

به نام خدا

طراحی اتصالات در سازه های فولادی

زمستان ۱۴۰۲ + (ویرایش جدید مبحث دهم ۱۴۰۱)

نسخه ۱۴۰۲/۰۹/۰۲

ارائه دهنده:

علیرضا فاروقی

دکترای تخصصی مهندسی سازه

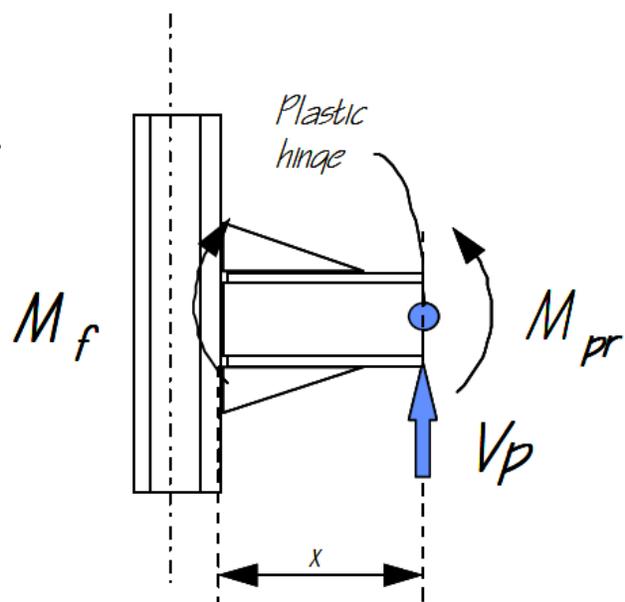
www.istains.ir



@ISTAINS



@Faroughi.alireza



$$M_f = M_{pr} + V_p x$$

Critical Section at Column Face

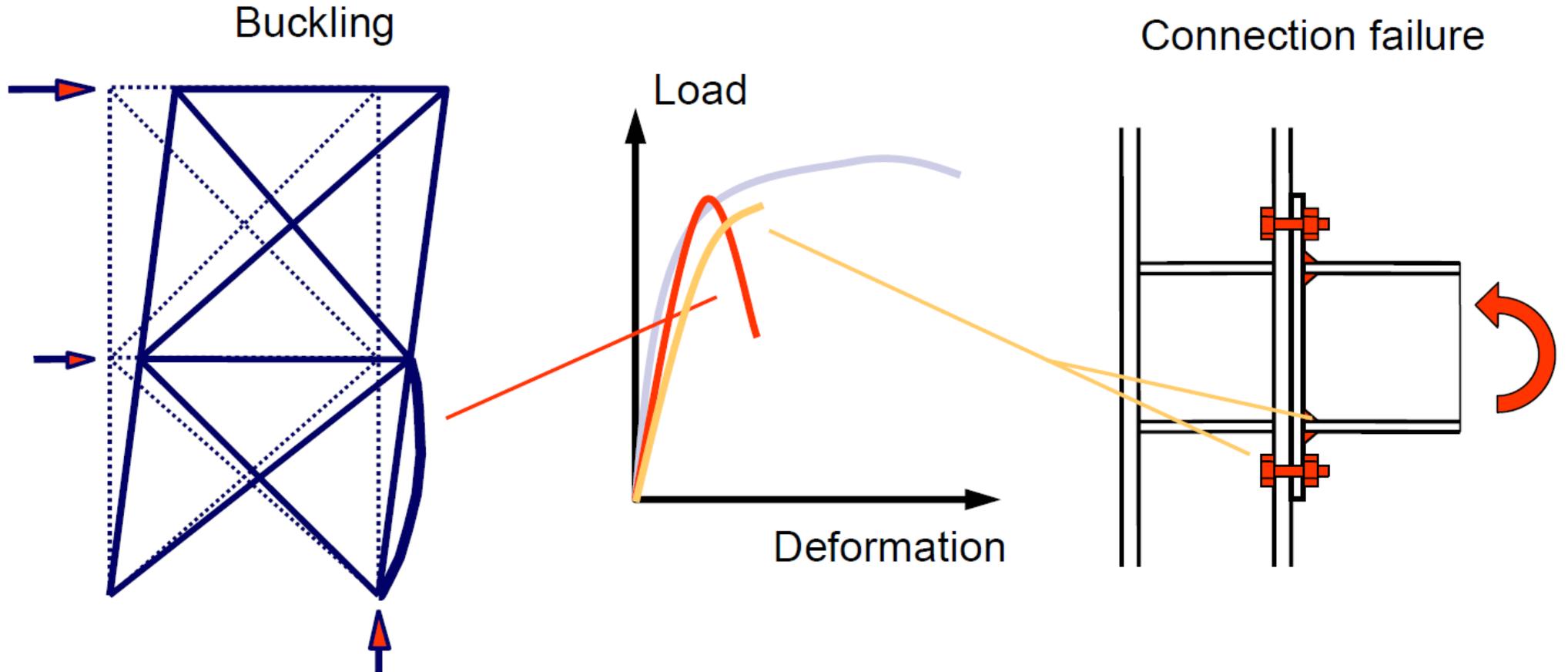
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق

عضو کمیته ایرانی نرم افزارهای مهندسی

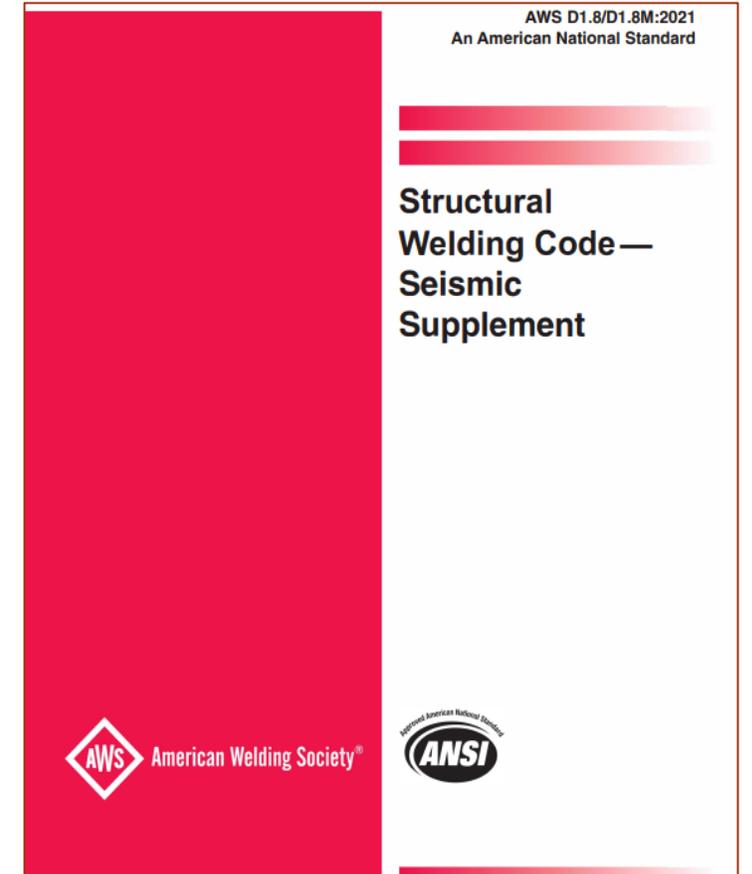
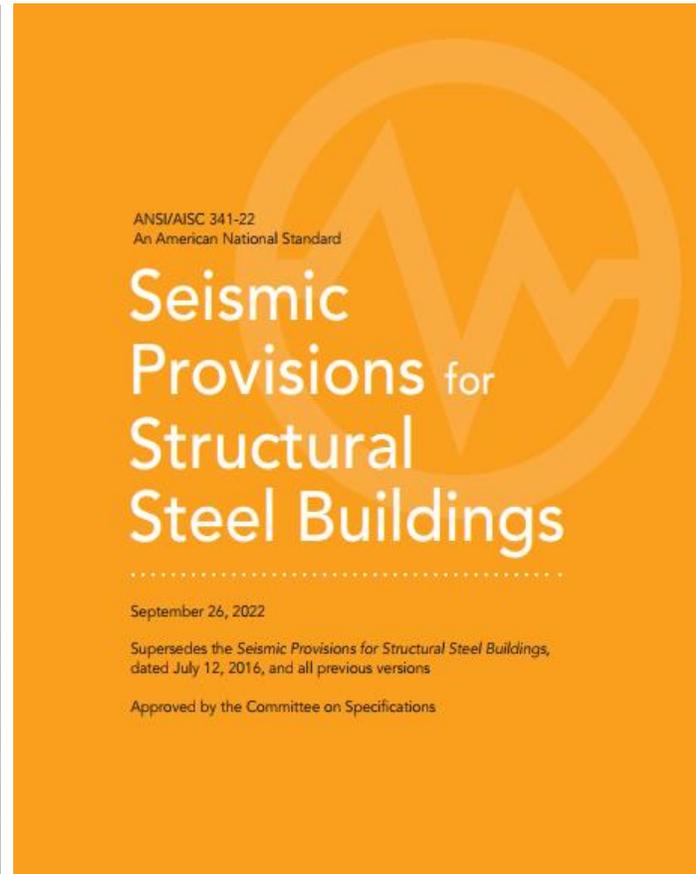
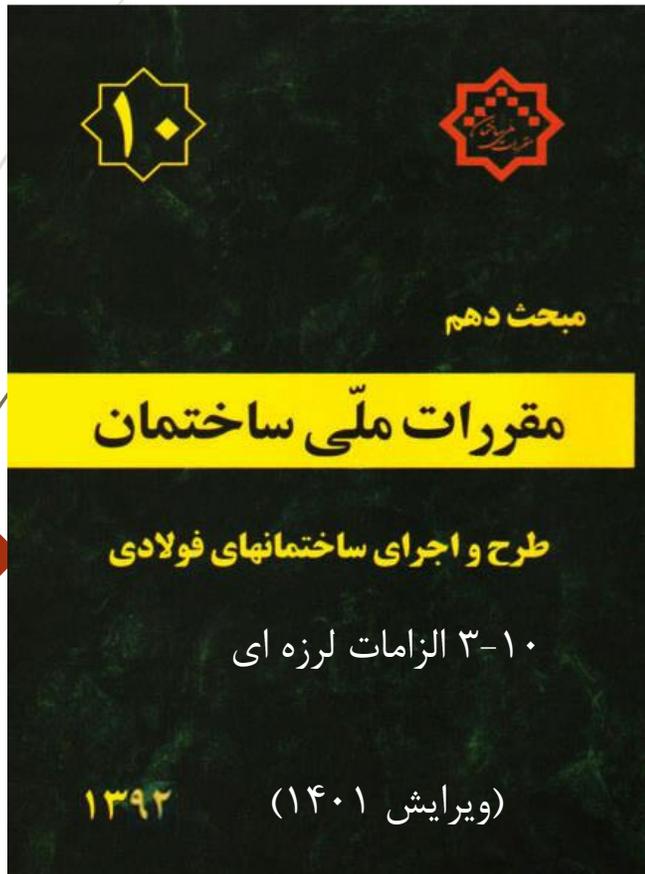
عضو کارگروه تدوین استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش پنجم

عضو کارگروه تدوین استاندارد بارهای طراحی سازه های غیرساختمانی

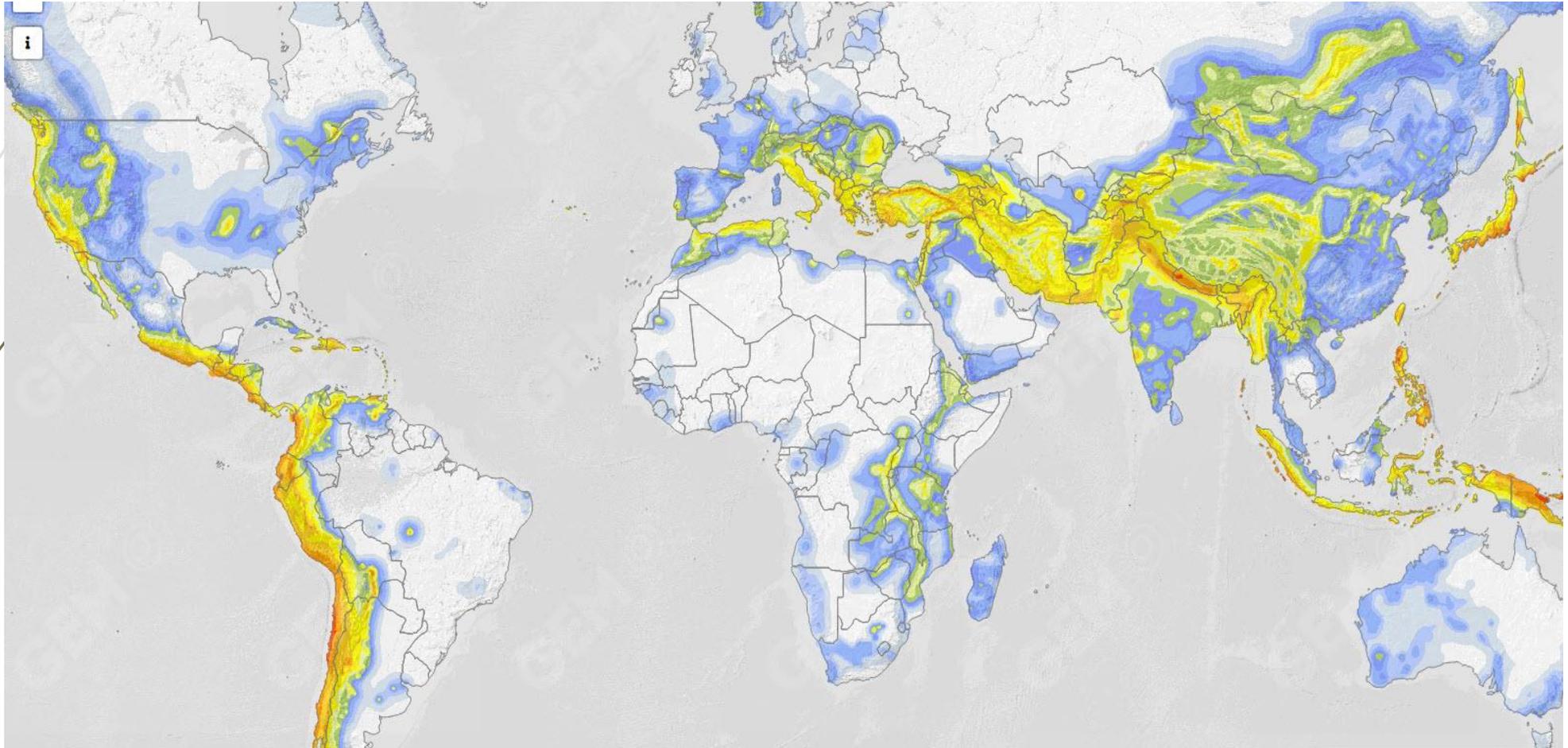
ضوابط لرزه ای



اهم ضوابط لرزه ای موجود:



چرا لرزه ای؟



مناطق لرزه خیزی سطح کره زمین (۲۰۱۸)

<https://maps.openquake.org/map/global-seismic-hazard-map>

زلزله های بزرگ ایران در قرن ۲۰ به بعد با بیش از ۱۰,۰۰۰ نفر کشته :

تلفات	بزرگا	محل	ساعت	تاریخ
حدود ۴۰/۰۰۰	۶/۶	بم	۵:۲۶	۱۳۸۲-۵ دی
حدود ۴۰/۰۰۰	۷/۴	رودبار و منجیل	۰:۳۰	۱۳۶۹-۳۱ خرداد
حدود ۲۵/۰۰۰	۷/۸	طبس	۱۹	۱۳۵۷-۲۵ شهریور
حدود ۱۲/۰۰۰	۷/۳	دشت بیاض، فردوس و کاخک	۱۴:۱۷	۱۳۴۷-۹ شهریور
حدود ۲۰/۰۰۰	۷/۲	بوئین زهرا	۲۳	۱۳۴۱-۱۰ خرداد

به طور متوسط هر سال یک زلزله بالای ۶ ریشتر و هر ۵ سال یک زلزله بالای ۷ ریشتر داریم. ۸۰ درصد شهرهای کشور ما دارای خطر نسبی زلزله بالا هستند و در قرن بیستم ۸۰ درصد تلفات انسانی ایران از بلایای طبیعی بر اثر زلزله بوده است.

ضوابط لرزه ای-۹۲

جوش :

۱۰-۳-۲-۳-۱۰ اتصالات جوشی

مشخصات مصالح جوش به کار رفته در اتصالات و وصله های اعضای سیستم برابر جانبی لرزه ای و نیز وصله ستون های غیرباربر جانبی لرزه ای باید مطابق شرایط زیر باشد.

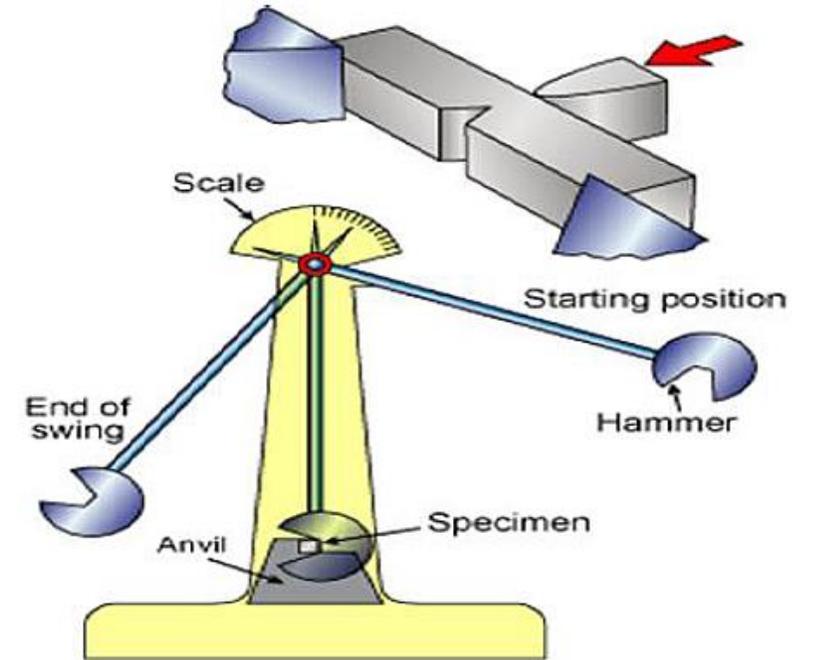
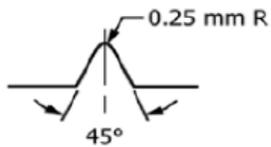
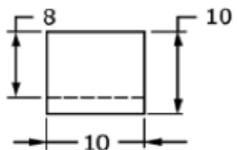
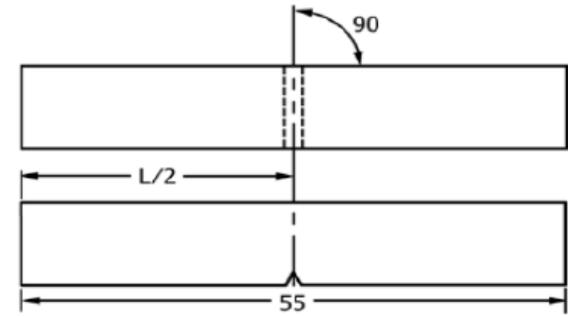
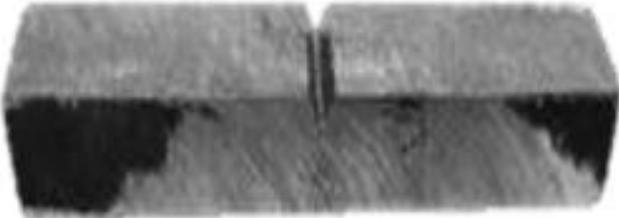
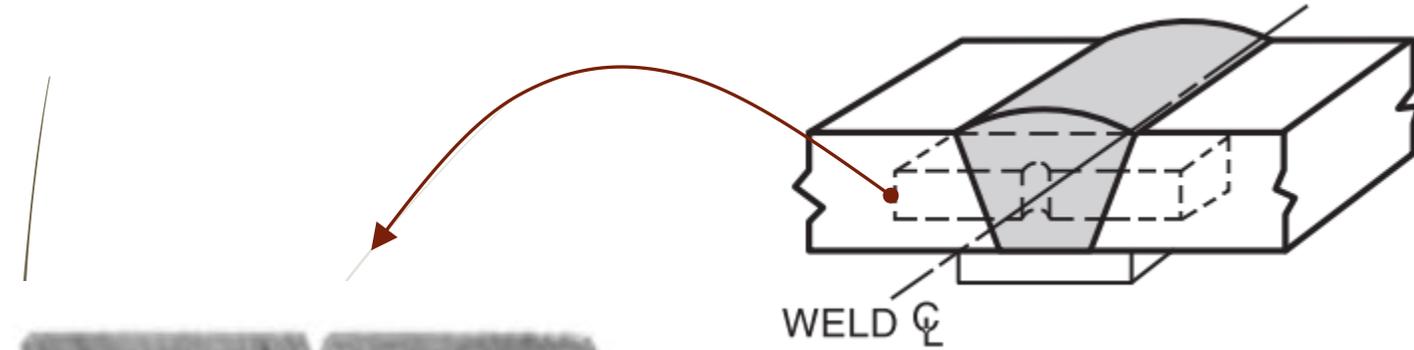
۱. فلز جوش با فلز پایه سازگار باشد.

۲. طاقت نمونه شیار داده شده شاری استاندارد فلز جوش در دمای ۱۸- درجه سلسیوس، حداقل ۲۷ ژول باشد.

۳. در اتصالات و وصله های با جوش نفوذی کامل، در قاب های خمشی ویژه و متوسط و تیرهای پیوند قاب های مهاربندی شده واگرا، باید علاوه بر دو شرط فوق طاقت نمونه شیار داده شده شاری استاندارد فلز جوش در دمای ۲۹- درجه سلسیوس حداقل ۲۷ ژول باشد.

ضوابط لرزه ای

جوش : آزمایش شاریپی



AWS A5.1/A5.1M:2012 An American National Standard

ضوابط لرزه ای

جوش : الف - تست ضربه شاری

الزامات تست ضربه برای الکتروود های معمول
ساختمانی طبق استاندارد AWS A5.1

Table 3
Charpy V-Notch Impact Requirements

AWS Classification		Limits for 3 out of 5 Specimens ^a	
A5.1	A5.1M	Average, Min.	Single Value, Min.
E6010, E6011, E6018 E6027, E7015, E7016 ^b , E7018 ^b , E7027, E7048	E4310, E4311, E4318 E4327, E4915, E4916 ^b , E4918 ^b , E4927, E4948	20 ft·lbf at -20°F [27 J at -30°C]	15 ft·lbf at -20°F [20 J at -30°C]
E6019 E7028	E4319 E4928	20 ft·lbf at 0°F [27 J at -20°C]	15 ft·lbf at 0°F [20 J at -20°C]
E6012, E6013, E6020, E6022, E7014, E7024 ^b	E4312, E4313 E4320, E4322 E4914, E4924 ^b	Not Specified	Not Specified

ضوابط لرزه ای (ویرایش ۱۴۰۱)

۱۰-۳-۲-۱-۶ مصالح جوش

الف) جوش به کاررفته در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای

در کلیه جوش‌های به کاررفته در اعضا و اتصالات سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، مشخصات فلز پرکننده باید مطابق با مشخصات جدول ۱۰-۳-۲-۱ باشد.

جدول ۱۰-۳-۲: مشخصات فلز پرکننده جوش به کاررفته در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای

رده الکتروود (فلز پرکننده جوش)		مشخصات
E80	E70	
حداقل 470 MPa	حداقل 400 MPa	تنش تسلیم
حداقل 550 MPa	حداقل 490 MPa	تنش کششی نهایی
حداقل 19 درصد	حداقل 22 درصد	تغییر طول نسبی
حداقل 27 ژول در دمای منفی 18 درجه سلسیوس	حداقل 27 ژول در دمای منفی 18 درجه سلسیوس	طاقات نمونه شیار داده شده شارپی

ضوابط لرزه ای

AWS D1.8/D1.8M:2016 An American National Standard

جوش : ب - ۱ : تعریف نیاز بحرانی (DC)

C-Demand Critical Welds

The term “Demand Critical welds” is used to identify welds subject to extra requirements of this code. Demand Critical welds are further defined in AISC Seismic Provisions. The requirements are intended to **reduce the likelihood of fracture**. The requirements applicable to Demand Critical welds are identified in the text of this code. The Engineer is required by 1.4.1(4) to identify Demand Critical welds in the Contract Documents.

AISC Seismic Provision Commentary describes “Demand Critical Welds” as follows:

“Demand Critical Weld is a weld subjected to yield level or higher stress demand and located in a joint whose failure would result in significant degradation in the strength or stiffness of the SFRS.”

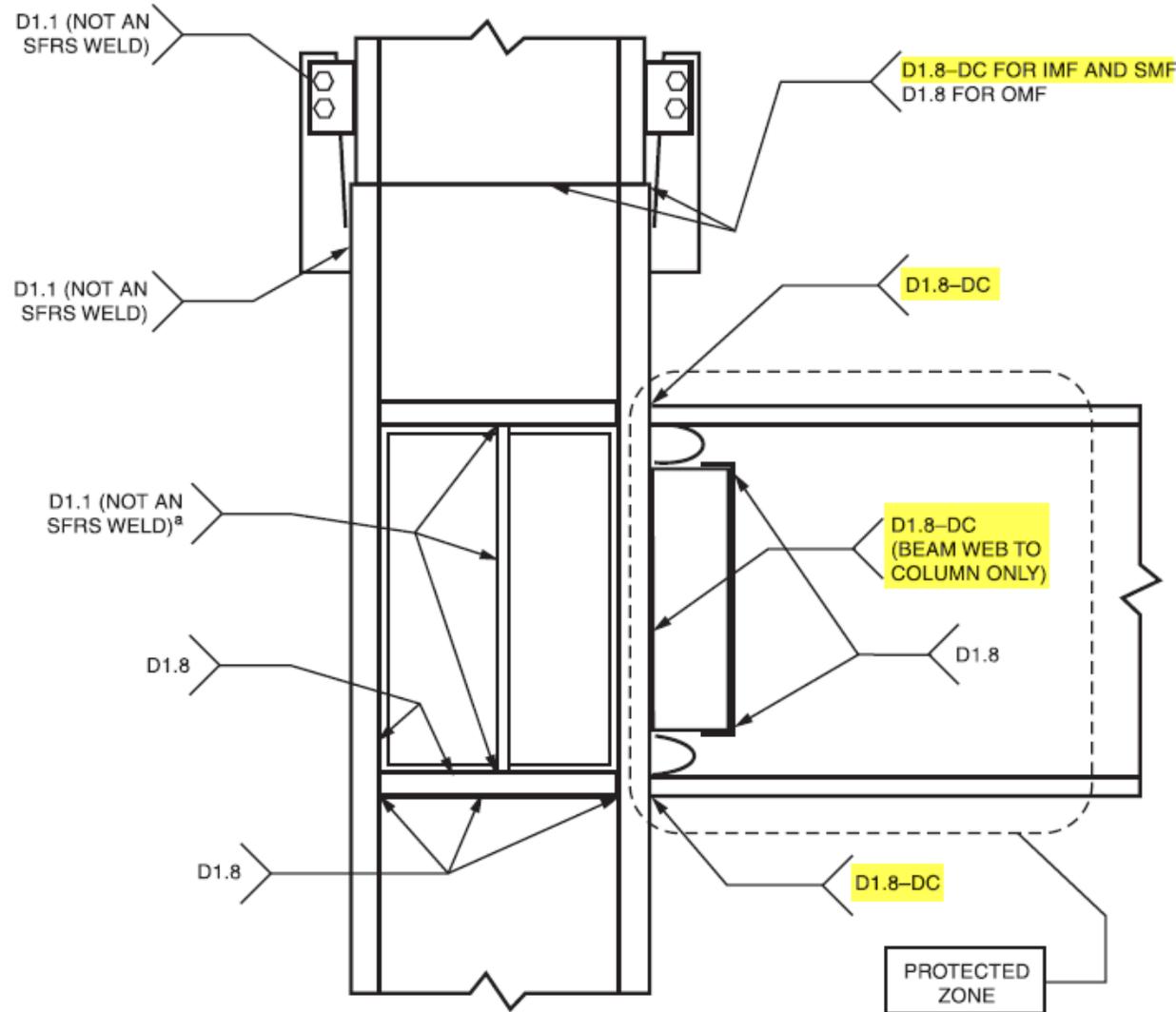
AWS D1.8:seismic load resisting system (SLRS)

ت-۳ جوشهای نیاز بحرانی اصطلاح "جوشهای نیاز بحرانی" برای تعیین جوشهایی که مشمول نیازهای اضافی این آیین نامه هستند، کاربرد دارد. این الزامات به منظور کاهش احتمال شکست می باشند.

جوشهای نیاز بحرانی بر اساس سطح تسلیم موردانتظار و یا تقاضای تنش بالاتر طراحی می شوند، یا درزهایی هستند که گسیختگی آنها منجر به افت بسزائی در مقاومت و سختی سیستم مقاوم لرزه ای می شود.

ضوابط لرزه ای

جوش : ب - ۲ : انواع نیاز بحرانی
AWS D1.8



^a As shown, the member connecting to the weak axis is not an SFRS member.

Notes:

1. D1.8-DC indicates welds commonly designated Demand Critical joints.
2. D1.8 indicates joints subject to the requirements of D1.8, but not commonly designated Demand Critical welds.
3. D1.1 indicates joints subject to the requirements of D1.1 only.

ضوابط لرزه ای

جوش: ممنوعیت الکتروود E60 در جوشهای **نیاز بحرانی!** (هم در AWS D1.8 و هم در AISC 341)

Table 6.2
Mechanical Property Requirements for Demand Critical Welds

Property	Classification Strength Levels		
	70 ksi [490 MPa]	80 ksi [550 MPa]	90 ksi [620 MPa]
Yield Strength, ksi [MPa] ^a	58 [400] min.	68 [470] min.	78 [540] min.
Tensile Strength, ksi [MPa]	70 [490] min.	80 [550] min.	90 [620] min.
Elongation (%)	22 min.	19 min.	17 min.
CVN Toughness, ft-lbf [J] ^{b,c}	40 [54] min. @ +70°F [+20°C]	40 [54] min. @ +70°F [+20°C]	40 [54] min. @ +50°F [+10°C]

جدول ۲.۶ - خواص مکانیکی جوشهای نیاز بحرانی

مشخصه	رده ۴۸۰ مگاپاسکال	رده ۵۵۰ مگاپاسکال
مقاومت تسلیم (MPa)	حداقل ۴۰۰	حداقل ۴۷۰
مقاومت کششی (MPa)	حداقل ۴۹۰	حداقل ۵۵۰
درصد ازدیاد طول	حداقل ۲۲	حداقل ۱۹
طاقة CVN (J) ۱.۲	حداقل ۵۴ در ۲۰°C	حداقل ۵۴ در ۲۰°C

ضوابط لرزه ای (ویرایش ۱۴۰۱)

ب) جوش های بحرانی لرزه ای

در مواردی که در این فصل جوش ها به صورت جوش های بحرانی لرزه ای مشخص شده اند، فلز پرکننده جوش باید علاوه بر برآورده نمودن مشخصات جدول ۱۰-۳-۲-۲، باید مشخصات مطابق جدول ۱۰-۳-۲-۳ را نیز برآورده نماید.

جدول ۱۰-۳-۲-۳: مشخصات فلز پرکننده در جوش های بحرانی لرزه ای

رده الکتروود (فلز پرکننده جوش)		مشخصات
E80	E70	
حداقل 470 MPa	حداقل 400 MPa	تنش تسلیم
حداقل 550 MPa	حداقل 490 MPa	تنش کشش نهایی
حداقل 19 درصد	حداقل 22 درصد	تغییر طول نسبی
حداقل 54 ژول در دمای 20 درجه سلسیوس	حداقل 54 ژول در دمای 20 درجه سلسیوس	طاقات نمونه شیار داده شده شارپی

(AWS D1.8) 6.2 Heat Input Envelope

6.2.1 WPS Heat Input Envelope Testing Properties. Filler metals for Demand Critical welds shall provide the mechanical properties in Table 6.2, based on the WPS Heat Input Envelope Testing prescribed in Annex A, **except the following filler metals** shall be exempted from the testing prescribed in Annex A when LAST is equal to or greater than +50°F [+10°C]:

(1) SMAW electrodes classified as E7018 [E4918], E7018-X [E4918-X], in AWS A5.1/A5.1M, and E7018-C3L [E4918-C3L], E8018-C3 [E5518-C3] in AWS A5.5/A5.5M (see 6.3.1.3);

چنانچه کمترین دمای بهره برداری، ۱۰ درجه باشد، الکتروود E7018 نیاز به تست ندارد.

ضوابط لرزه ای

جمع بندی الکتروود جوش: (مبحث ۱۰ سال ۹۲ و AISC341, AWS A5.1)

۱- مطابق بند ۱۰-۳-۳-۲ ویراش ۹۲ طاق جوش مورد استفاده در اتصالات و وصله های لرزه ای در دمای ۲۹- درجه باید حداقل ۲۷ ژول باشد بنابراین مطابق نتایج ذکر شده در جدول ۳ آیین نامه **AWS A5.1** تنها الکتروود های سلولوزی (**E6010, E6011**) و کم هیدروژن (**E6018, E7016, E7018**) قابل استفاده هستند.

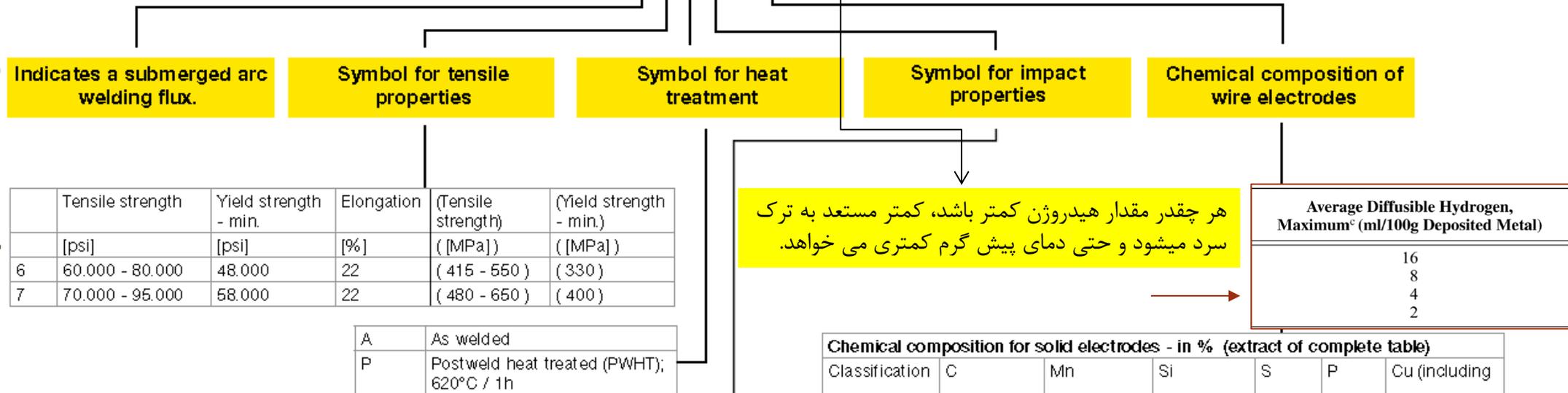
۲- مطابق جدول ۶-۲ آیین نامه **AISC 341** و ۱۰-۳-۲-۳ ویرایش ۱۴۰۱ حداقل تنش کشش نهایی برای جوشهای نیاز بحرانی **۴۹۰mpa** است: (**E70**) بنابراین تنها الکتروودهای **E7016, E7018** در وصله و اتصالات لرزه ای قابل استفاده است.
همچنین مطابق بند ۱۰-۳-۲-۱-۶ ویرایش ۱۴۰۱ (**AWS D1.8**)، فقط الکتروود **E7018** و بالاتر برای جوشهای لرزه ای مجاز است. (در دمای بالاتر از ۱۰ درجه)

ضوابط لرزه ای-جوش SAW زیر پودری

SFA/AWS A5.17: SPECIFICATION FOR CARBON STEEL ELECTRODES AND FLUXES FOR SUBMERGED ARC WELDING

Example: OK Flux 10.71 / OK Autrod 12.22:
SFA/AWS A5.17: F7A5-EM12K

پودر F 7 A 5 EM12KH4 (الکتروود) سیم جوش



	Tensile strength	Yield strength - min.	Elongation	(Tensile strength)	(Yield strength - min.)
	[psi]	[psi]	[%]	([MPa])	([MPa])
6	60.000 - 80.000	48.000	22	(415 - 550)	(330)
7	70.000 - 95.000	58.000	22	(480 - 650)	(400)

A	As welded
P	Postweld heat treated (PWHT); 620°C / 1h

هر چقدر مقدار هیدروژن کمتر باشد، کمتر مستعد به ترک سرد میشود و حتی دمای پیش گرم کمتری می خواهد.

Average Diffusible Hydrogen, Maximum ^c (ml/100g Deposited Metal)
16
8
4
2

یعنی جایی میشود استفاده کرد که الزام ضربه لازم نیست!

Digit	Temperature [°F]	Charpy-V impact (min) [ft * lbf]	(Temperature) ([°C])	Charpy-V impact (min) ([J])
0	0	20	(- 18)	(27)
2	- 20	20	(- 29)	(27)
4	- 40	20	(- 40)	(27)
5	- 50	20	(- 46)	(27)
6	- 60	20	(- 51)	(27)
8	- 80	20	(- 62)	(27)
Z	no requirements			

Chemical composition for solid electrodes - in % (extract of complete table)						
Classification	C	Mn	Si	S	P	Cu (including Cu-coating)
EL12	0.04 - 0.14	0.25 - 0.60	0.10	0.030	0.030	0.35
EM12	0.06 - 0.15	0.80 - 1.25	0.10	0.030	0.030	0.35
EM12K	0.05 - 0.15	0.80 - 1.25	0.10 - 0.35	0.030	0.030	0.35
EH12K	0.06 - 0.15	1.50 - 2.00	0.25 - 0.65	0.025	0.025	0.35
EH14	0.10 - 0.20	1.70 - 2.20	0.10	0.030	0.030	0.35

Chemical composition for composite electrode weld metal - in %						
Classification	C	Mn	Si	S	P	Cu
EC1	0.15	1.80	0.90	0.035	0.035	0.35
ECG	Not specified					

Single values are maximum.

ضوابط لرزه ای-جوش با الکتروود تو پودری (FCAW)

E X X T - X X - J X H X

Optional Supplemental Designators³

Optional supplemental diffusible hydrogen designator (see Table 8).

The letter "D" or "Q" when present in this position indicates that the weld metal will meet supplemental mechanical property requirements with welding done using low heat input, fast cooling rate procedures and using high heat input, slow cooling rate procedures as prescribed in Section 17 (see Tables 9 and 10).

The letter "J" when present in this position designates that the electrode meets the requirements for improved toughness and will deposit weld metal with Charpy V-Notch properties of at least 20 ft·lbf at -40°F [27J at -40°C] when the welds are made in a manner prescribed by this specification.

AWS/ASME SFA	DIN	نام کالا
5.20	8555	
E71 T1 (MJ)	-	AMA 200F
E71T-1C	-	AMA 201F

AWS A5.20/A5.20M:2005

Table 10
Mechanical Property Requirements for "D" and "Q" Optional Supplemental Designators

Optional Supplemental Designator	Tensile Test Requirements	Minimum Charpy V-Notch Requirements
D	58 ksi [400 MPa] min. yield strength 70 ksi [490 MPa] min. tensile strength 22% min. % elongation in 2 in [50 mm]	40 ft·lbf at +70°F [54J at +20°C] (see Notes a, b)
Q	58 to 80 ksi [400–550 MPa] yield strength for high heat input, slow cooling rate test 90 ksi [620 MPa] max. yield strength for low heat input, fast cooling rate test 22% min. % elongation in 2 in [50 mm] (see Note c)	20 ft·lbf at -20°F [27J at -30°C] (see Note d)

نکته:

به منظور دستیابی به خصوصیات J حتما باید از گاز مخلوط (MIX) استفاده گردد (MJ). این نوع الکتروود باید برای شرایط D تست گردد.

ضوابط لرزه ای-۹۲

۱۰-۳-۳-۳ اتصالات پیچی

کلیه پیچ‌های مورد استفاده در اتصالات و وصله‌های اعضا سیستم باربر جانبی لرزه‌ای و نیز وصله ستون‌های غیر باربر جانبی لرزه‌ای، باید با رفتار اصطکاکی و از نوع پرمقاومت باشند و با حداقل بار مندرج در فصل ۱۰-۲ پیش‌تنیده شوند. سوراخ‌ها نیز باید استاندارد یا لوبیایی کوتاه در امتداد عمود بر راستای نیرو باشد.

نکته: مطابق AISC 360 دو جور بستن پیچ داریم :

Snug tight (سفت و محکم)

Pretension (پیش‌تنیده)

و دو جور هم اتصال داریم :

Bearing-type connections (اتکایی)

Slip-critical connection (اصطکاکی)

استفاده از پیچ پرمقاومت پیش‌تنیده در طرح لرزه ای اجباری ولی صرفاً تکیه بر اتصال اصطکاکی به علت امکان لغزش در هنگام زلزله مجاز نیست اما حداقل وضعیت سطوح کلاس A (رفتار اصطکاکی) لازم است.

ضوابط لرزه ای

ANSI/AISC 341-16

An American National Standard

2. Bolted Joints

The potential for full reversal of design load and the likelihood of inelastic deformations of members and/or connected parts necessitates that pretensioned bolts be used in bolted joints in the SFRS. However, earthquake motions are such that slip cannot and need not be prevented in all cases, even with slip-critical connections. Accordingly, the Provisions call for bolted joints to be proportioned as pretensioned bearing joints but with faying surfaces prepared as for Class A or better slip-critical connections. That is, bolted connections can be proportioned with available strengths for bearing connections as long as the faying surfaces are still prepared to provide a minimum slip coefficient, $\mu = 0.30$. The resulting nominal amount of slip resistance may minimize damage in more moderate seismic events. This requirement is intended for joints where the faying surface is primarily subjected to shear. Where the faying surface is primarily subjected to tension or compression from seismic load effects, for example, in a bolted end plate moment connection, the requirement for preparation of the faying surfaces may be relaxed.

ضوابط لرزه ای

ویرایش ۱۴۰۱

اتصالات پیچی کلیه اعضای باربر جنبی لرزه ای می تواند از نوع پیش تنیده (با رعایت الزامات فصل ۲-۱۰) یا لغزش بحرانی باشد. در این گونه اتصالات علاوه بر الزامات فصل ۲-۱۰ الزامات زیر نیز باید رعایت شوند:

الف) تحت اثر برش ناشی از نیروهای زلزله، سوراخ پیچها می تواند از نوع استاندارد یا لوبیایی کوتاه با شیار عمود بر جهت نیرو باشد. در این نوع اتصالات استفاده از سوراخهای بزرگشده به شرطی مجاز است که:

۱- اتصال مربوط به عضو مهاربندی باشد؛

۲- سوراخهای بزرگشده فقط در یکی از ورقهای اتصال تعبیه شده باشد؛

۳- اتصال به صورت لغزش بحرانی طراحی شود.

ب) تحت اثر کشش خالص ناشی از نیروهای زلزله، سوراخ پیچها می تواند از نوع استاندارد یا بزرگشده و یا لوبیایی کوتاه باشد.

ب) سطوح تماس کلیه اتصالات باید دارای شرایط سطحی حداقل کلاس A باشند.

استثناء: در حالت های زیر سطوح تماس می تواند دارای شرایط سطحی کمتر از کلاس A باشند:

۱- اتصالات گیردار فلنجی پیش تأییدشده در قابهای خمشی؛

۲- اتصالاتی که در آنها انتقال نیروهای ناشی از زلزله از طریق کشش یا فشار و نه از طریق

برش در پیچها صورت گیرد.

ضوابط لرزه ای

ویرایش ۱۴۰۱

- در مواقعی که اتصال تحت اثر نیروهای دینامیکی با تکرار زیاد توأم با اثر خستگی قرار دارد. مطابق این مبحث، بارهای باد و زلزله در ردیف بارهای دینامیکی با تکرار زیاد قرار نمی گیرند.

لغزش بحرانی

ب) اتصالات پیش تنیده: اتصالات پیش تنیده اتصالاتی هستند که اولاً پیچ‌های آن از جنس فولاد پرمقاومت باشد و ثانیاً به لحاظ مشخصات هندسی قابلیت پیش‌تنیدگی داشته باشند و ثالثاً پیچ‌ها در هنگام سفت کردن پس از حصول حالت سفتی کامل، به روش مناسبی پیش‌تنیده شوند. پیش‌تنیدگی در این پیچ‌ها باید مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۵ باشد. مقاومت برشی و اتکایی موجود این نوع اتصالات مطابق اتصالات اتکایی تعیین می‌گردد و در آنها از مقاومت لغزشی موجود سطوح تماس اتصال صرف‌نظر می‌شود.

استفاده از این نوع اتصالات علاوه بر مواردی که در این مبحث ذکر شده، در شرایط زیر الزامی است

- در اتصالات اعضای فشاری ساخته‌شده مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۴

- در اتصالاتی که تحت اثر ارتعاش احتمال شل شدن پیچ‌ها وجود داشته باشد.

- در مواقعی که اتصال تحت اثر نیروهای رفت و برگشتی قابل ملاحظه بدون اثر خستگی قرار دارد.

- در مواقعی که اتصال تحت اثر بارهای خستگی آور بدون برگشت جهت بار قرار دارد.

- کلیه پیچ‌ها در رده مقاومتی A490 مطابق استاندارد ASTM و 10.9 مطابق استانداردهای EN

و ISIRI و بالاتر که تحت اثر نیروی کششی همراه با نیروی برشی یا بدون آن قرار دارند.

طراحی پیچ



پیچ پر مقاومت نیم رزوه سر ۶ گوش تخت یا **HV Hex** (رویگرد آلمانی) از پیچ های پر مصرف در صنعت ساختمان سازی و اسکلت فولادی می باشد. پیچ شش گوش HV با استاندارد **DIN 6914** و استاندارد **ASTM A490** و استاندارد **ISO 7412** شناخته می شود. مهره مورد نیاز برای این نوع پیچ بایستی با استانداردهای **DIN 6915 – ASTM A 563 – ISO7414** تهیه شود. استاندارد و اشرف **DIN 6916 – ASTM F436 – ISO 4716** است. استاندارد جدید پیچ های شش گوش HV **EN 14399-4** بوده و فقط شامل گرید ۱۰.۹ هستند که از این لحاظ از نظر مواد اولیه با **DIN 931** مطابقت دارند اما تفاوت بیشتر در ابعاد آنها است. پیچ **HV گل بزرگتری** دارد و **رزوه های کوتاه تر**، بنابراین در اتصالات اصطکاکی که پیچ با نیروی بیشتری بسته می شود و در واقع در خود نیروی پیش تنیدگی ذخیره می کند به کار گرفته می شود. ارتفاع مهره تقریباً **0.8d** است و **گسیختگی و ازدیاد طول در رزوه های درون مهره اتفاق می افتد.**

پیچ پر مقاومت گل درشت **HR** (رویگرد بریتانیا **EN 14399-3**) **طول رزوه بلندتر** داشته، با قابلیت **ازدیاد طول پلاستیک در طول پیچ و رده ۸.۸** هم دارد و **ارتفاع مهره نیز بیش از 0.9d (ضخیمتر)** است. مونتاژ **HR** به طور کلی نسبت به سفت شدن بیش از حد حساسیت کمتری دارد. اما پیچ **HV** نسبت به سفت شدن بیش از حد حساس تر است و نیاز به کنترل بیشتری در محل دارد. تغییر شکل پلاستیک در رزوه ها اتفاق می افتد. اجزای هر دو نوع پیچ نباید با هم مخلوط شوند.

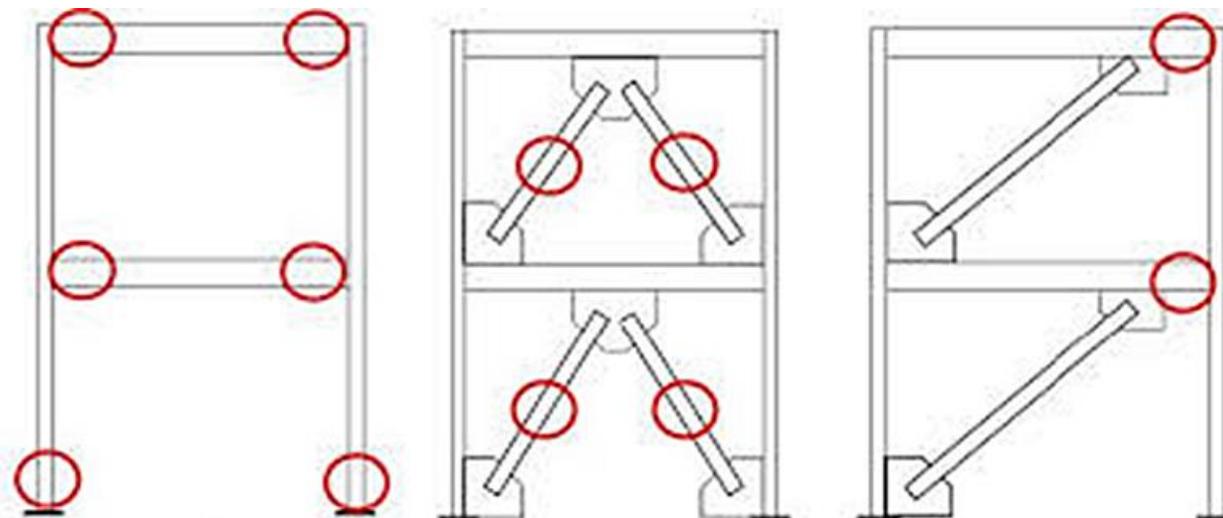


INSO 15716-1 1st Edition 2019 Modification of BS EN 14399-1 2015	 جمهوری اسلامی ایران Islamic Republic of Iran سازمان ملی استاندارد ایران	 استاندارد ملی ایران ۱۵۷۱۶-۱ چاپ اول ۱۳۹۸
	Iranian National Standardization Organization مجموعه پیچ کاری سازه های استحکام بالا با قابلیت پیش تنیدگی - قسمت ۱: الزامات عمومی	

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه ای زیر به روش «ترجمه تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

BS EN 14399-1:2015, High-strength structural bolting assemblies for preloading- Part 1: General requirements

ضوابط لرزه ای



ویرایش ۱۴۰۱ ۱۰-۳-۲-۴-۵ مقاومت‌های موجود

ب) در مواردی که مقاومت موردنیاز اعضا، اجزاء و اتصالات براساس ترکیبات بارگذاری شامل زلزله طرح (E)، یا زلزله تشدید یافته (E_{mh}) تعیین می‌شود، مقدار ضریب کاهش مقاومت (ϕ) و ضریب اطمینان (Ω) باید براساس مقادیر داده شده در فصل ۲-۱۰ تعیین شود. اما در مواردی که مقاومت موردنیاز اعضا، اجزاء و اتصالات براساس ترکیب بارگذاری شامل زلزله محدود به ظرفیت (E_{cl}) تعیین می‌شود، ضریب کاهش مقاومت (ϕ) و ضریب اطمینان (Ω) برای حالت‌های حدی تسلیم (حالت‌های حدی شکل پذیر) به جای 0.9 و 1.67 باید به ترتیب برابر 1.0 و 1.5 و برای حالت‌های حدی گسیختگی (حالت‌های حدی غیر شکل پذیر و ترد) به جای 0.75 و 2.00 باید به ترتیب برابر 0.9 و 1.67 در نظر گرفته شود.

ضوابط لرزه ای قابهای خمشی



ضوابط لرزه ای

قسمت اول - ضرایب رفتار قاب خمشی و محدودیت ها

R-ASCE7-10	R-2800-3th	R-2800-4th	سیستم مقاوم در برابر نیرویهای جانبی
۸	۷.۱	۷.۵	قاب خمشی فولادی ویژه
۴.۵	۵	۵	قاب خمشی فولادی متوسط
۳.۵	۳.۶	۳.۵	قاب خمشی فولادی معمولی

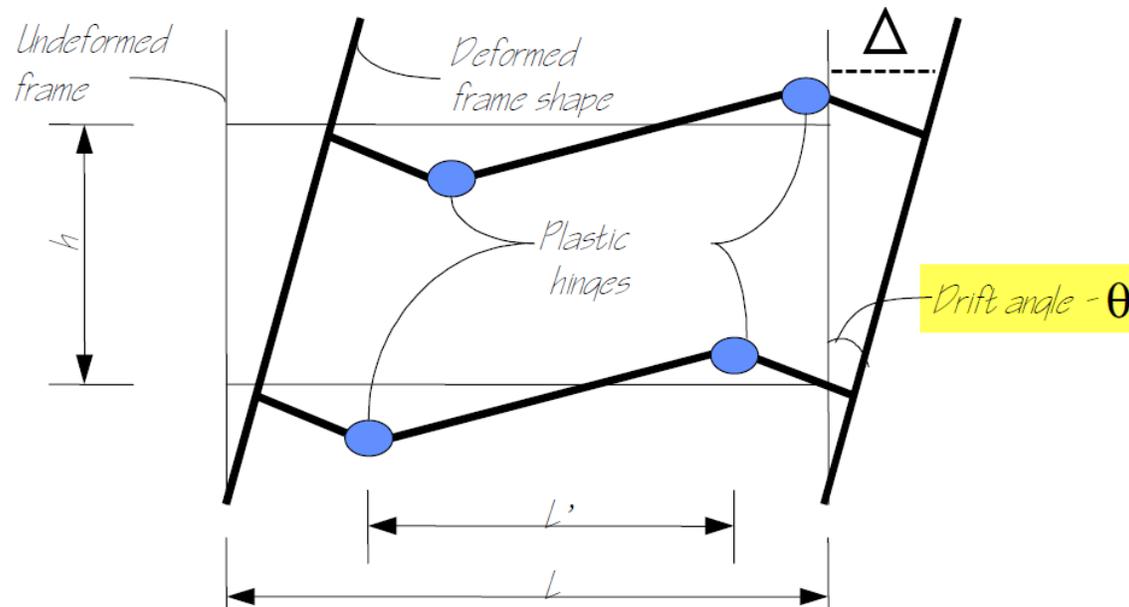
افزایش ویرایش ۴	0.7R-3th	Cd-4h	H-ASCE7-10(D,E)	H-2800-3th	H-2800-4th	سیستم مقاوم در برابر نیرویهای جانبی
۱.۱۰	۵	۵.۵	بدون محدودیت	۱۵۰	۲۰۰	قاب خمشی فولادی ویژه
۱.۱۴	۳.۵	۴	۱۰.۷	۵۰	۵۰	قاب خمشی فولادی متوسط
۱.۲۰	۲.۵	۳	غیرمجاز	۱۵*	۱۵*	قاب خمشی فولادی معمولی

ضوابط لرزه ای - (۹۲) - این بخش در ویرایش ۱۴۰۱ حذف شده است)

قسمت اول - نیاز شکل پذیری

۱-۲-۳-۱۰ شکل پذیری

شکل پذیری قاب های خمشی معمولاً با ظرفیت دورانی که در گره های خود می توانند تجهیز کنند، سنجیده می شود. دوران یک گره با نسبت تغییر مکان نسبی طبقه فوقانی آن گره به ارتفاع طبقه تعریف می شود. در این مبحث سه حد شکل پذیری برای قاب های خمشی فولادی و دو حد شکل پذیری برای قاب های مهاربندی شده در نظر گرفته شده و مقررات خاص طراحی هر یک از آنها ارائه شده است.



$$\theta \geq 0.04 \text{ (H.D)}$$

$$\theta \geq 0.02 \text{ (M.D)}$$

ضوابط لرزه ای

قسمت اول - نیاز شکل پذیری

ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۳-۳-۲-۶ اتصال تیر به ستون

۱۰-۳-۸-۳ اتصال تیر به ستون

کلیه اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی متوسط که نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌کنند، باید دارای شرایط زیر باشند.

الف) اتصالات خمشی تیر به ستون باید توانایی تحمل تغییرشکل‌های دورانی حداقل به میزان ۰/۰۲ رادیان را بدون کاهش قابل توجه در مقاومت خود دارا باشند. برای احراز این شرط لازم است اتصالات خمشی به کار رفته در قاب‌های خمشی متوسط از طریق آزمایشات توصیه شده توسط مراجع معتبر تایید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تایید شده ارائه شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع می‌باشد.

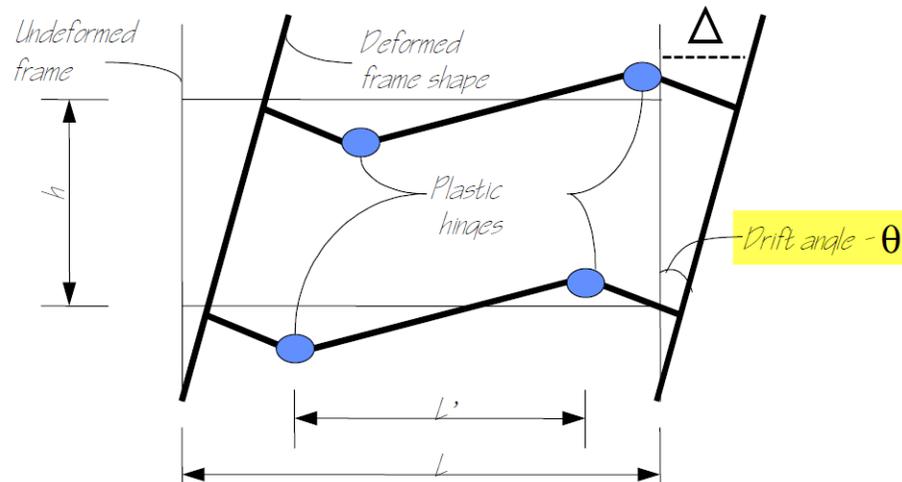
۱۰-۳-۳-۳-۳-۸ اتصال تیر به ستون

۱۰-۳-۹-۴ اتصال تیر به ستون

کلیه اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی ویژه که نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌کنند، باید دارای شرایط زیر باشند.

ب) اتصالات خمشی تیر به ستون باید توانایی تحمل تغییرشکل‌های دورانی حداقل به میزان ۰/۰۴ رادیان را بدون کاهش قابل توجه در مقاومت خود دارا باشند. برای احراز این شرط لازم است اتصالات خمشی به کار رفته در قاب‌های خمشی ویژه از طریق آزمایشات توصیه شده توسط مراجع معتبر تایید شوند. در صورت عدم دسترسی به آزمایشات فوق استفاده از اتصالات از پیش تایید شده ارائه شده در بخش ۱۰-۳-۱۳ بلامانع می‌باشد.

دوران فرا ارتجاعی آن حدود ۰/۰۱ رادیان می‌باشد. ۹۲

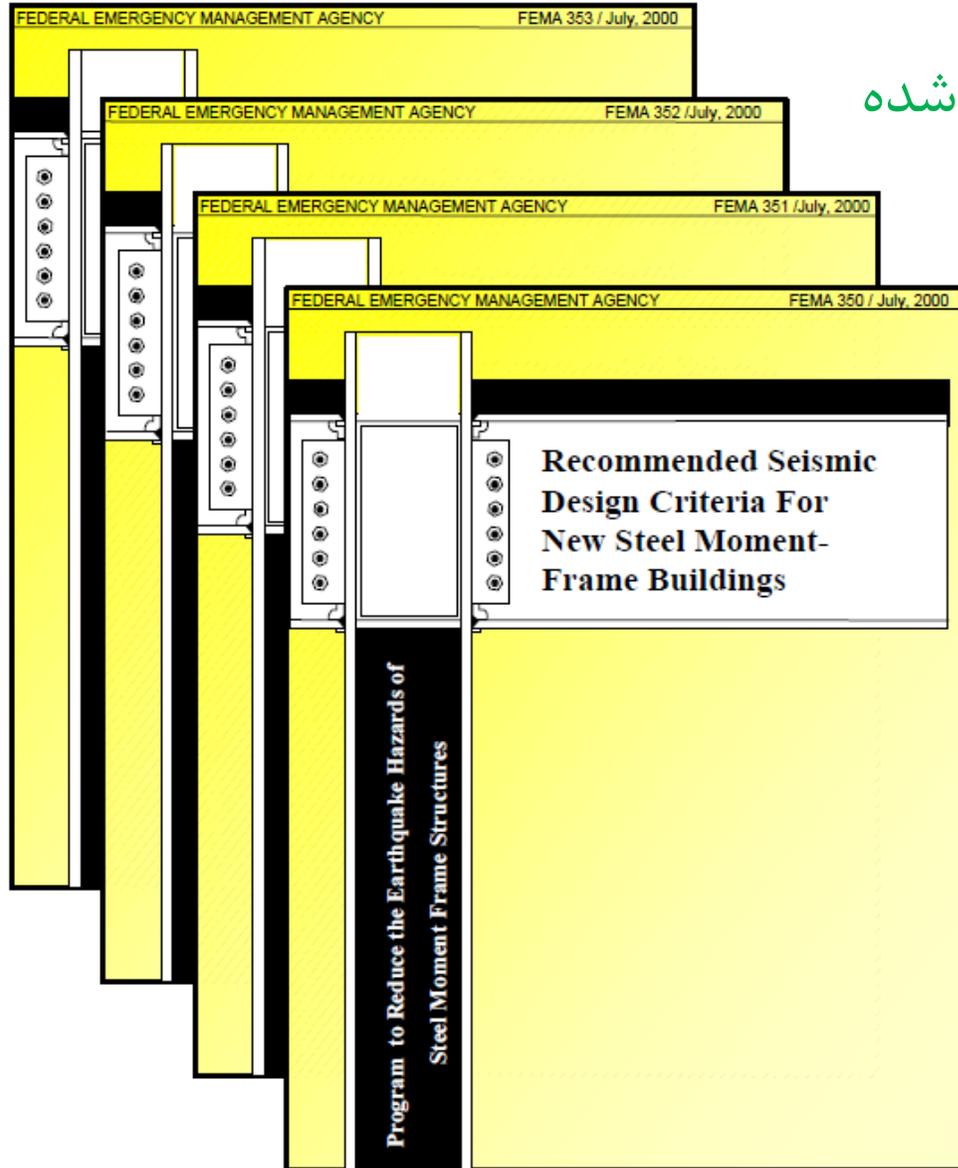


حدوداً ۰/۰۳ رادیان آن فرا ارتجاعی باشد. ۹۲

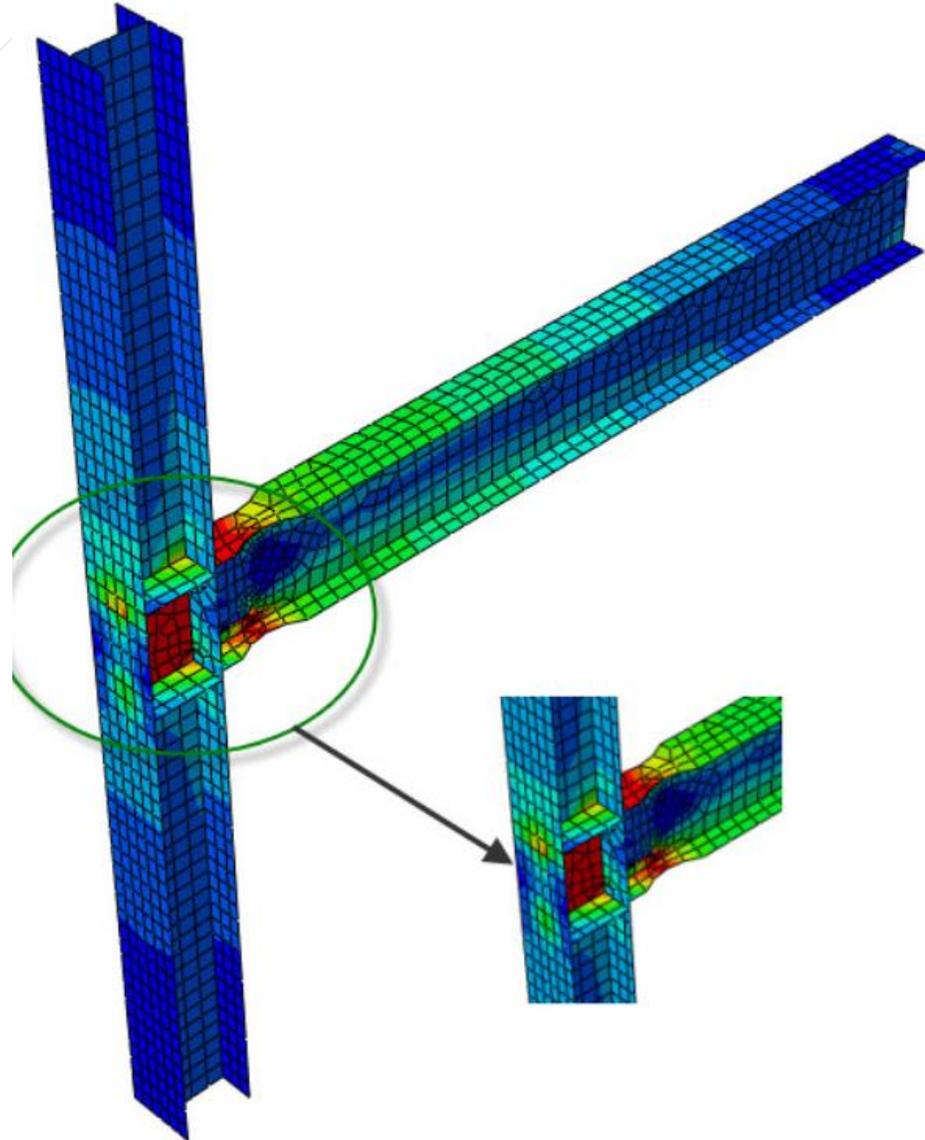
ضوابط لرزه ای

قسمت دوم – تاریخچه اتصالات از پیش تایید شده

تا قبل از وقوع زلزله ۶.۷ ریشتری **نورث ریج در سال ۱۹۹۴**، سازه های دارای قاب های خمشی، به عنوان شکل پذیرترین و همچنین مقاومترین سازه ها در برابر زلزله نسبت به سایر طرح های سازه ای دیگر محسوب می شدند. وقوع زلزله نورث ریج در ژانویه ۱۹۹۴، منجر به صدمات فراوانی در سازه های خمشی فولادی دارای اتصالات جوشی تیر به ستون گردید. بررسی های متعددی به منظور بهبود بخشیدن رفتار اتصال خمشی جوشی مربوط به قبل از زلزله نورث ریج صورت پذیرفت و این مطالعات تاکنون نیز در حال انجام می باشد. اولین گزارش در این خصوص توسط FEMA در سال ۲۰۰۰ منتشر گردید که مهمترین آن تغییر شکل اتصالات و الزامات آن بود که باعث معرفی **اتصالات از پیش تایید شده** گردید.



اتصالات از پیش تایید شده



ANSI/AISC 358-22
An American National Standard

Prequalified Connections

for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications

August 18, 2022

Supersedes *Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*, dated May 12, 2016, including Supplements No. 1 (2018) and No. 2 (2020), and all previous versions

Approved by the Connection Prequalification Review Panel



Smarter.
Stronger.
Steel.

ضوابط لرزه ای

قسمت دوم – مشکلات اصلی در زلزله نورث ریج

Causes of Moment Connection Damage in Northridge **توصیه:** الکترودهای کم هیدروژن (قلیایی)

Welding (جوشکاری) { Low Fracture Toughness of Weld Metal (چقرمگی پایین مصالح جوش)
Poor Quality (کیفیت پایین)
Effect of Backing Bars and Weld Tabs (اثر جوش پشت بند و زبانه (گوشواره))

Connection Design (طراحی اتصال) { Inadequate Participation of Beam Web Connection in Transferring Moment and Shear (عدم مشارکت جان در باربری)
Effect of Weld Access Hole (تأثیر سوراخ دسترسی)
Effect of Column Flange Bending (تأثیر خمش بال ستون)

Materials (مصالح) Actual yield stress of A36 beams often significantly higher than minimum specified

(تنش جاری شدن تیرها معمولا به طور قابل ملاحظه ای از مقدار مشخصه حداقل بیشتر است)

A36 (ST37)

ضوابط لرزه ای

مقاومت مورد انتظار مصالح فولادی - Expected (Actual) yield stress

۱۰-۳-۲-۳ ضریب R_y تولیدات فولاد

طبق تعریف، ضریب R_y عبارت است از نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده، که به منظور در نظر گرفتن افزایش مقاومت مورد نیاز باید در محاسبات مدنظر قرار گیرد. کاربرد ضریب R_y در محاسبات لرزه ای سازه های با شکل پذیری مختلف در بخش های مربوطه ارائه شده است. مقدار ضریب R_y از رابطه زیر تعیین می شود.

$$R_y = \frac{F_{ye}}{F_y}$$

(۱۰-۳-۲-۱)

F_y = تنش تسلیم تعیین شده فولاد

F_{ye} = تنش تسلیم مورد انتظار فولاد

جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد (ویرایش ۱۴۰۱)

R_y	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله ای و قوطی شکل نورد شده
۱/۲۰	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	مقاطع ساخته شده از ورق، ورق ها و تسمه ها

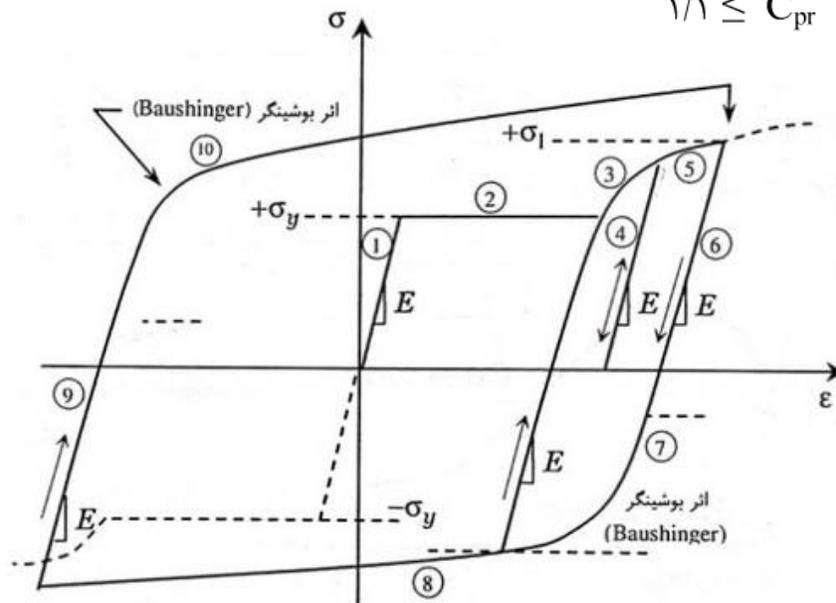
ضوابط لرزه ای

اثرات سخت شوندگی کرنشی مصالح فولادی

C_{pr} = ضریبی است که در برگیرنده آثار عواملی از قبیل سخت‌شدگی، قیدهای موضعی و ملحقات موجود در اتصال تیر به ستون است و برای محاسبه حداکثر نیروی ایجاد شده در اعضا و وسایل اتصال به کار گرفته می‌شود. به جز در موردی که در بخش ۱۰-۳-۱۳-۶ برای C_{pr} عدد خاصی پیش‌بینی شده است، مقدار آن باید از رابطه زیر تعیین شود.

$$1/1 \leq C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} \leq 1/2$$

(۲-۵-۳-۱۰)



منحنی هیستریزیس برای حالتی که نمونه وارد سخت‌شدگی کرنشی شده است

ضوابط لرزه ای

قسمت سوم - محل مفصل پلاستیک (محل شروع خرابی)

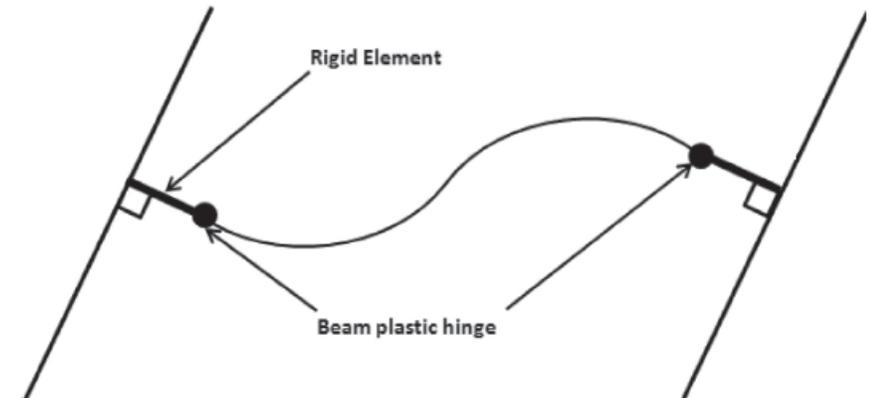
این جواز در ویرایش ۱۴۰۱ حذف شده است!

اتصال تیر به ستون باید به گونه‌ای طراحی شود که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را در داخل تیر فراهم نماید. انجام این امر می‌تواند از طریق ضعیف کردن مقطع تیر در فاصله‌ای محدود از برستون صورت گیرد. روش‌های دیگر برای دستیابی به منظور فوق در اتصالات از پیش تأیید شده بخش ۱۰-۳-۱۳ ارائه شده است.

Column
(Flexural & Axial
Yielding)

Panel Zone
(Shear Yielding)

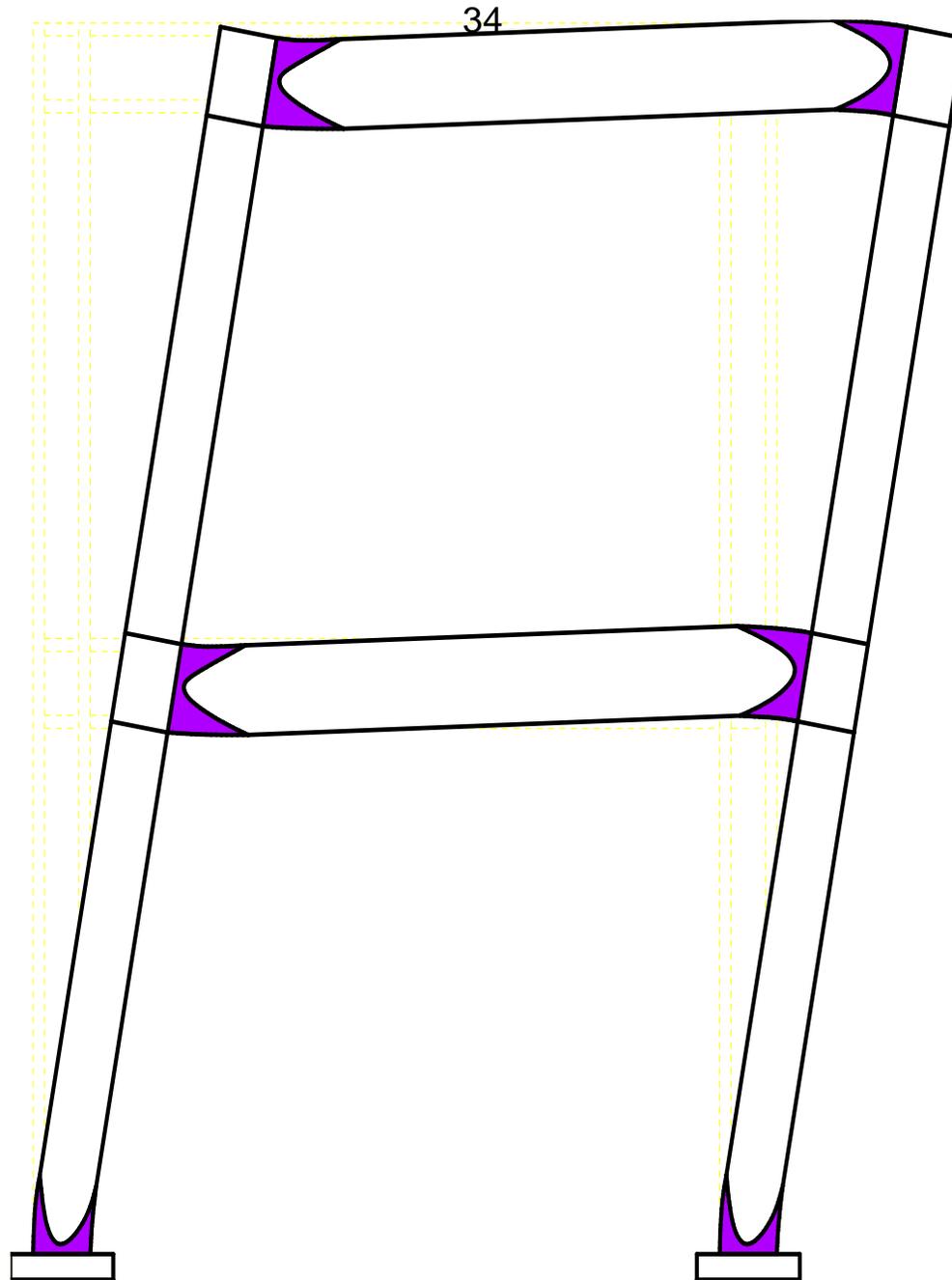
Beam
(Flexural Yielding)



تعاریف- ویرایش ۱۴۰۱

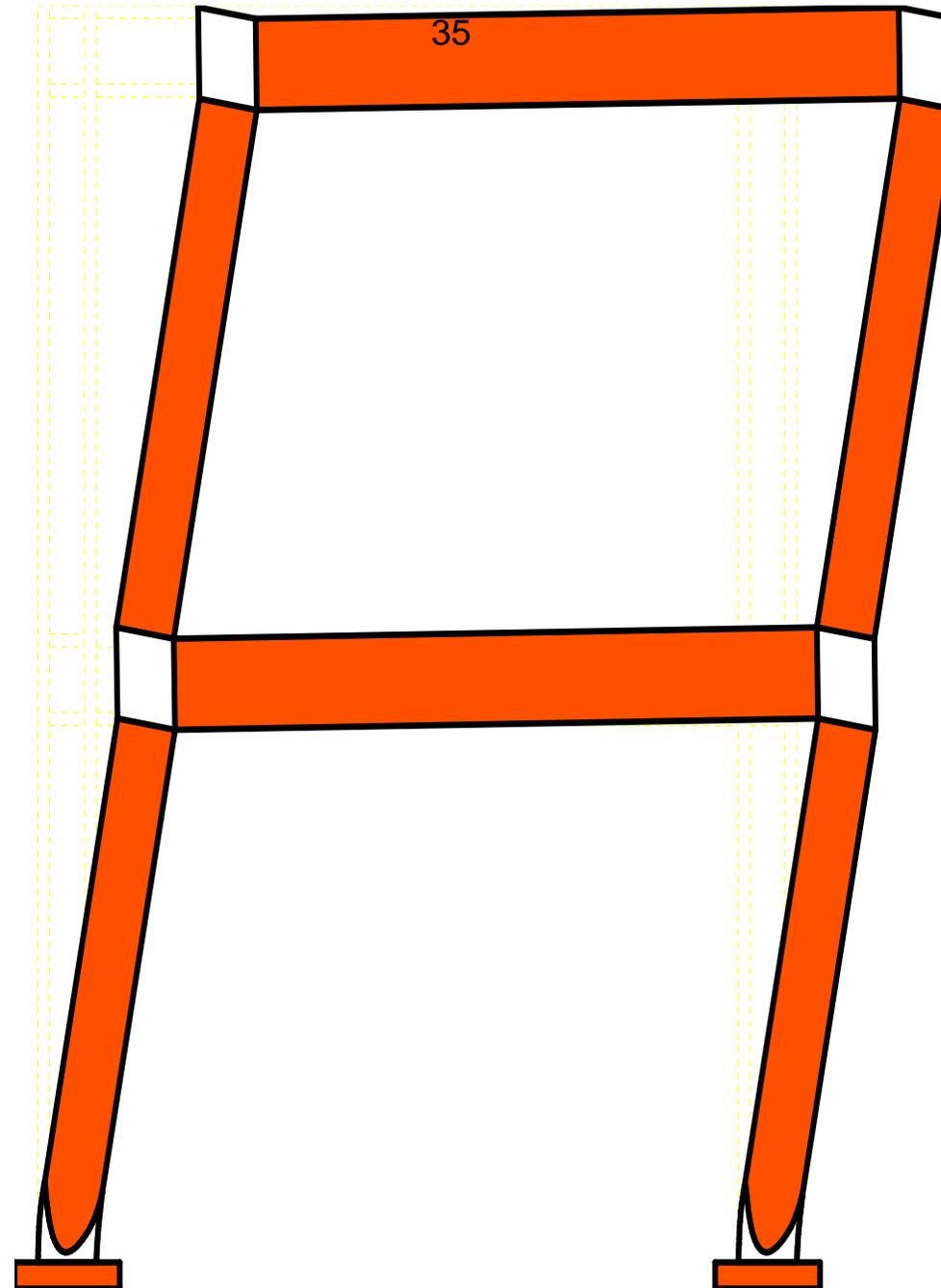
قاب خمشی متوسط: در این سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، تیرها و ستون‌ها باید فولادی باشند. در تحمل بارهای ثقیلی با رعایت الزامات اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده، می‌توان از عملکرد بین تیر فولادی با دال بتنی متکی بر آن استفاده نمود. شکل‌پذیری مورد انتظار در این سیستم باربر جانبی محدود بوده و از طریق تغییرشکل‌های دورانی فرا ارتجاعی محدود در انتهای تیرها یا انتهای ستون‌ها و تسلیم برشی محدود در ناحیه چشمه اتصال تأمین می‌شود.

قاب خمشی ویژه: در این سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، تیرها و ستون‌ها باید فولادی باشند. در تحمل بارهای ثقیلی، با رعایت الزامات اتصالات گیردار پیش‌تأییدشده، می‌توان از عملکرد مختلط بین تیر فولادی با دال بتنی متکی بر آن استفاده نمود. شکل‌پذیری مورد انتظار در این سیستم باربر جانبی قابل‌ملاحظه بوده و از طریق تغییرشکل‌های دورانی فرا ارتجاعی زیاد در انتهای تیرها، تسلیم برشی کم در ناحیه چشمه اتصال و تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی دورانی در ستون‌ها در تراز پایه تأمین می‌شود.



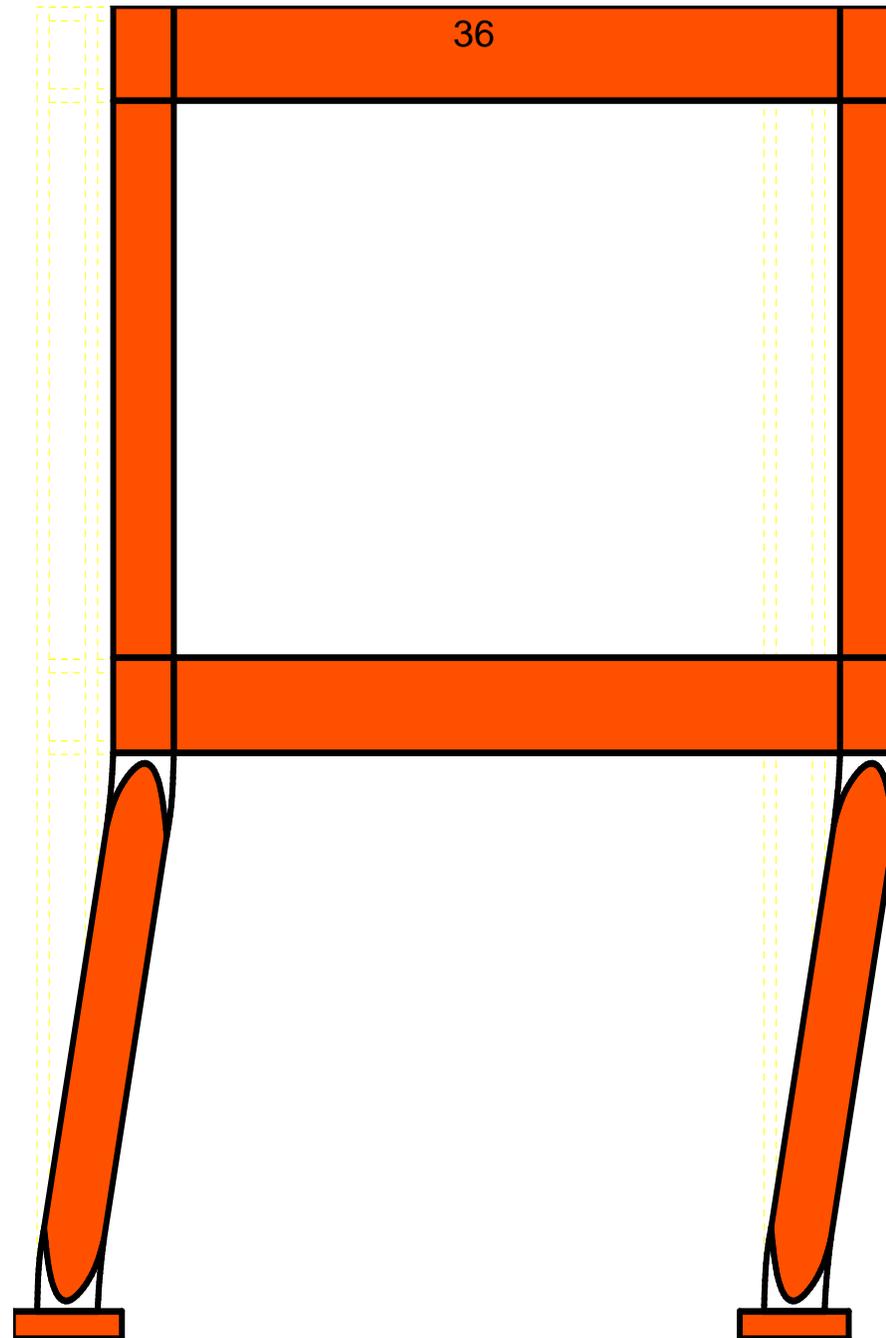
Plastic Hinges
In Beams





Plastic Hinges
In Column Panel Zones





Plastic Hinges
In Columns:

Potential for Soft Story
Collapse

ضوابط لرزه ای

قسمت سوم - محل مفصل پلاستیک (محل شروع خرابی)



ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

الف- حداکثر فواصل $1-8-2-3-10$ و $2-8-2-3-10$ ویرایش ۱۴۰۱

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

در ارتباط با مهار جانبی تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه الزامات زیر باید تأمین شوند.

الف) کلیه تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای باید در فاصله L_b دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هر گونه کمانش جانبی، پیچشی و جانبی- پیچشی در خلال تغییرشکل‌های فراتر از جایی جلوگیری شود. مهار جانبی تیرها باید به گونه‌ای تعبیه شوند که در محل اتصال آن‌ها به تیر از تغییر مکان جانبی هر دو بال تیر یا از پیچش کل مقطع به نحو موثری جلوگیری به عمل آید.

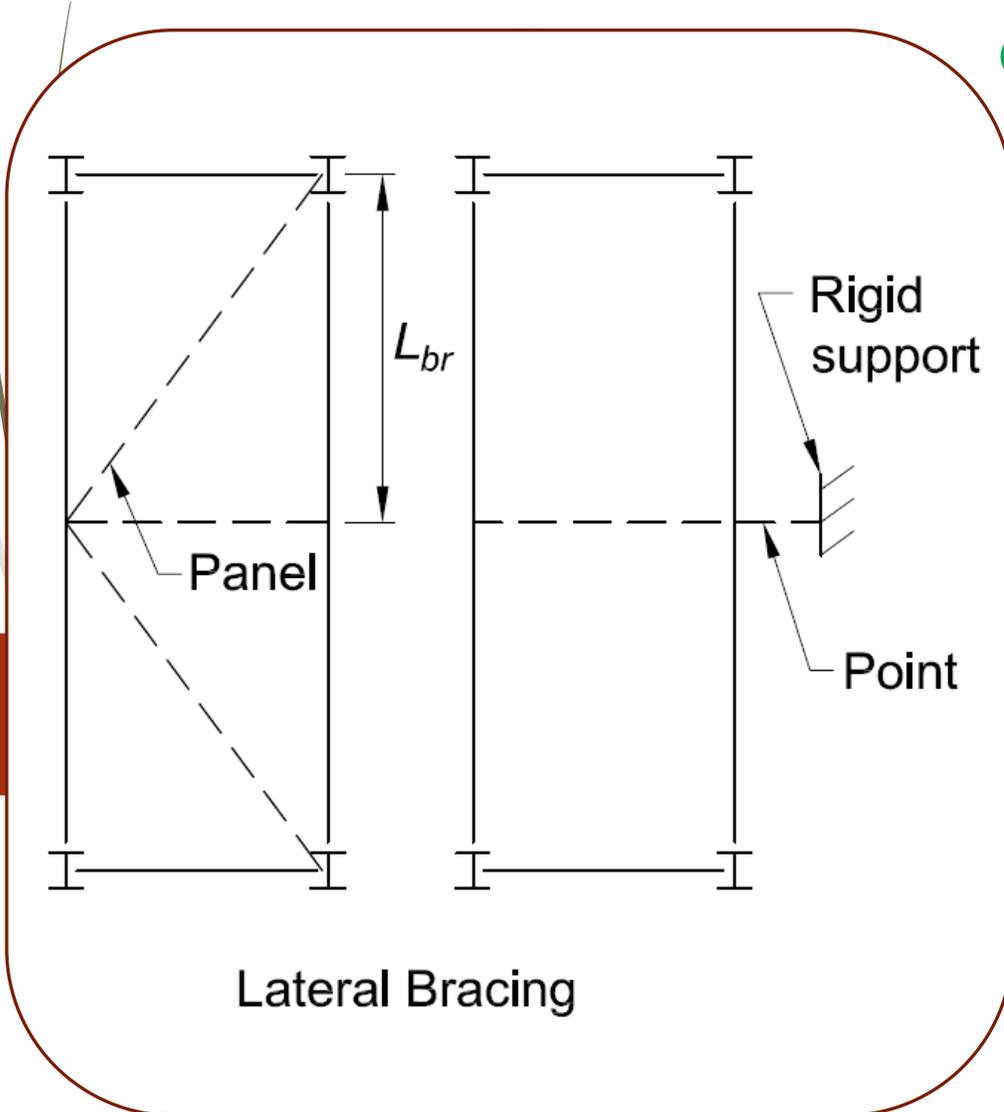
ت) مقدار حداکثر L_b برای تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در سیستم‌های با شکل‌پذیری متوسط برابر $0.17 I_y \frac{E}{F_y}$ و در سیستم‌های با شکل‌پذیری زیاد برابر $0.086 I_y \frac{E}{F_y}$ می‌باشد، که در آن I_y شعاع

ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است.

$$L_b = \frac{0.086 r_y E}{R_y F_y}$$

ویرایش ۱۴۰۱

$$L_b = \frac{0.17 r_y E}{R_y F_y}$$



ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

در مهار جانبی ۲ نوع مهار وجود دارد، مهار صفحه ای و مهار نقطه ای. مهار صفحه ای که با مهاربندی صفحه فوقانی تیرها انجام می شود و دیگری با اتکا تیر به یک تکیه گاه یا المان صلب.

در بحث مهار پیششی ۲ نوع مهار وجود دارد، یکی پیوسته (بوسیله دال) و دیگری منقطع (یا نقطه ای بوسیله تیر یا قاب متقاطع). در تیر متقاطع صرف وارد شدن تیرچه عمود به تیر کافی نیست، بلکه علاوه بر اتصال خمشی، مقطع تیرچه باید برای لنگر پیششی که از تیر اصلی به این مهارها به صورت خمشی وارد میشود کنترل شود، اگه جوابگو باشند، تیرچه ها مهار پیششی محسوب میشوند و ارتفاع قرار گرفتن مهار پیششی (بر خلاف مهار جانبی) مهم نیست. در روش تیر متقاطع، سخت کننده نیز معمولاً استفاده می شود.

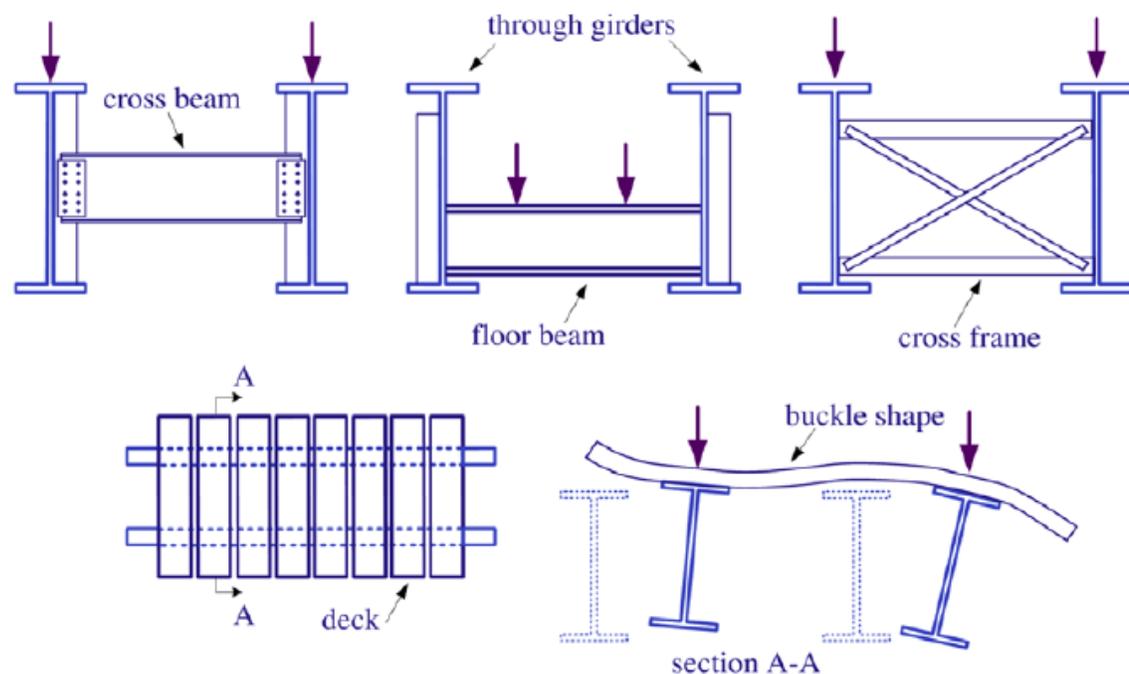


Fig. 1. Types of torsional bracings.

ب) تیرهای فولادی با دال بتنی متکی بر آن (ویرایش ۱۴۰۱-۱۰-۳-۲-۸) در این نوع تیرها، در محدوده‌ای که بین دال بتنی و تیر فولادی برشگیر موردنیاز تعبیه شود، بال فوقانی تیر، مهارشده محسوب می‌شود. بال تحتانی تیر و بال فوقانی آن در سایر نواحی در صورت نیاز باید الزامات مهارهای جانبی حالت (الف) این بند را تأمین نمایند.

ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

نیرو و سختی مورد نیاز برای مهار پیچشی نقطه ای:

ANSI/AISC 360-16

APPENDIX 6
MEMBER STABILITY BRACING

About the longitudinal axis of the beam, the required **flexural strength** of the brace is:

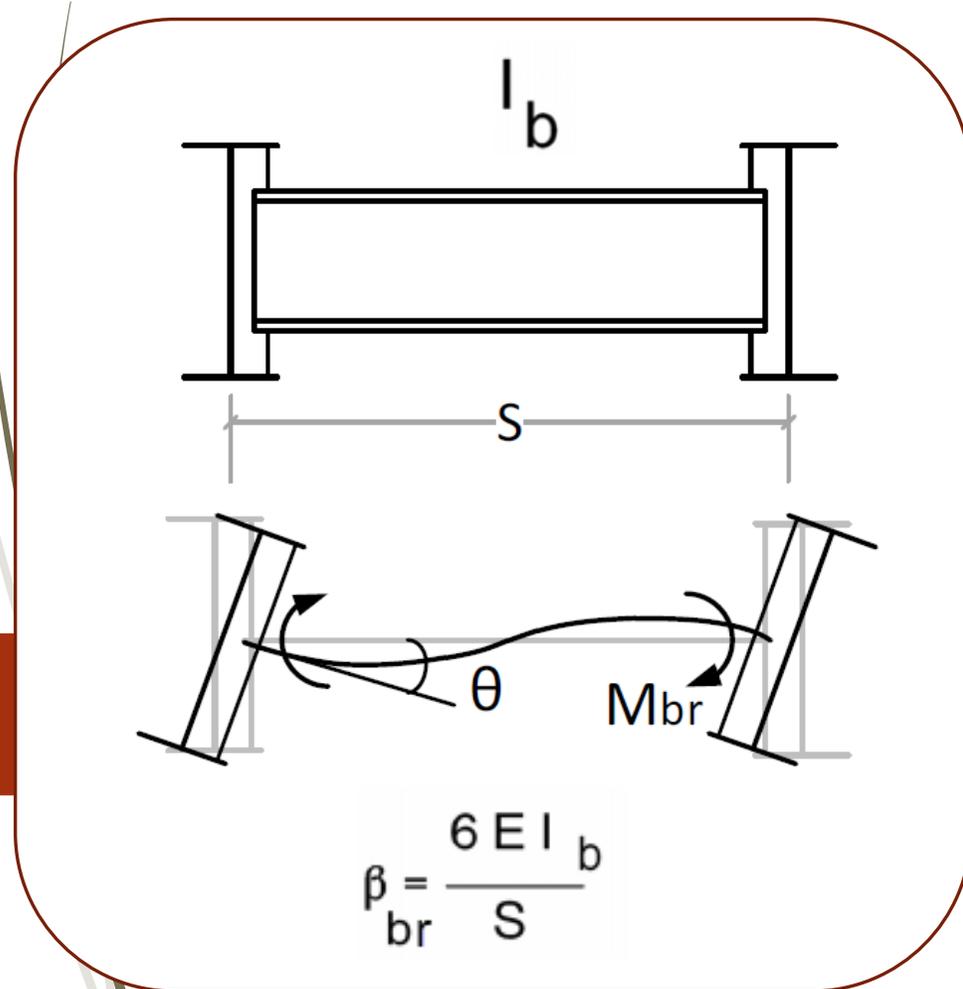
$$M_{br} = 0.02M_r$$

and, the **required flexural stiffness** of the brace is:

$$\beta_{br} = \frac{\beta_T}{\left(1 - \frac{\beta_T}{\beta_{sec}}\right)}$$

where

$$\beta_T = \frac{1}{\phi} \frac{2.4L}{nEI_{yeff}} \left(\frac{M_r}{C_b}\right)^2 \quad \beta_{sec} = \frac{3.3E}{h_o} \left(\frac{1.5h_o t_w^3}{12} + \frac{t_{st} b_s^3}{12}\right)$$



User Note: Torsional bracing can be provided as point bracing, such as cross-frames, moment-connected beams or vertical diaphragm elements, or as **continuous bracing**, such as slabs or decks.

ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

نیرو و سختی مورد نیاز برای مهار جانبی نقطه ای (بال فشاری):

ANSI/AISC 360-16

APPENDIX 6
MEMBER STABILITY BRACING

In the direction perpendicular to the longitudinal axis of the beam, the required strength of end and intermediate point braces is

$$P_{br} = 0.02 \left(\frac{M_r C_d}{h_o} \right)$$

and, the required stiffness of the brace is

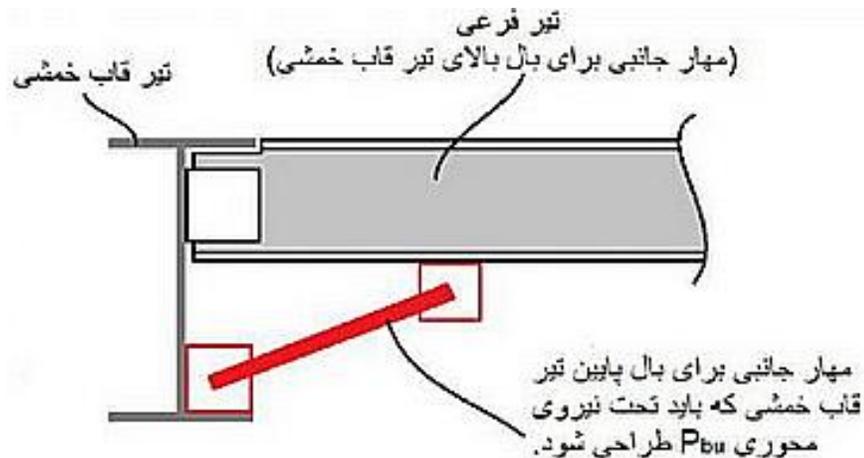
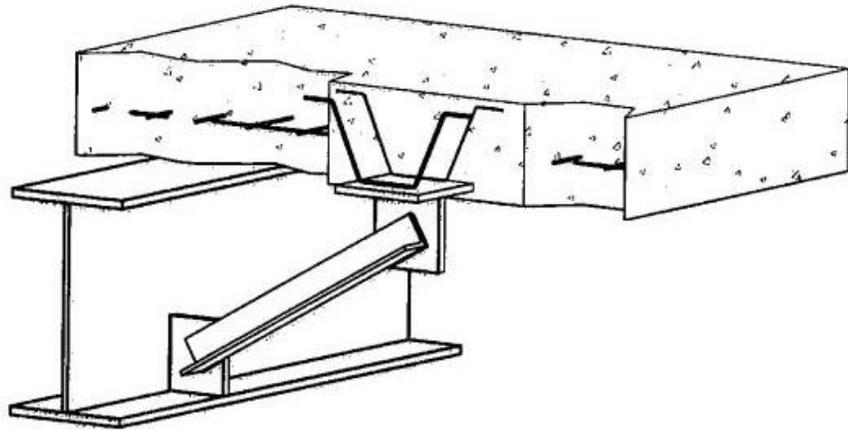
$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left(\frac{10 M_r C_d}{L_{br} h_o} \right) \text{ (LRFD)}$$

$C_d = 1.0$, except in the following case:

= 2.0 for the brace closest to the inflection point in a beam subject to double curvature bending

ANSI/AISC 341-16

→ $C_d = 1.0$



ضوابط لرزه ای (ویرایش ۱۴۰۱)

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

۳- مهارهای جانبی به کاررفته در هر دو بال تیر باید حداقل دارای مقاومت فشاری موجود برابر $\frac{0.02M_r}{h_0}$ باشند. همچنین مهارهای جانبی باید حداقل دارای سختی برابر $\frac{1}{\phi} \frac{10M_u}{L_b h_0}$ در طراحی به

روش LRFD و برابر $\Omega \frac{10M_u}{L_b h_0}$ در طراحی به روش ASD باشند. مهارهای پیچشی نقطه‌ای

به کاررفته در مقطع تیر باید دارای مقاومت خمشی موجود حداقل برابر $0.02M_r$ و دارای سختی

دورانی حداقل برابر $\frac{\beta_T}{1 - \frac{\beta_T}{\beta_{sec}}}$ باشند، که در آن:

$$\beta_T = \frac{1}{\phi} \frac{2.4L}{nEI_{yeff}} \left(\frac{M_u}{C_b} \right)^2 \quad \text{و} \quad \phi = 0.75 \quad (\text{LRFD}) \quad (1-2-3-10)$$

$$\beta_T = \Omega \frac{2.4L}{nEI_{yeff}} \left(\frac{M_u}{C_b} \right)^2 \quad \text{و} \quad \Omega = 3 \quad (\text{ASD}) \quad (2-2-3-10)$$

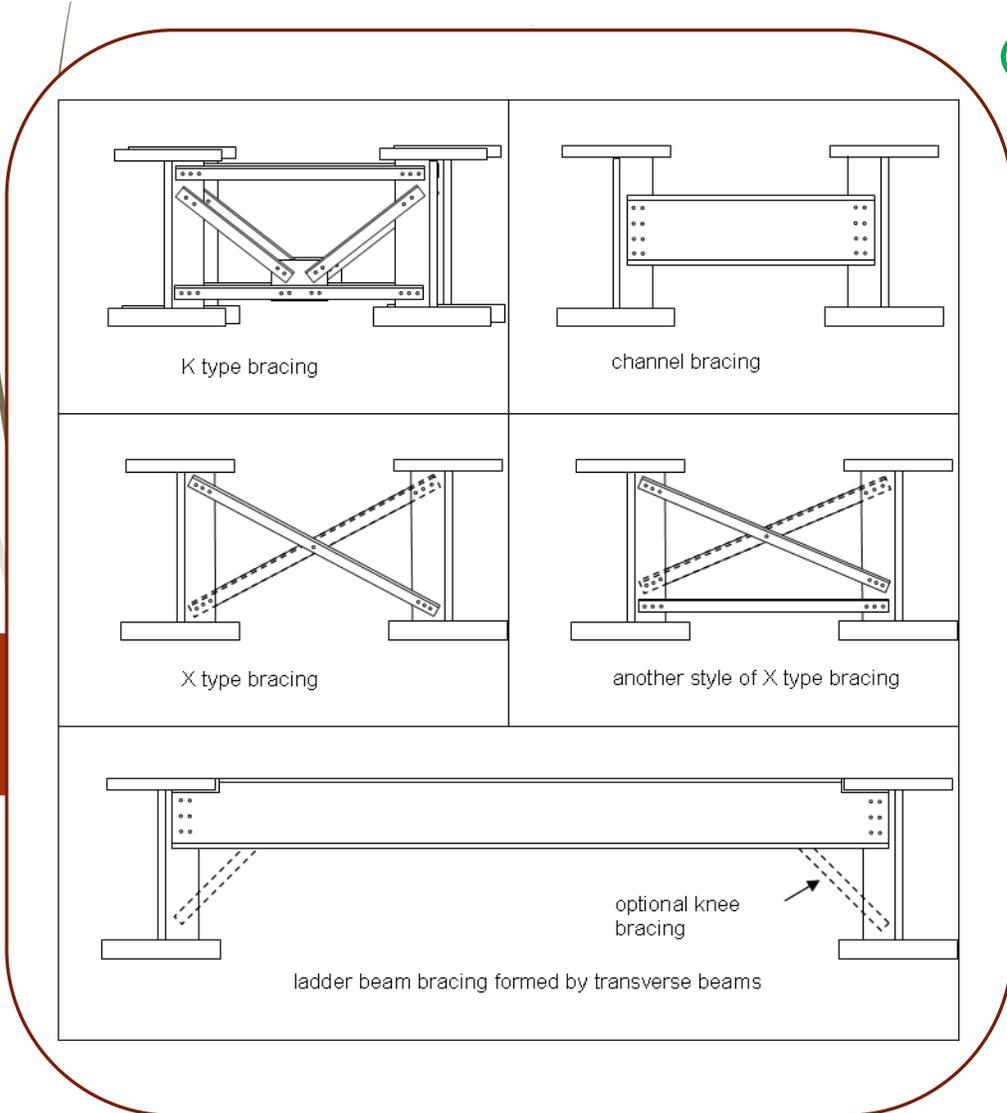
$$\beta_{sec} = \frac{3.3E}{h_0} \left(\frac{1.5h_0 t_w^3}{12} + \frac{t_{st} b_s^3}{12} \right) \quad \text{سختی جان در برابر اعوجاج} \quad (3-2-3-10)$$

E = مدول الاستیسیته فولاد n = تعداد مهارهای پیچشی در طول دهانه تیر

$$I_{yeff} = I_{yc} + \left(\frac{t}{c} \right) I_{yt} \quad \text{در مقاطع متقارن برابر } I_y \text{ است} \quad (4-2-3-10)$$

I_{yc} = ممان اینرسی بال فشاری نسبت به محور ضعیف مقطع

I_{yt} = ممان اینرسی بال کششی نسبت به محور ضعیف مقطع



ضوابط لرزه ای

(ویرایش ۱۴۰۱) ۱-۷-۳-۱۰ الزامات عمومی

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

ب- تاکید بر محل مهار جانبی در نزدیکی مفصل (AISC 358)

تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند. علاوه بر الزامات بخش ۱۰-۳-۶ در دو انتهای تیر تعبیه مهار جانبی در فاصله‌ای بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن الزامی است. در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو انتهای محافظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلی‌متر باشند، تعبیه مهار جانبی در محل‌های مذکور الزامی نیست.

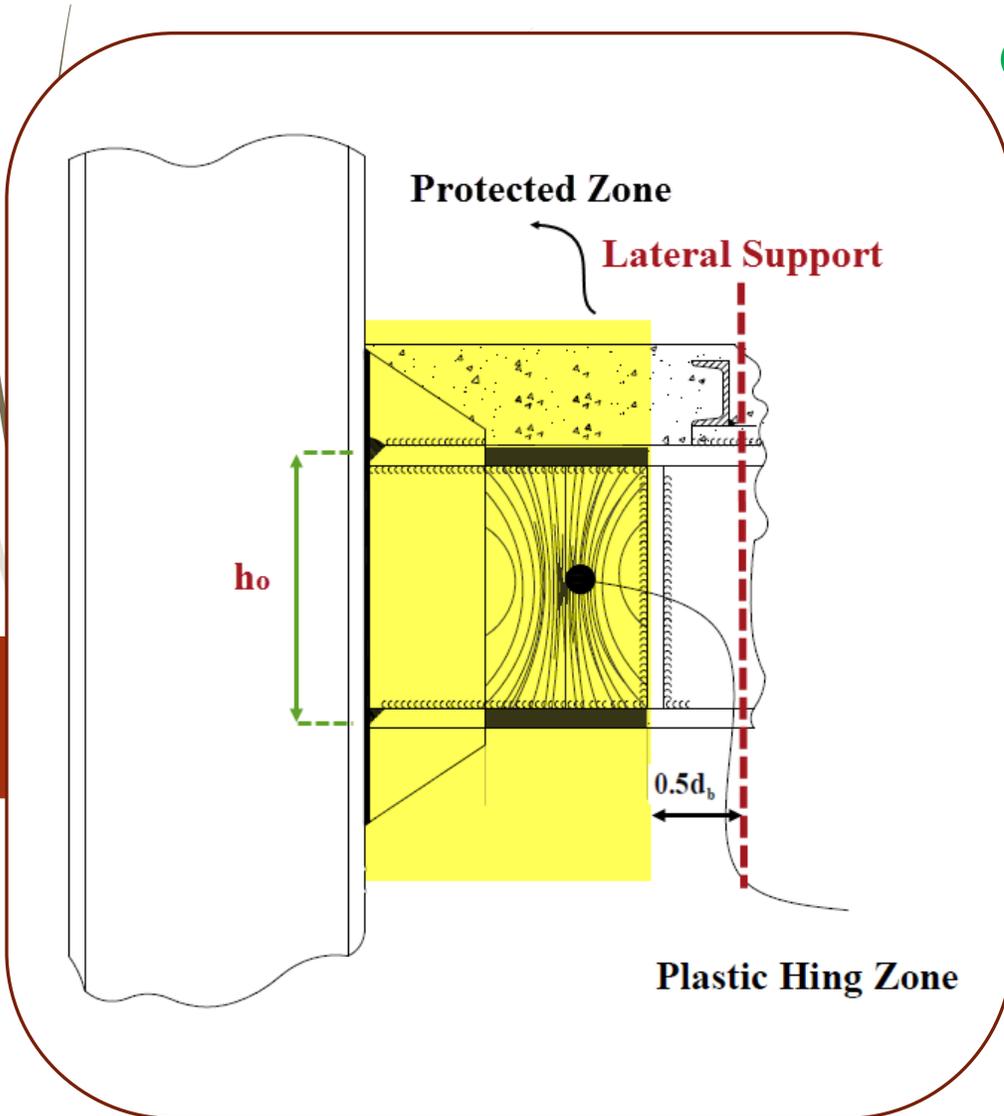
۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

$$P_{bu} = 0.6 R_y F_y Z_b / h_o \quad \text{نیروی مهار جانبی (در محل مفصل):}$$

$$M_{ru} = 0.6 R_y F_y Z_b \quad \text{لنگر مهار پیششی (در محل مفصل):}$$

Z_b = اساس مقطع پلاستیک مقطع تیر

h_o = فاصله مرکز تا مرکز بال‌های تیر



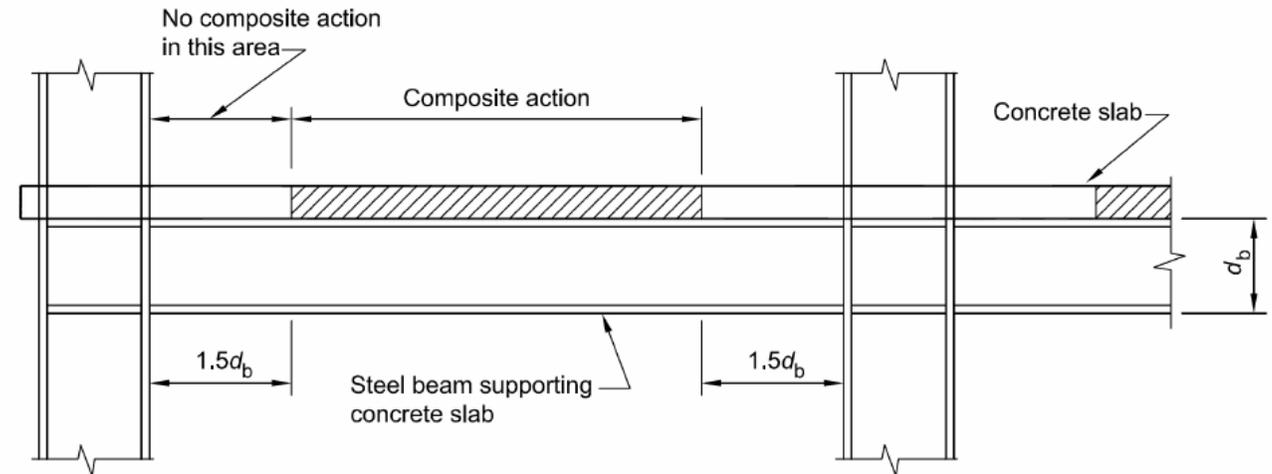
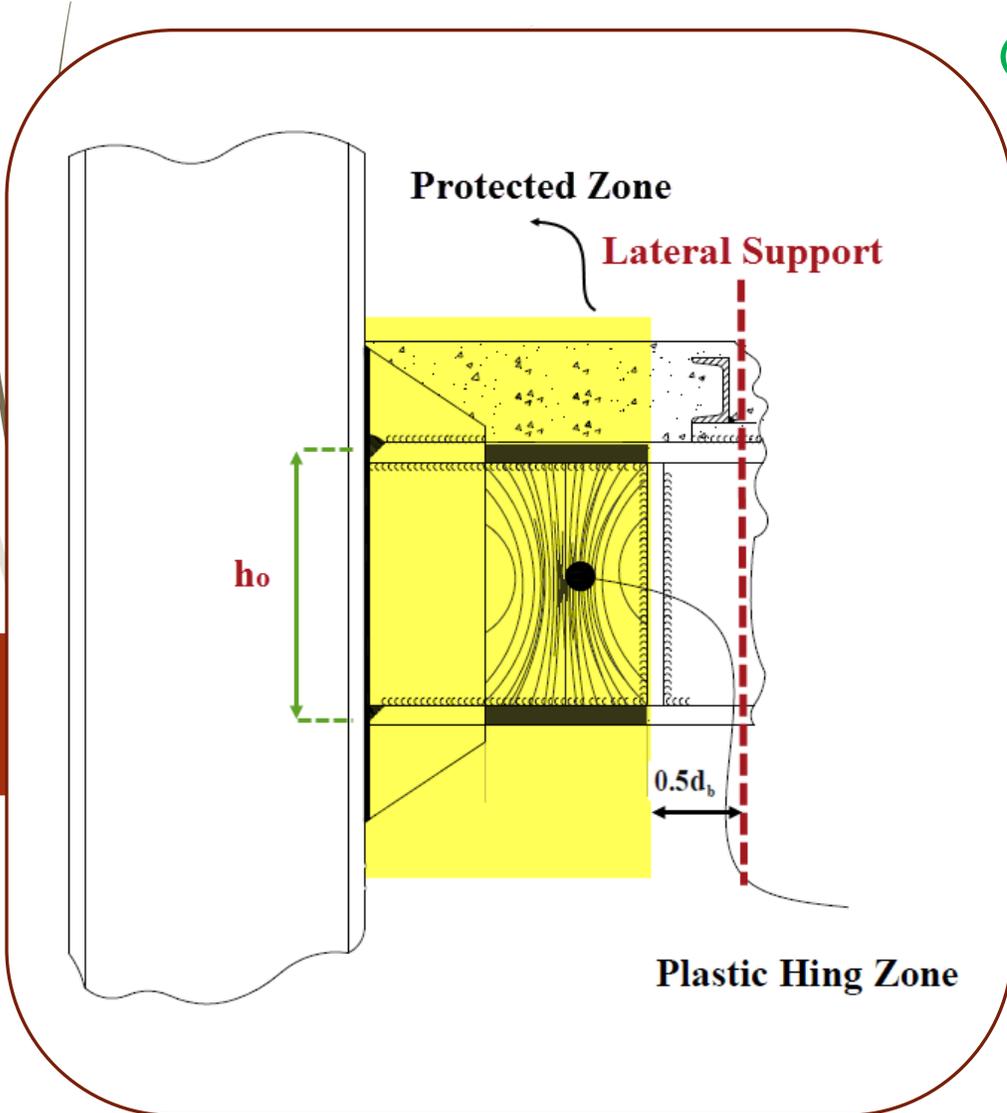
ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

اجرای برشگیر در محدوده محافظت شده ممنوع است! در محدوده میانی حداکثر فاصله ۳۰ سانتیمتر و شروع اولین برشگیر از ابتدای محدوده محافظت شده می باشد.

NZS 1170.5:2004

68

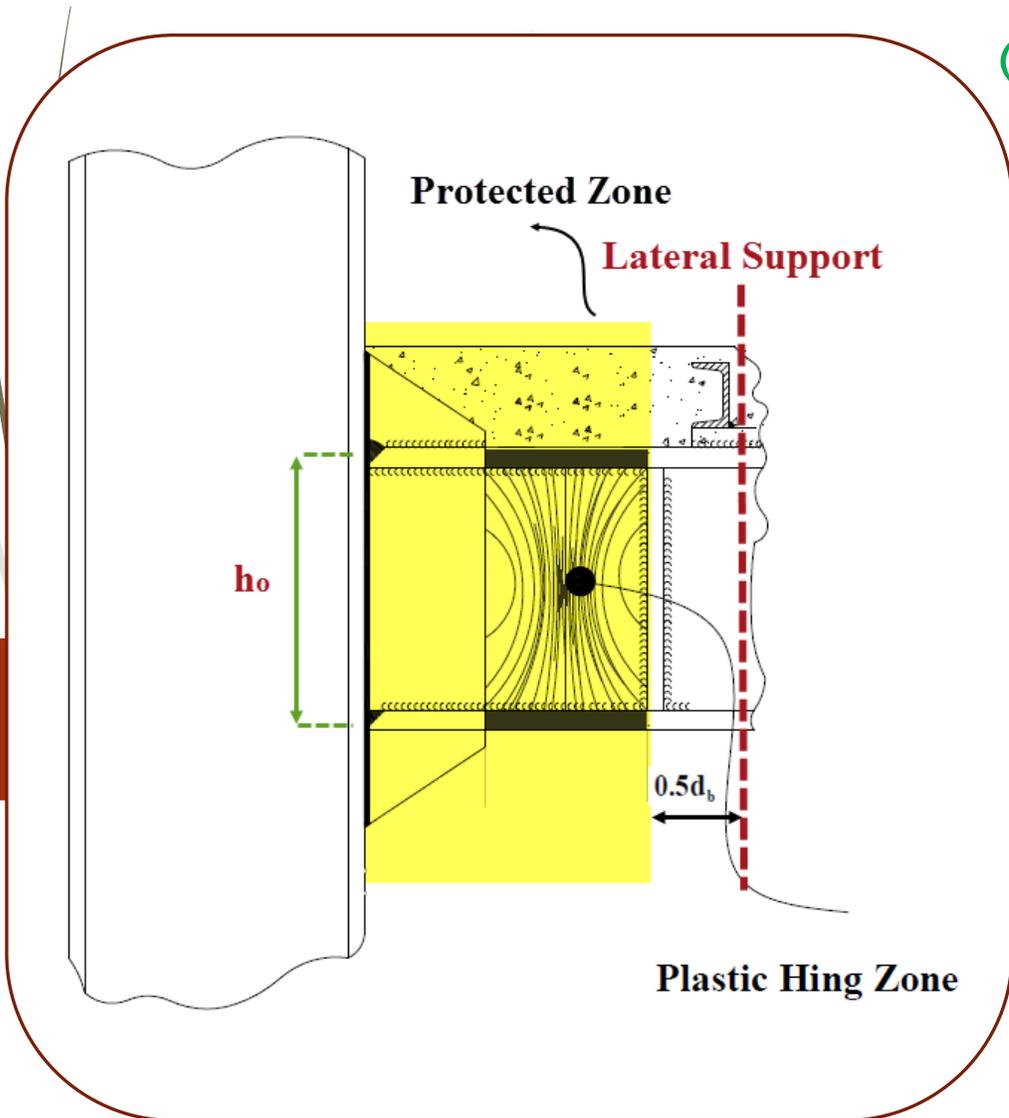


(a) Structural steel beams supporting concrete slab

۱۰-۳-۷-۱ الزامات عمومی (اتصالات از پیش تایید شده) ویرایش ۱۴۰۱

ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)



۱-۳-۲-۸-۳ مهار جانبی اضافی در نواحی مفصل پلاستیک

در مواردی که در الزامات سیستم‌های برابر جانبی لرزه‌ای، تعبیه مهارهای جانبی اضافی مقرر شده باشد، این مهارهای جانبی اضافی باید در مجاورت نواحی محل مورد انتظار تشکیل مفصل پلاستیک تیر تعبیه شود. در صورت نیاز به این نوع مهارهای جانبی اضافی، الزامات زیر باید رعایت شوند:

الف) تیرهای فولادی

در تیرهای فولادی، مهارهای جانبی اضافی باید الزامات زیر را تأمین نمایند:

۱- هر دو بال تیر باید به صورت جانبی یا مقطع تیر از طریق مهار پیچشی نقطه‌ای، مهار شود.

۲- مهارهای جانبی اضافی باید حداقل دارای مقاومت فشاری موجود $\frac{0.06R_y F_y Z}{\alpha_s h_o}$ و مهارهای

پیچشی نقطه‌ای اضافی باید حداقل دارای مقاومت خمشی موجود برابر $\frac{0.06R_y F_y Z}{\alpha_s}$ باشند.

۳- حداقل سختی موردنیاز مهارهای جانبی اضافی و حداقل سختی دورانی موردنیاز مهارهای

پیچشی نقطه‌ای اضافی باید براساس $M_r = \frac{R_y F_y Z_p}{\alpha_s}$ و مطابق بند ۱-۳-۲-۸-۳-۱۰ تأمین شود.

ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهـار جانبی اتصال (مهـار لرزه ای یا تکمیلی)

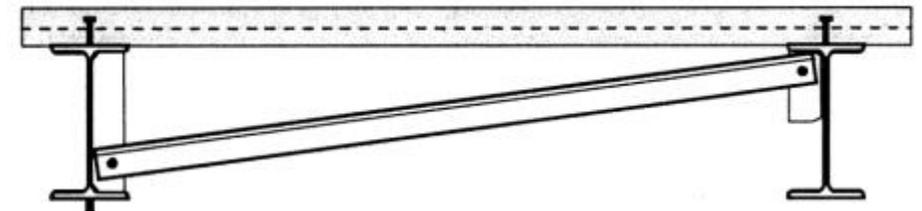
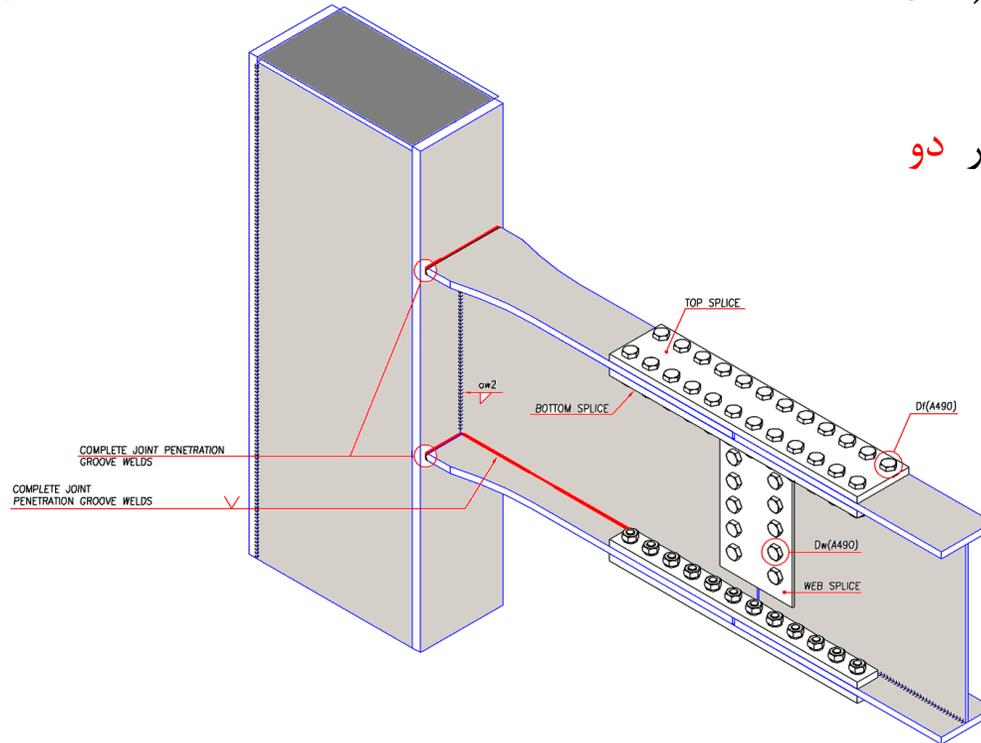


ضوابط لرزه ای

قسمت چهارم - مهار جانبی اتصال (مهار لرزه ای یا تکمیلی)

۱- وصله ها باید طوری طراحی و اجرا شوند که هیچ قسمت آن (مثلا ورقهای وصله بال) در محدوده محافظت شده قرار نگیرد!!

۲- در وصله درختی معمولا امکان اجرای گلمیخ یا برشگیر در دو انتهای ناحیه محافظت شده وجود ندارد!



اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط کلی

۱-۷-۳-۱۰ الزامات عمومی ویرایش ۱۴۰۱

۱-۱۳-۳-۱۰ الزامات عمومی اتصالات گیردار از پیش تایید شده

کلیه اتصالات از پیش تایید شده باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) کلیه اتصالات باید به صورت صلب (گیردار کامل) در نظر گرفته شوند.

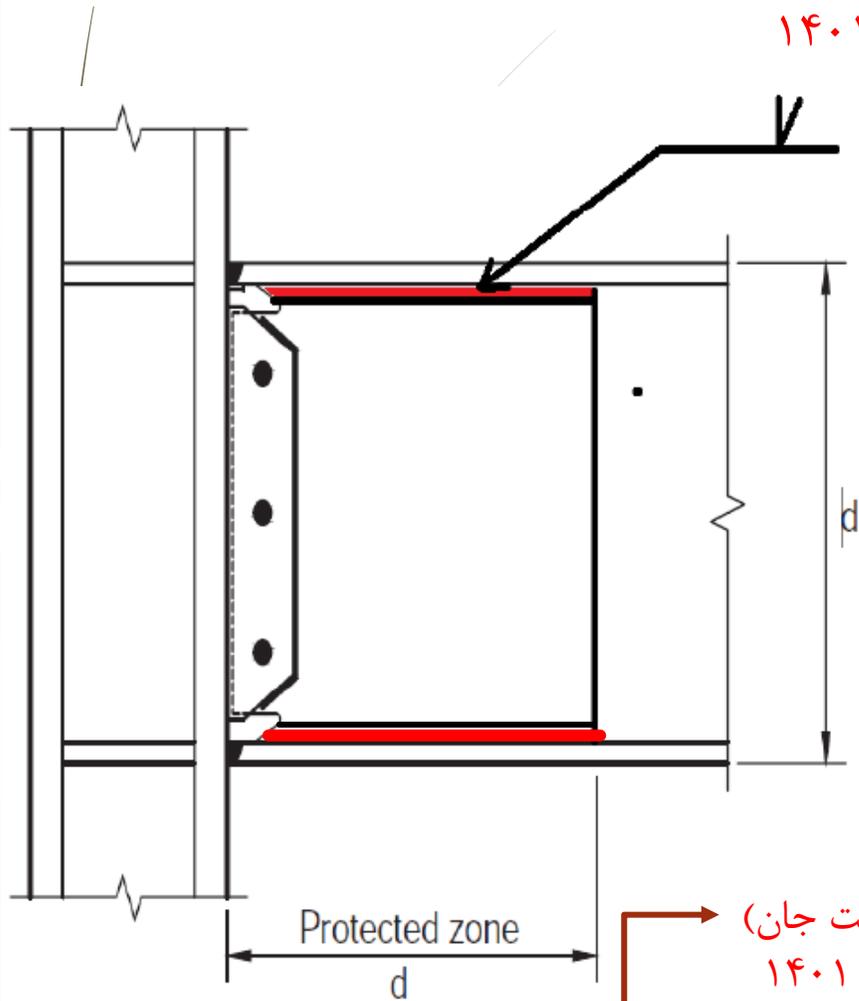
(۲) کلیه جوش‌های بکار رفته در اتصالات باید از طریق آزمایش‌های غیر مخرب نظیر رادیوگرافی و اولتراسونیک (فراصوتی) تایید شوند.

(۴) در کلیه اتصالات از پیش تایید شده فاصله بین مفصل پلاستیک در داخل تیر تا بر ستون با علامت S_h نمایش داده می‌شود و برای انواع مختلف اتصالات مذکور بر اساس نتایج آزمایش، محل تشکیل مفصل پلاستیک در بخش‌های مربوطه ارائه شده است.

(۵) در دو انتهای تیرهای ساخته‌شده از ورق، به فاصله (S_h+d) که در آن d عمق تیر است، اتصال

جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشه تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشه تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر کمتر در نظر

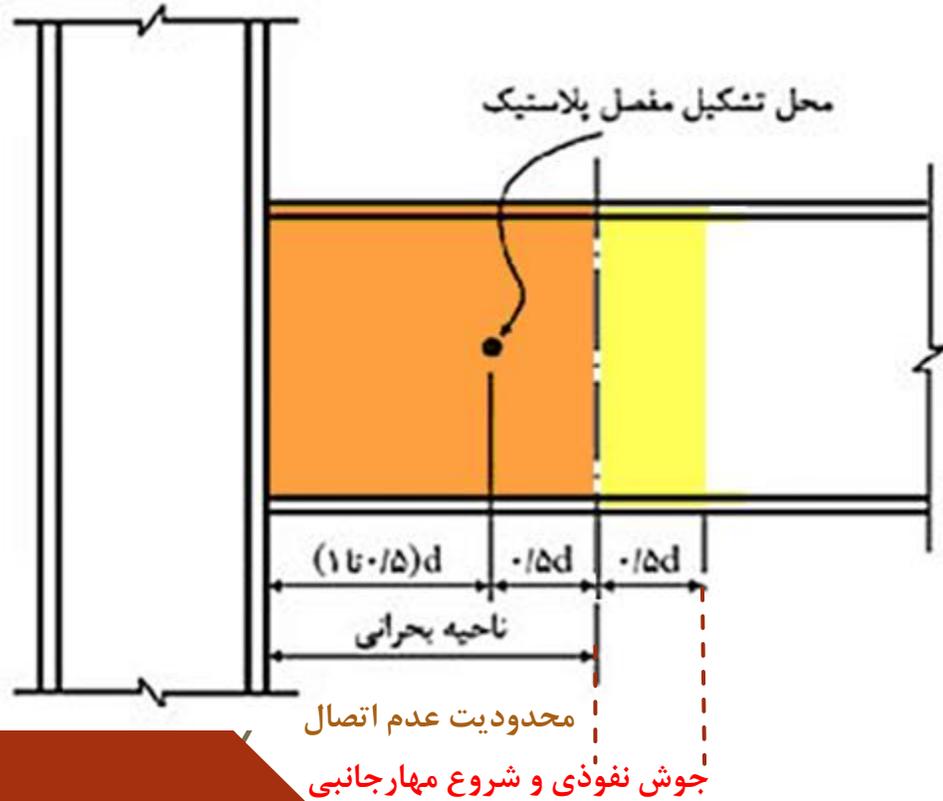
گرفته شود. در مواردی که در بخش‌های مربوط به اتصالات گیردار از پیش تایید شده در این خصوص الزام دیگری وضع شده باشد، تأمین این شرایط برای اتصال جان به بال تیر الزامی نیست.



(یا ضخامت جان)
ویرایش ۱۴۰۱

ANSI/AISC 358-16
ANSI/AISC 358s1-18

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط کلی



$Sh+0.5d$: محدوده محافظت شده (حداقل)

(در ویرایش ۱۴۰۱ در اتصالات از پیش تایید شده معرفی می شود)

$Sh+1.0d$: فاصله شروع مهار جانبی

(در ویرایش ۱۴۰۱ در مجاورت نواحی مورد انتظار مفصل نوشته شده)

$Sh+1.0d$: محدوده جوش نفوذی بال به جان

فواصل مهم

۱۰-۳-۷-۱ الزامات عمومی ویرایش ۱۴۰۱

(۲) در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در فاصله حداقل برابر ۲۵ میلی‌متر از طریق مصالح

انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به وجوه ستون اجتناب شود.

تبصره: منظور از دال بتنی سازه‌ای، دال بتن‌آرمه‌ای است که ضخامت آن بیش از ۷۵ میلی‌متر بوده

و تنش فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن، بیش از ۱۴ مگاپاسکال باشد. در دال بتنی

همراه با عرشه فولادی، ضخامت معادل دال بتنی روی عرشه مدنظر است.

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط کلی

پ) ملاحظات اجرایی تیرها ویرایش ۱۴۰۱

(۹) در صورت نیاز به تعبیه تسمه‌های پشت‌بند در جوش‌های نفوذی، رعایت الزامات زیر ضروری است.

- برداشتن پشت‌بندهای مورد استفاده در اتصال ورق‌های پیوستگی به بال‌ها و جان (یا جان‌های) مقطع ستون، پس از اتمام عملیات جوشکاری الزامی نیست.

- در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، پشت‌بندهای مورد استفاده در بال تحتانی تیر باید برداشته شوند و پس از برداشتن تسمه‌های پشت‌بند، ریشه جوش نفوذی باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر تقویت گردد.

- در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون برداشتن پشت‌بندهای مورد استفاده در بال فوقانی تیر الزامی نیست. در صورتی که تسمه‌های پشت‌بند برداشته نشوند، این تسمه‌ها باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر به بال ستون جوش داده شوند.

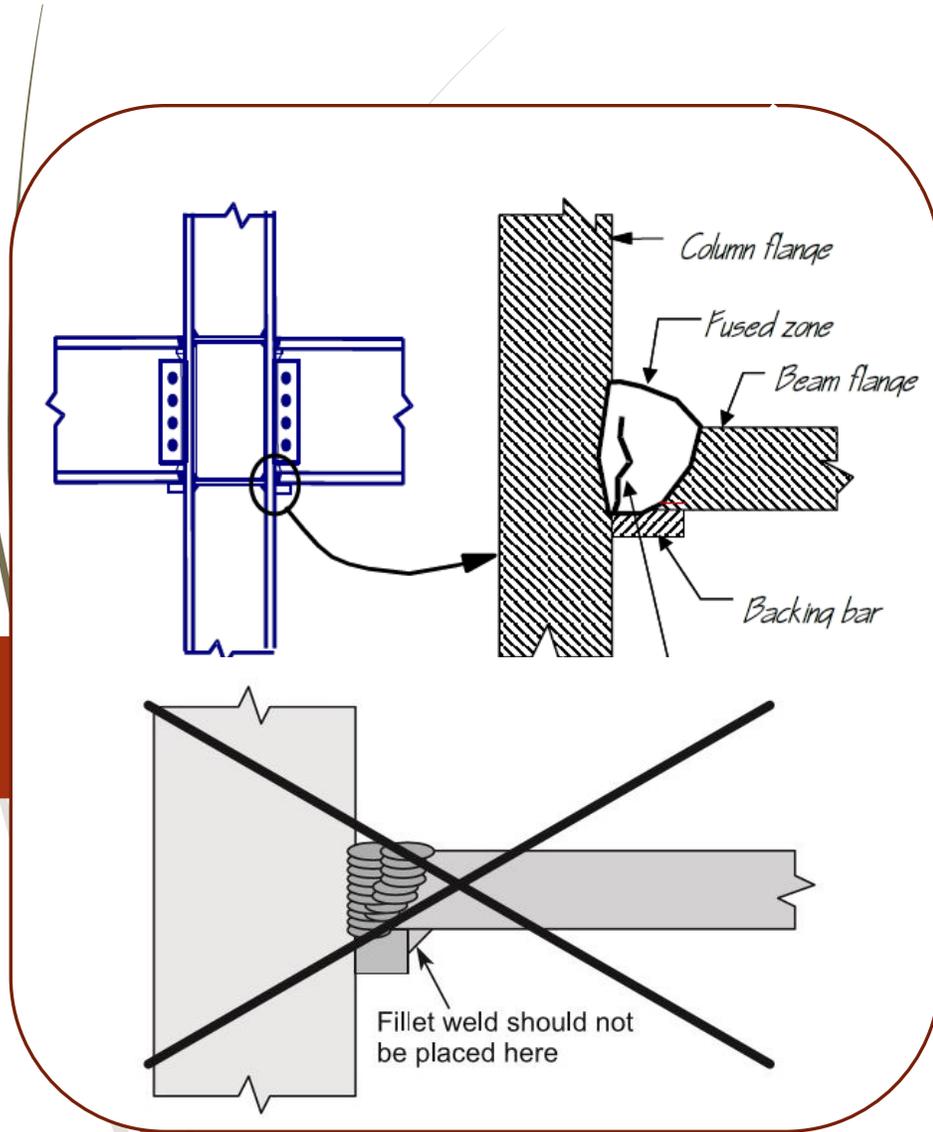
- اتصال پشت‌بندهای مورد استفاده در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، به بال‌های تیر مجاز نیست.

ویرایش ۱۴۰۱

در قاب‌های خمشی ویژه، جوش‌های زیر، بحرانی‌ترین لرزه‌ای محسوب می‌شوند و در مورد آن‌ها باید ضوابط بند ۱۰-۳-۲-۱-۶-ب رعایت شود:

ب) جوش بال و جان تیر به ستون؛

الف) جوش‌های شیاری در محل وصله ستون‌ها



اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - ساخت ستون (ب) اعضا ویرایش ۱۴۰۱

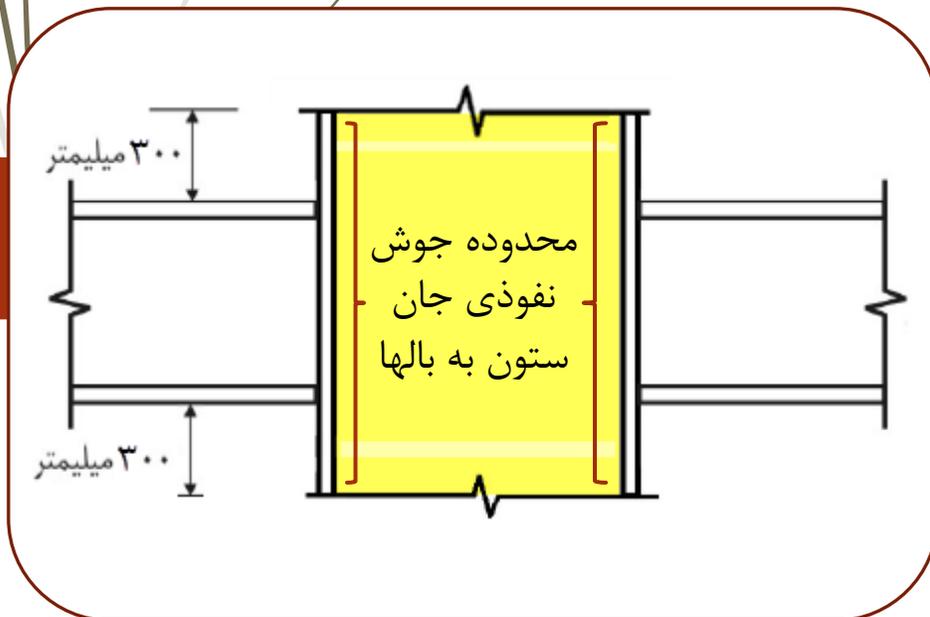
۲- در مواردی که بال تیر مستقیماً یا با واسطه به بال ستون جوش می‌شود، در محدوده اتصال تیر به ستون، مصالح ورق بال‌های ستون که دارای ضخامت مساوی یا بیش از 30 میلی‌متر هستند، باید دارای خواص تاییدشده در امتداد ضخامت بوده و از نظر طاقت نمونه شیار داده‌شده شاریبی، حداقل از رده J0 باشند.

تبصره: رده J0 به رده‌ای از مصالح فولادی گفته می‌شود که طاقت نمونه شیار داده‌شده شاریبی آن حداقل 27 ژول در دمای صفر درجه سلسیوس باشد.

(۶) در ستون‌های H شکل ساخته‌شده از ورق، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال‌های تیر، اتصال جان به بال‌های مقطع ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشه تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشه تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر و ضخامت جان مقطع ستون کمتر در نظر گرفته شود.

(۷) در ستون‌های قوطی شکل ساخته‌شده از ورق، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال تیر، اتصال جان‌ها به بال‌های مقطع ستون، باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.

(۸) در ستون‌های ساخته‌شده از ورق با مقطع صلیبی شکل، در محل اتصال تیر به ستون به فاصله‌ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلی‌متر بالا و پایین بال تیر، اتصال جان‌ها به بال‌ها و جان دیگر باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با جوش گوشه تقویتی در هر دو طرف جان باشد. ضخامت جوش‌های گوشه تقویتی در هر طرف جان نباید از ۸ میلی‌متر و ضخامت جان مقطع ستون کمتر در نظر گرفته شود.



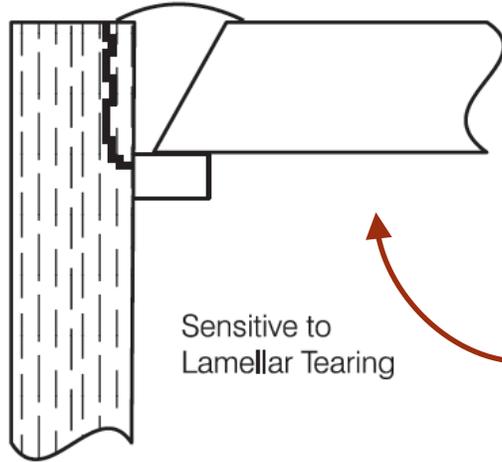


21

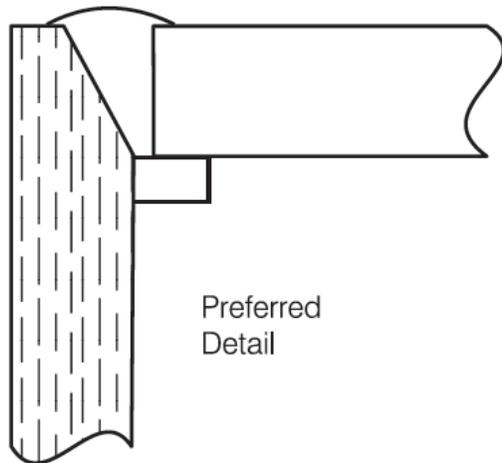
Steel Design Guide

اتصالات از پیش تایید شده
قسمت دوم - ساخت ستون

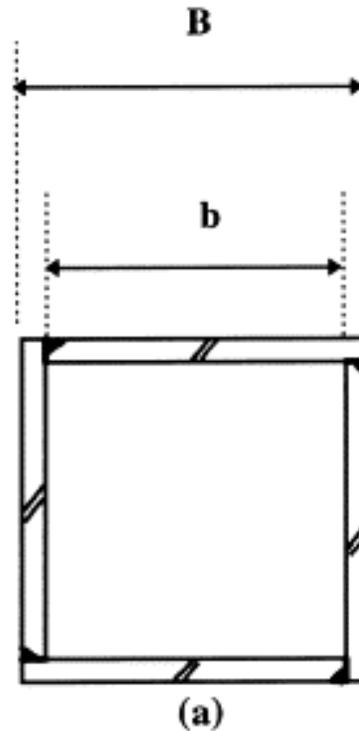
Welded Connections— A Primer for Engineers



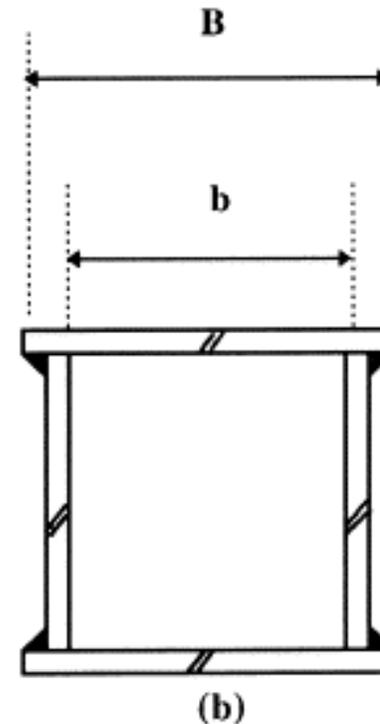
Sensitive to
Lamellar Tearing



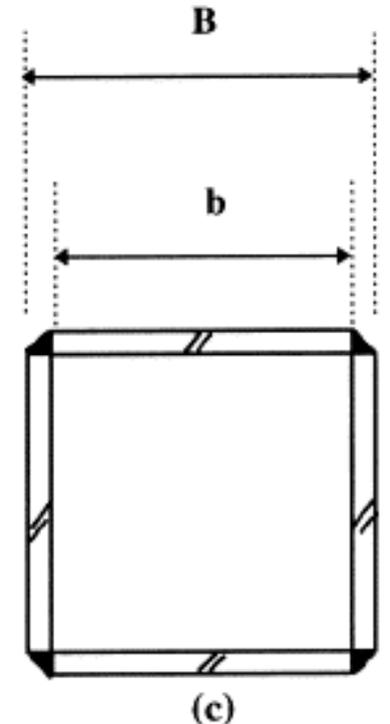
Preferred
Detail



(a)



(b)



(c)

اتصالات از پیش تایید شده

نکته: آزمایش تورق Lamination Test

تورق در اثر حضور آلودگی و ناخالصی غیر فلزی موجود در **زمان تولید فولاد** ایجاد می شود.

یادآوری ۳- برای آزمایش تورق استانداردهای EN10160 و ASTM A 435 و برای بازرسی چشمی ورق ها استاندارد EN 10163 توصیه می گردد.

(۶) انجام آزمایش تورق برای ورق های با ضخامت بالای ۲۵ میلی متر به صورت ۱۰۰٪ می باشد و مدارک معتبر و مورد تایید سازمان بازرسی کننده ارائه شده از طرف پیمانکار اجرائی، قابل قبول می باشد. در مورد ورق های با ضخامت کمتر از ۲۵ میلی متر آزمایش تورق در صورت صلاحدید سازمان بازرسی کننده صورت می گیرد.

در صورت مشاهده ترک های ناشی از تورق و یا ناپیوستگی های سطحی می توان مطابق جدول زیر به تعمیر و عملیات اصلاحی اقدام نمود. (AWS D1.1 2020-Table 7.4)

- ✓ هر نوع ناپیوستگی با طول مساوی ۲۵ میلیمتر لازم نیست.
- ✓ هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق کمتر از ۳ میلیمتر لازم نیست ولی عمق باید مورد بررسی قرار گیرد.
- ✓ هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق ۳ تا ۶ میلیمتر باید کاملاً برداشته ولی جوش لازم نیست.
- ✓ هر نوع ناپیوستگی با طول بزرگتر از ۲۵ میلیمتر و عمق بیش از ۶ میلیمتر باید کاملاً برداشته و با جوش پر شود.

استاندارد انجمنی اس ۴-۱ : ۱۳۹۲ چاپ اول
IWNT S4.1:2013 1st Edition

آزمایش غیر مخرب جوش ها -
ساختمان های سازه فولادی

Non-destructive testing
of welds -
Steel structure buildings

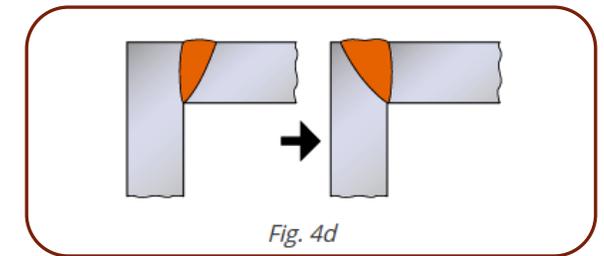
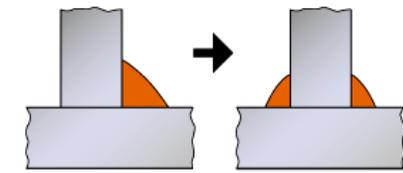
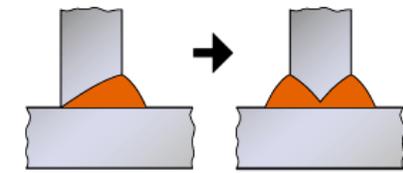
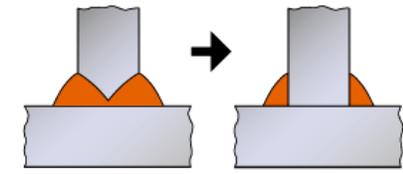
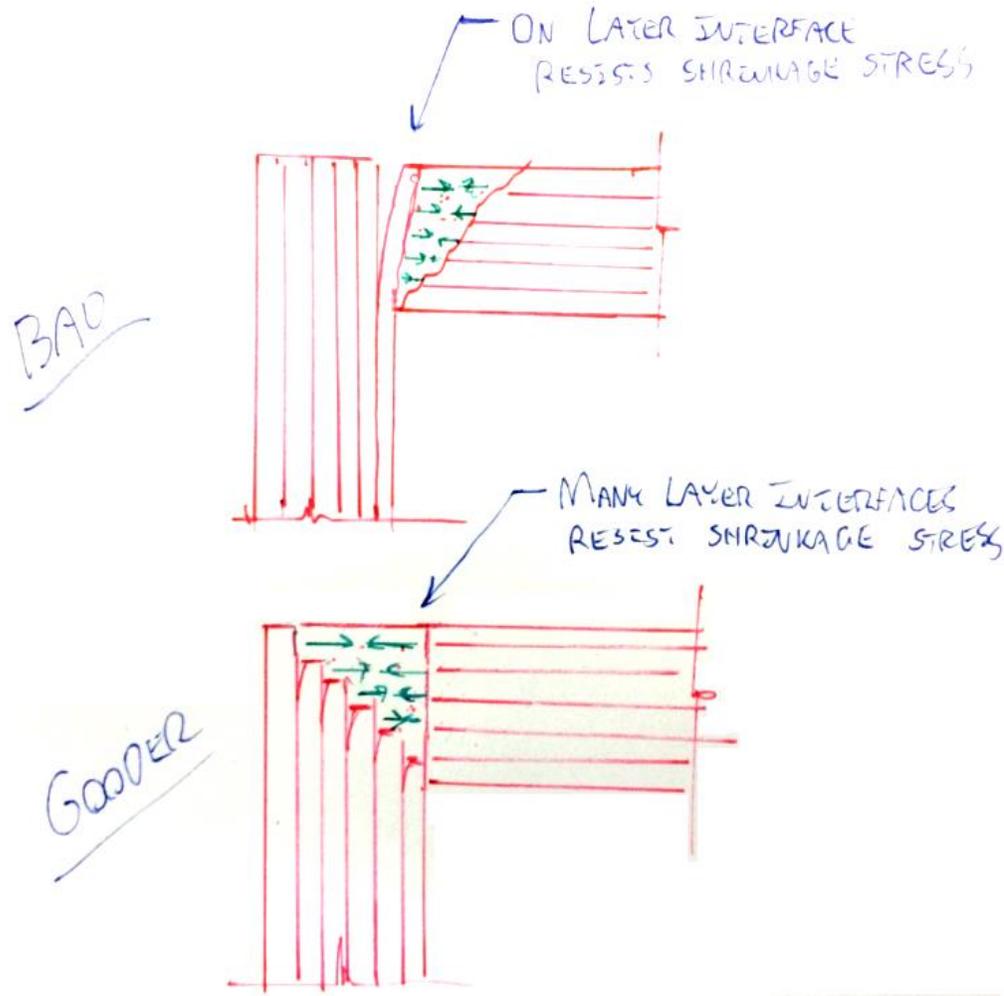


انجمن جوشکاری و آزمایش های غیر مخرب ایران
موسسه مرجع ملی در زمینه جوشکاری و آزمایش های غیر مخرب

Iranian Institute of Welding and
Nondestructive tests
National welding & NDT authority in IRAN

پارگی لایه ای lamellar tearing

بین Lamination و Lamellar Tearing تفاوت وجود دارد و این است که Lamination در ورق خام موجود میباشد ولی Lamellar Tearing در ورق قابل دیدن نیست و بعد از جوش پدیدار میشود (در اثر تنش ناشی از کشش جوش در مقطع ضخامت)





پانل ویژه مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۸) دهمین کنفرانس ملی سازه و فولاد

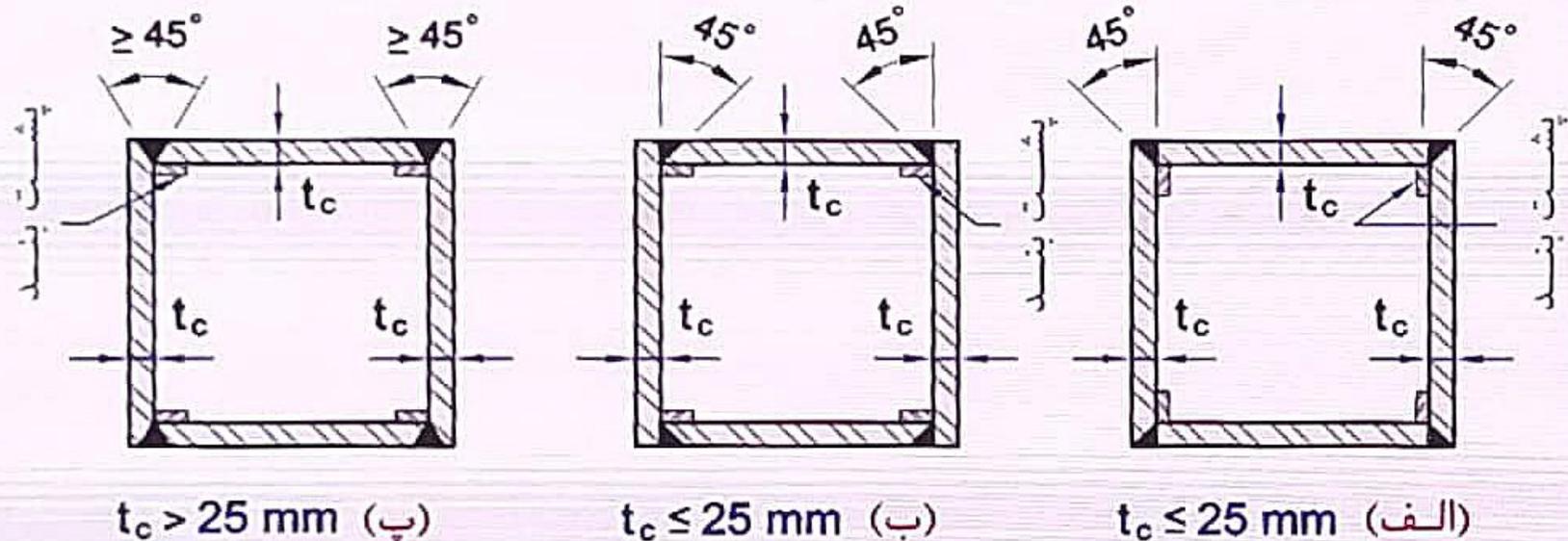


4/87

10th National Conference of Steel & Structure 10-12-2019 in Tehran

Dr. Abazar Asghari

تغییراتی که در بخش الزامات عمومی طراحی لرزه‌ای صورت گرفته است:
(۱) ساخت ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق باید مطابق شکل‌های زیر باشد:



شکل ۱-۲-۳-۴: نحوه ساخت ستون‌های جعبه‌ای ساخته شده از ورق

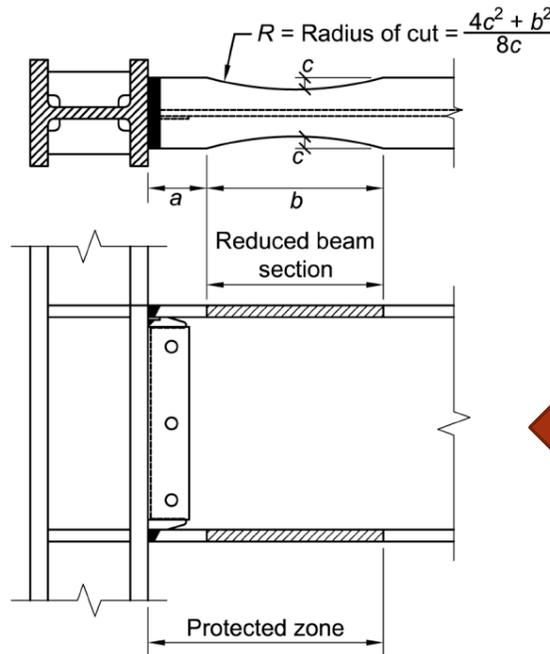
اتصالات از پیش تایید شده قسمت سوم - سوراخ دسترسی عادی

ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۲-۹-۱-۴ سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال

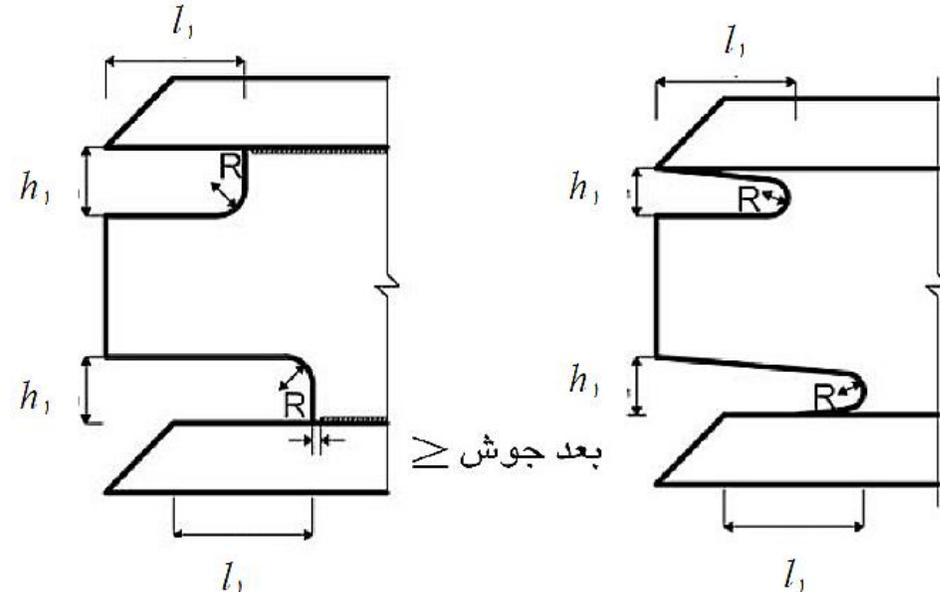
نکته:

در اتصالاتی که تیر مستقیماً به ستون جوش نفوذی می‌گردد اجرای سوراخ دسترسی (در جان تیر و چسبیده به بالها) الزامی و در دیگر موارد مجاز نیست! این جزئیات در مبحث ۱۰ برای تمام اتصالات مجاز دانسته شده است اما در AISC358-16 صرفاً برای RBS مجاز است و برای WUF-W (که سوراخ در محل مفصل است) باید از جزئیات معرفی شده در AWS-D1.8-6.11.1.2 باید استفاده شود.

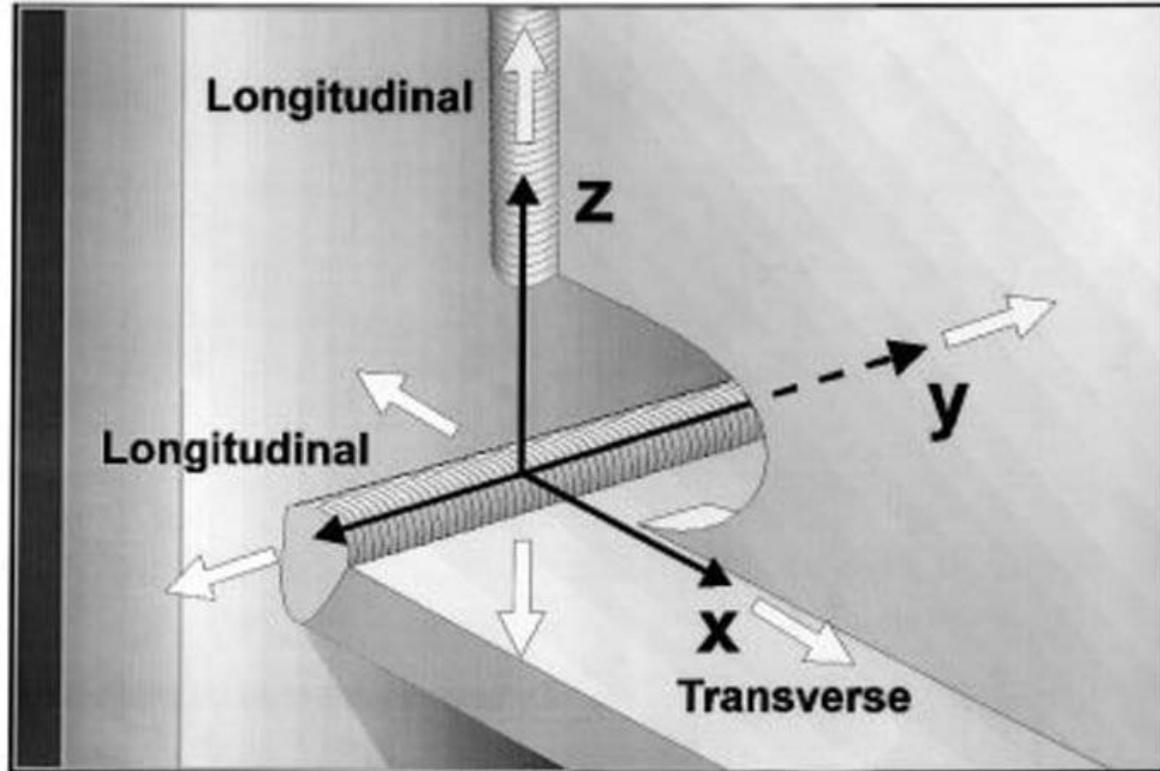


۱۰-۲-۹-۱-۶ سوراخ‌های دسترسی برای جوشکاری و برش بال‌های تیر در محل اتصال

طول سوراخ‌های دسترسی (l_1) برای جوشکاری که از محل ریشه جوش مربوطه اندازه‌گیری می‌شود، نباید کمتر از ۴۰ میلی‌متر و از ۱/۵ برابر ضخامت ورقی گردد که سوراخ دسترسی در آن ایجاد می‌شود. ارتفاع سوراخ دسترسی (h_1) نباید از ۲۰ میلی‌متر و از ضخامت ورقی که سوراخ دسترسی در آن ایجاد می‌شود کوچکتر و از ۵۰ میلی‌متر بزرگتر در نظر گرفته شود. شعاع قوس‌های سوراخ دسترسی جوش نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر اختیار شود.



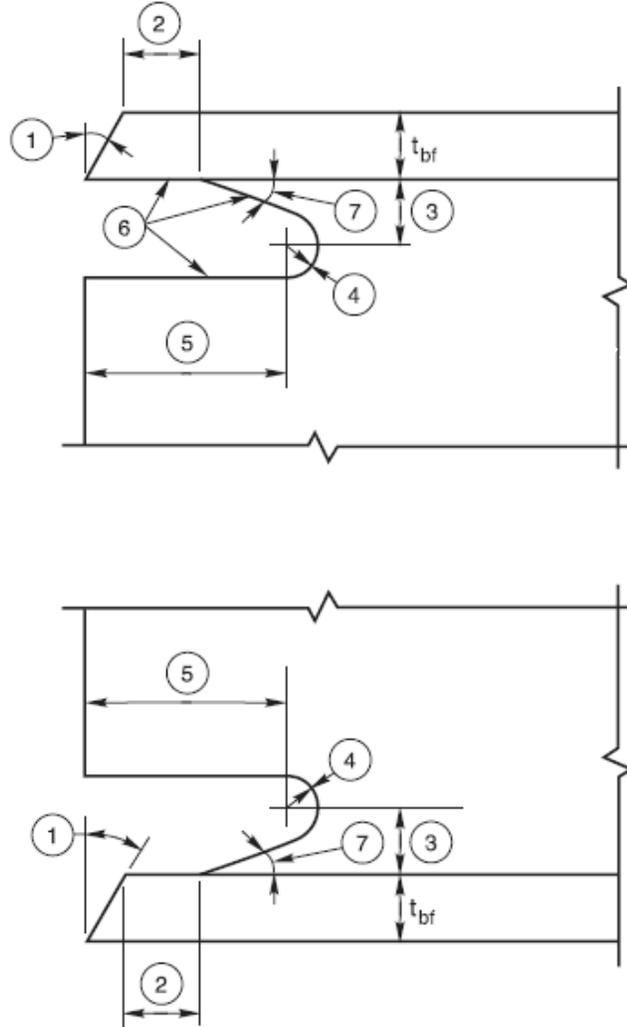
اتصالات از پیش تایید شده قسمت چهارم - سوراخ دسترسی لرزه ای



می دانیم همانطور که جوش شیاری بال به صورت حجمی کوچک می شود، میدان تنش پسماند عمود بر محور طولی جوش ایجاد می گردد. همزمان، با انقباض طولی جوش شیاری، تنش جانبی در طول جوش ایجاد می شود که به عنوان تنش در جهت Y تعیین می شود. هنگامی که جوش جان صورت می پذیرد، انقباض طولی این جوش منجر به انتشار تنش در جهت Z می شود. این سه الگوی تنش پسماند در تقاطع جان و فلنج تیر با وجه ستون به هم می رسند. هنگامی که فولاد در هر سه جهت متعامد به طور همزمان بارگذاری می شود، حتی انعطاف پذیرترین فولاد نیز نمی تواند شکل پذیری از خود نشان دهد لذا در تقاطع این سه جوش، تمایل به ترک قابل توجه خواهد بود.

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت چهارم - سوراخ دسترسی لرزه ای



8.5. BEAM FLANGE-TO-COLUMN FLANGE WELDS

Beam flange-to-column flange connections shall satisfy the following limitations:

- (1) Beam flanges shall be connected to column flanges using complete-joint-penetration (CJP) groove welds. Beam flange welds shall conform to the requirements for demand critical welds in the *AISC Seismic Provisions*.
- (2) Weld access hole geometry shall conform to the requirements of **AWS D1.8/D1.8M Section 6.11.1.2**. Weld access hole quality requirements shall conform to the requirements of AWS D1.8.

6.11 Weld Access Holes

Weld access holes for all Demand Critical welds shall conform to the following:

6.11.1 Shape

6.11.1.1 Standard AWS D1.1/D1.1M Geometry. Unless otherwise specified in Contract Documents, all weld access holes shall meet the dimensions and tolerances of AWS D1.1/D1.1M or AISC 360. At the option of the Contractor, the geometry of 6.11.1.2 may be substituted for the 6.11.1.1 geometry.

6.11.1.2 Alternate Geometry. When required by Contract Documents, the weld access hole dimensions and tolerances, and geometry shall comply with **Figure 6.2**.

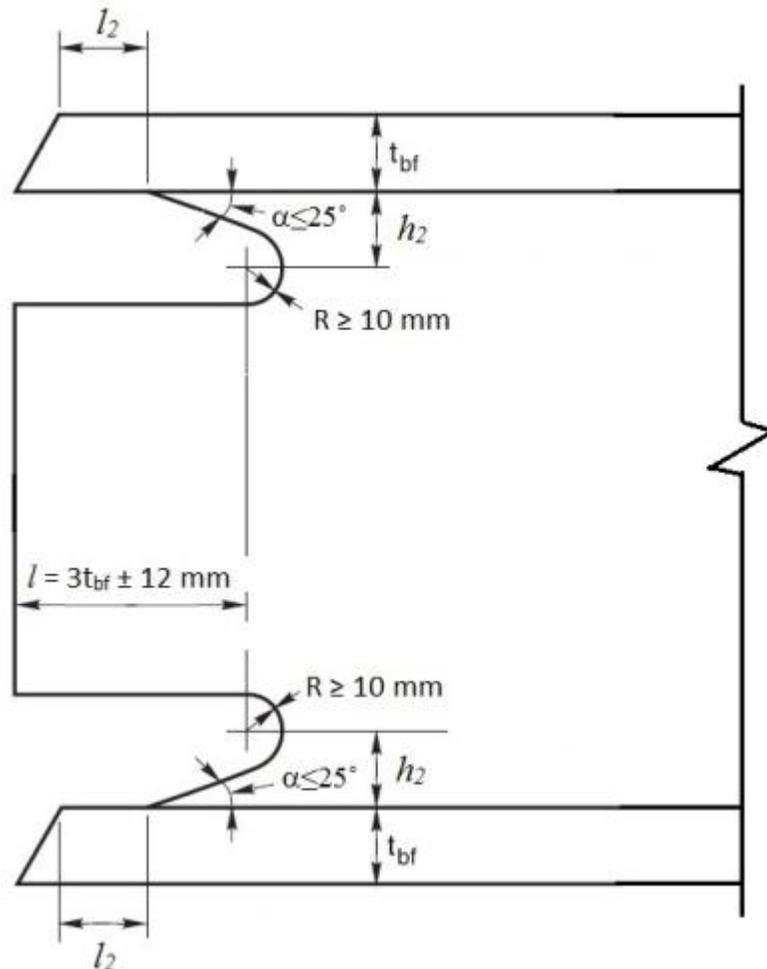
- Notes:
1. Bevel as required for the WPS.
 2. t_{bf} or 1/2 in [12 mm], whichever is larger (+1/2 t_{bf} , or -1/4 t_{bf}).
 3. The minimum dimension shall be 3/4 t_{bf} , or 3/4 in [20 mm], whichever is greater. The maximum dimension shall be t_{bf} (+1/4 in [6 mm]).
 4. 3/8 in [10 mm] minimum radius (-0, +unlimited).
 5. 3 t_{bf} ($\pm 1/2$ in [12 mm]).
 6. See 6.11.2.1 for surface roughness requirements.
 7. Tolerances shall not accumulate to the extent that the angle of the access hole cut to the flange surface exceeds 25°.

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت چهارم - سوراخ دسترسی لرزه ای (ویرایش ۱۴۰۱)

۱۰-۳-۲-۱۱-۵ سوراخ‌های دسترسی جایگزین

در بخش‌های مشخص شده در این فصل، باید از دیتیل جایگزین برای سوراخ‌های دسترسی اتصالات خمشی مطابق شکل ۱۰-۳-۱۰ استفاده شود. لبه جان باید از سطح بال تا سطح تورفتگی سوراخ دسترسی به صورت شیب‌دار، کاملاً یکنواخت و بدون گوشه‌های تیز باشد. حداکثر ناهمواری مجاز سطح لبه‌های تمام شده سوراخ‌های دسترسی برابر ۱۳ میکرون است.



$$[\max(t_{bf}, 12 \text{ mm}) - 0.25t_{bf}] \leq l_2 \leq [\max(t_{bf}, 12 \text{ mm}) + 0.5t_{bf}]$$

$$\max(0.75t_{bf}, 20 \text{ mm}) \leq h_2 \leq t_{bf} + 6 \text{ mm}$$

شکل ۱۰-۳-۱۰: دیتیل جایگزین برای سوراخ‌های دسترسی اتصالات خمشی

اتصالات از پیش تایید شده قسمت چهارم - سوراخ دسترسی لرزه ای

Quality Requirements for Weld Access Holes (A.W.S D1.8-2016)

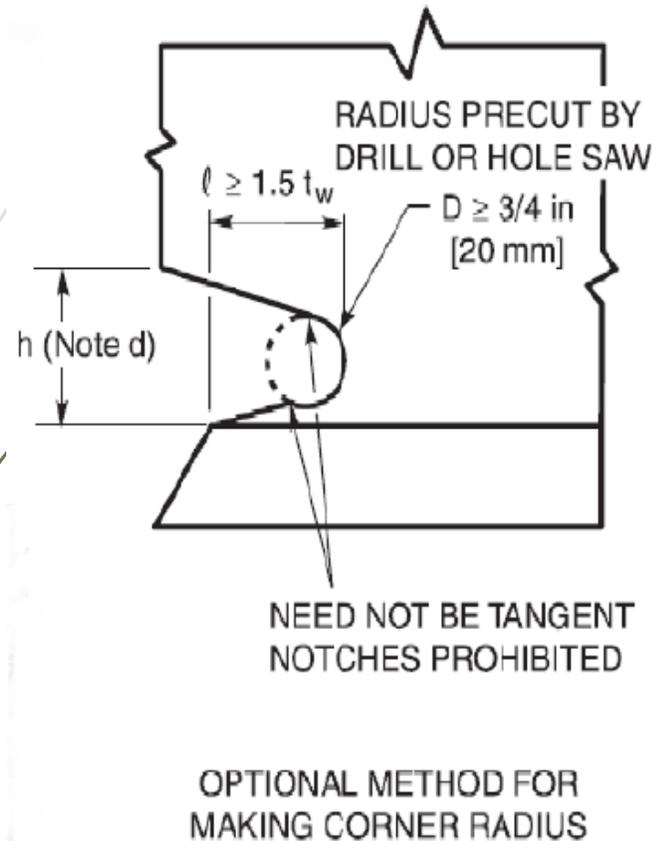
روش پیشنهادی آیین نامه جوشکاری سازه ای-مکمل لرزه ای جهت
ایجاد سوراخ دسترسی:

۱- سوراخکاری با دریل یا اره گرد بر

۲- برش اتوماتیک هوا گاز

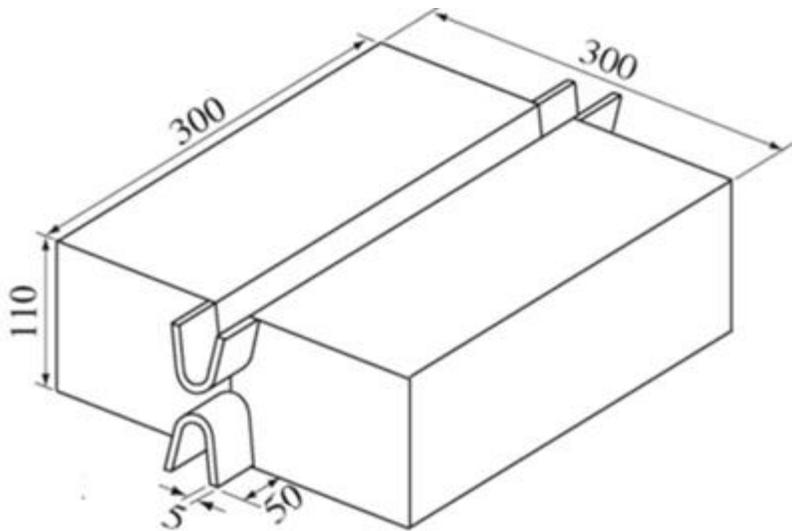
آیا از برشکاری دستی میتوان برای برشکاری و ایجاد سوراخ استفاده کرد؟

بلی تمیز کاری و صاف و صیقلی بودن سطح (ناهمواری کمتر از ۱۳ میکرون)



اتصالات از پیش تایید شده

ویرایش ۱۴۰۱



(۳) در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، اتصال بال‌های تیر به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. برای این منظور در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل بال تیر به بال ستون همراه با ورق‌های پشت‌بند، مطابق الزامات بند ۴-۱-۹-۲-۱۰ یا ۵-۱۱-۲-۳-۱۰ این مبحث، حسب مورد، الزامی است. اتصال ورق‌های پشت‌بند به بال‌های تیر مجاز نیست.

و با روقهای رو سری و زیر سری جوشی

(۴) در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، برای اتصال بال‌های تیر به بال ستون، استفاده از ورق‌های گوشواره (ناودان انتهای جوش شیاری) الزامی است. ورق‌های گوشواره باید حداقل به اندازه ۲۵ میلی‌متر یا ضخامت قطعه (هر کدام بزرگتر بود)، از لبه درز امتداد داشته باشند؛ ولی نیازی نیست بلندتر از ۵۰ میلی‌متر باشند. پس از تکمیل جوشکاری، ورق‌های گوشواره‌ای باید برداشته شوند.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

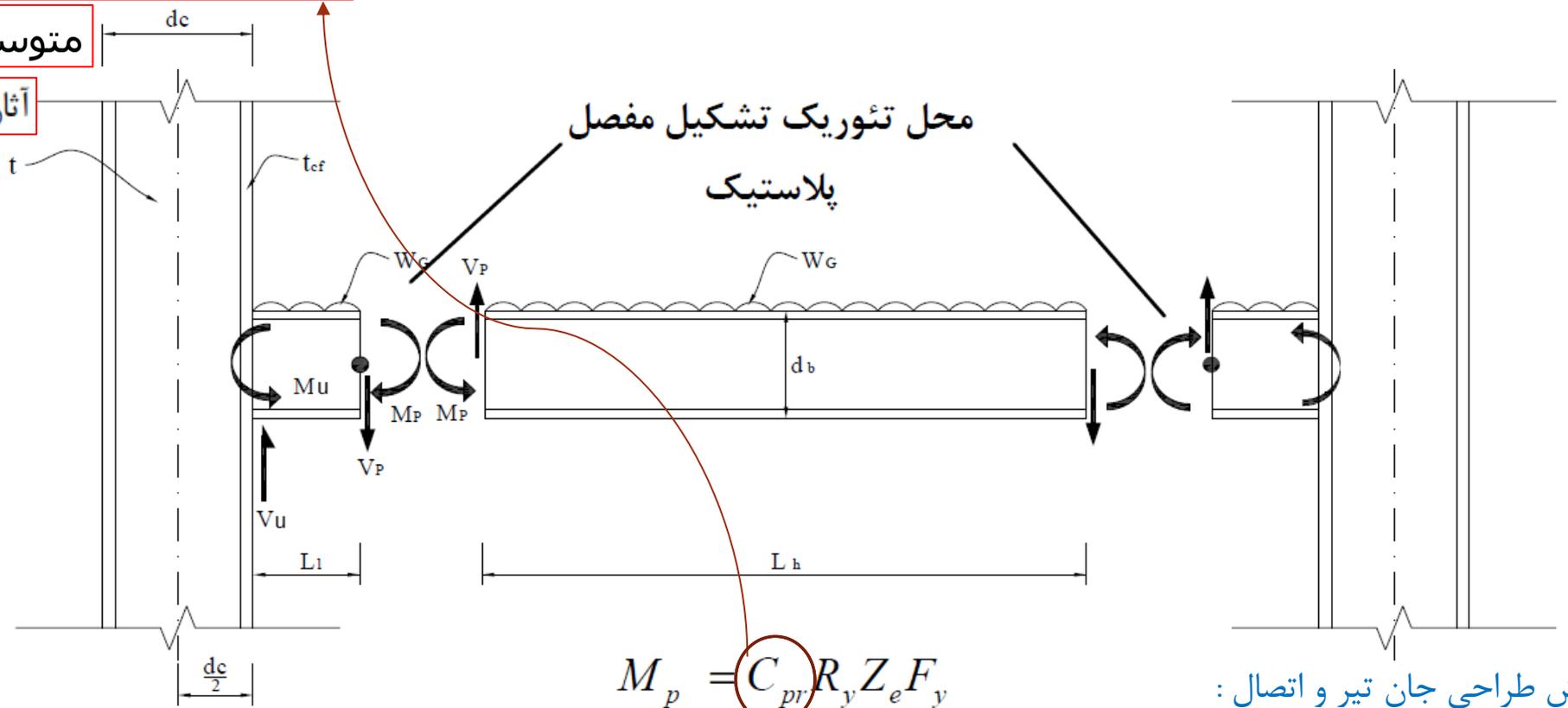
ویرایش ۱۴۰۱

۱-۳-۳-۲-۵ مقاومت‌های موردنیاز و موجود تیر

متوسط خمشی قاب $C_{pr} = 1.1$

آثار نیروی زلزله محدود به ظرفیت (E_{cl})

قسمت پنجم - نیروهای طراحی اتصال و وارد بر چشمه اتصال



$$M_p = C_{pr} R_y Z_e F_y$$

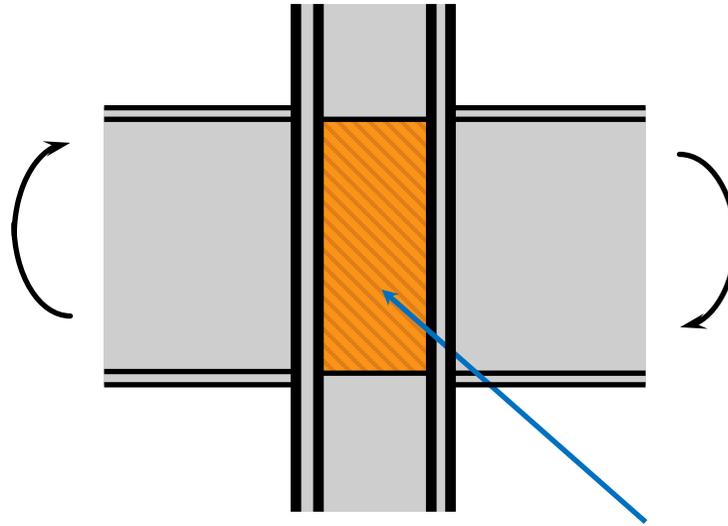
$$V_p = \frac{2M_p}{L_h} + \frac{w_G L_h}{2}$$

$$M_u = M_p + V_p L_1 + w_G \frac{L_1^2}{2}$$

$$V_u = V_p + w_G L_1$$

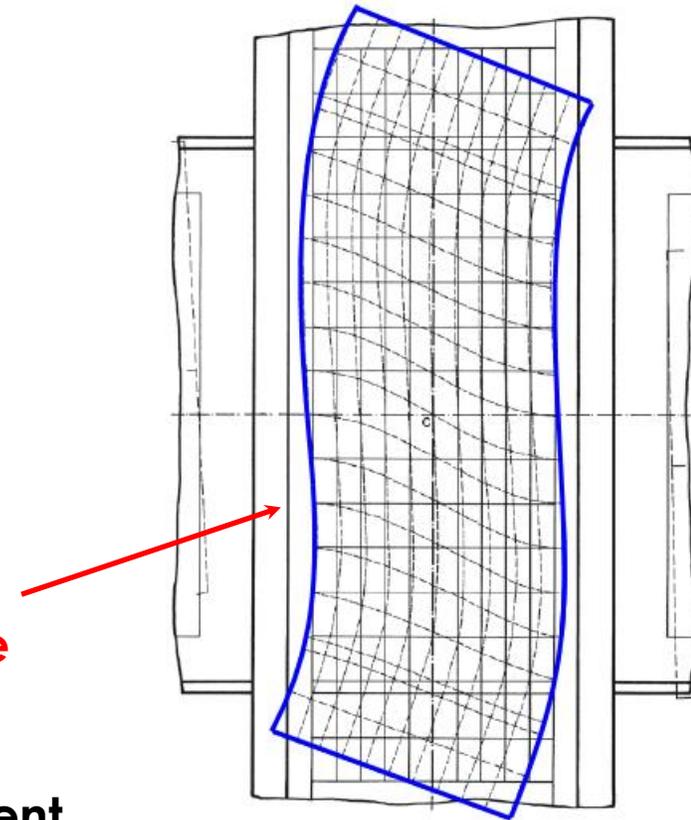
اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت ششم - طراحی چشمه اتصال



Column Panel Zone:

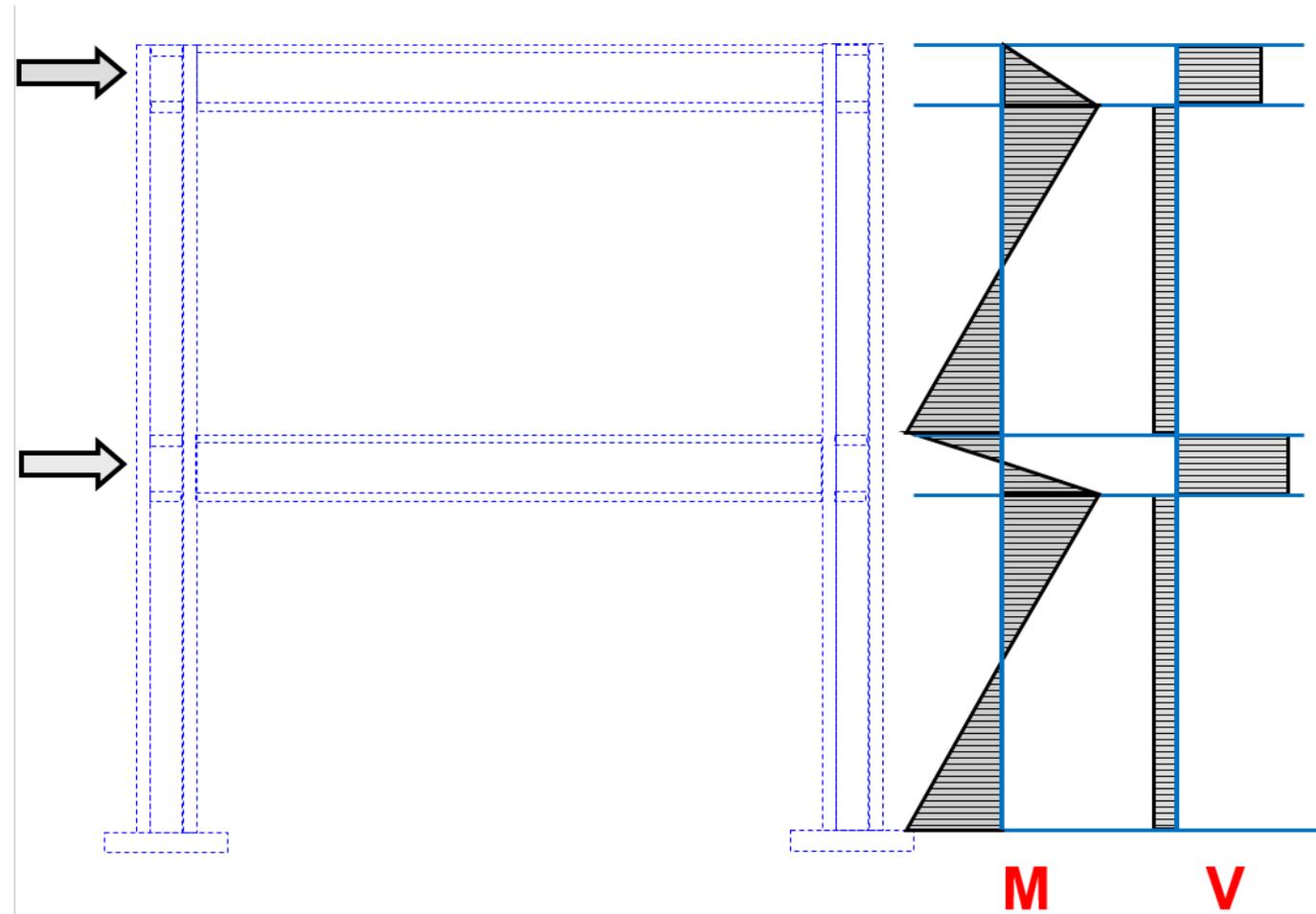
- subject to **high shear**
- shear yielding and **large shear deformations possible** (forms “shear hinge”)
- provides **alternate yielding mechanism** in a steel moment frame



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

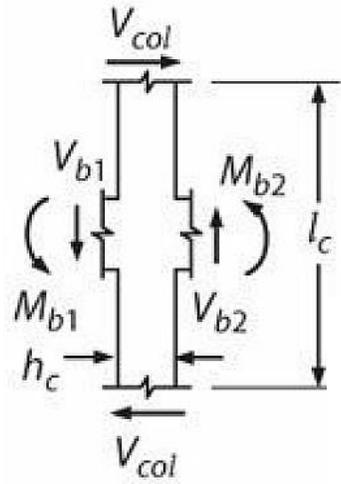
قسمت هفتم - نیروهای طراحی چشمه اتصال

۱۰-۲-۹-۱۰ الزامات ویژه بال‌ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز

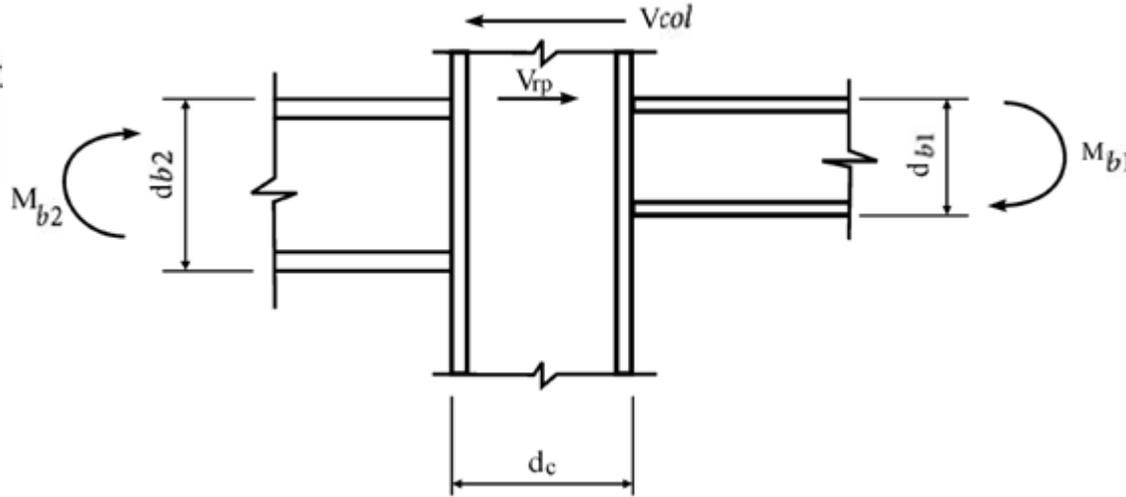


اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هفتم - نیروهای طراحی چشمه اتصال. الف : برش (ناشی از خمش اتصال)

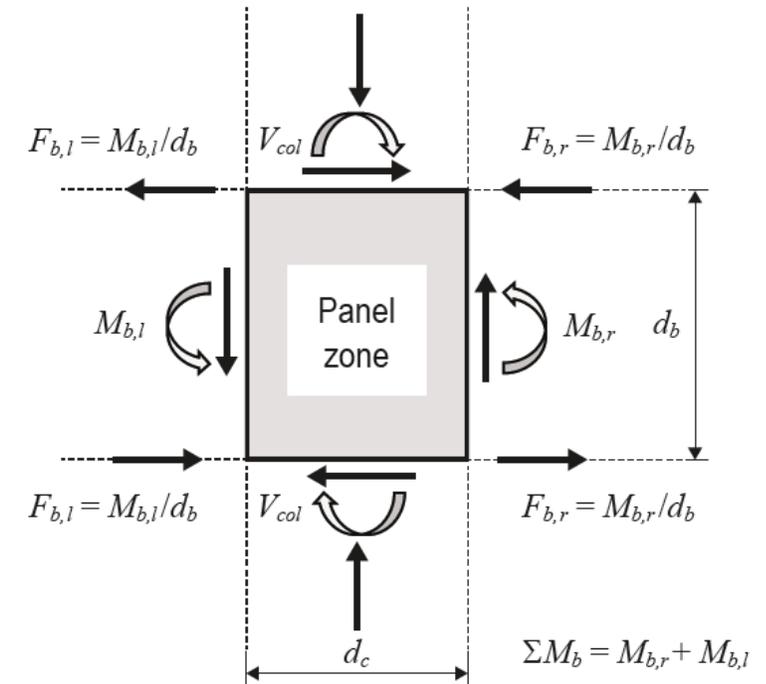


$$V_{col} = \frac{1}{l_c} \left[M_{b1} + M_{b2} + (V_{b1} + V_{b2}) \frac{h_c}{2} \right]$$



$$V_{ip} = \frac{M_{b1}}{d_{b1}} + \frac{M_{b2}}{d_{b2}} - V_{col}$$

۱۰-۲-۹-۱۰-۶ برش در چشمه اتصال



نکته : مطابق AISC 341 لنگرهای $M_{b1,2}$ در قابهای ویژه همان لنگرهای طراحی لرزه ای (ظرفیت) و در قابهای متوسط حداکثر لنگرهای طراحی در بر اتصال (از ترکیبات بارگذاری) می باشند.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

$$(P_c = P_y = A_g F_y) \text{ - مقاومت محوری تسلیم}$$

$$\alpha = \text{ضریبی که مقدار آن در روش LRFD برابر 1.0}$$

۱. در حالتی که تأثیر تغییر شکل چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور نشود: (منظور تغییر شکلهای پلاستیک است)

- برای حالتی که $P_u \leq 0.4P_c$ باشد:

$$(10-2-9-32)$$

$$R_n = 0.6F_y d_{ctw}$$

- برای حالتی که $P_u > 0.4P_c$ باشد:

$$(10-2-9-33)$$

$$R_n = 0.6F_y d_{ctw} \left(1/4 - \frac{P_u}{P_c}\right)$$

تغییر شکل الاستیک چشمه اتصال:

$$\Delta_{PZ} = \frac{Vh_c}{Gd_c t_w} \left[\frac{hL_c}{0.95d_b L} - 1 \right]$$

در بازه الاستیک فرض می شود که تنها جان ستون

عامل بوجود آورنده مقاومت برشی چشمه اتصال است و تا تسلیم آن سایر اعضاء از جمله بال ستونها مقاومتی را

ایجاد نمی کنند

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

۲. در حالتی که تأثیر تغییر شکل چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور شود: (منظور تغییر شکلهای پلاستیک است)

- برای حالتی که $P_u \leq 0.75P_c$ باشد:

در قوطی $2tw$

$$R_n = 0.16 F_y d_{ctw} \left(1 + \frac{3 b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_{ctw}} \right) \quad (34-9-2-10)$$

- برای حالتی که $P_u > 0.75P_c$ باشد:

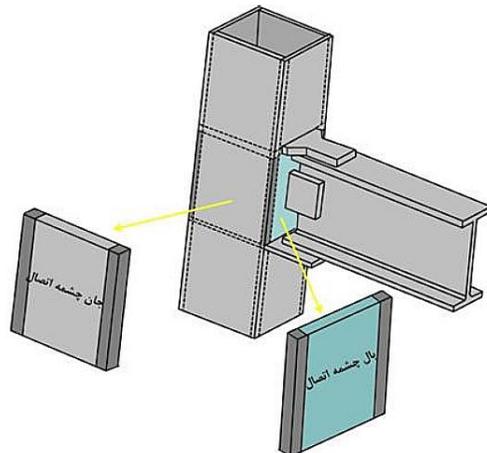
$$R_n = 0.16 F_y d_{ctw} \left(1 + \frac{3 b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_{ctw}} \right) \left(\frac{1}{9} - \frac{1/2 P_u}{P_c} \right) \quad (35-9-2-10)$$

پس از تسلیم جان ستون تغییر شکل های پلاستیک

بال های ستون مقاومت ثانویه چشمه اتصال را ایجاد

می کنند. بنابراین ظرفیت کلی چشمه اتصال برابر جمع

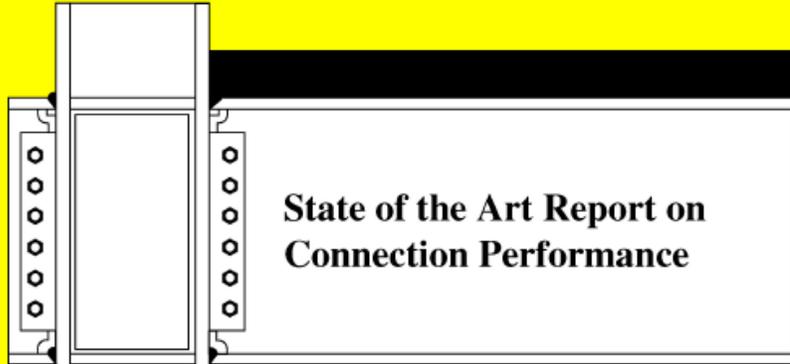
مقاومت جان چشمه اتصال و بال های ستون ها می شود



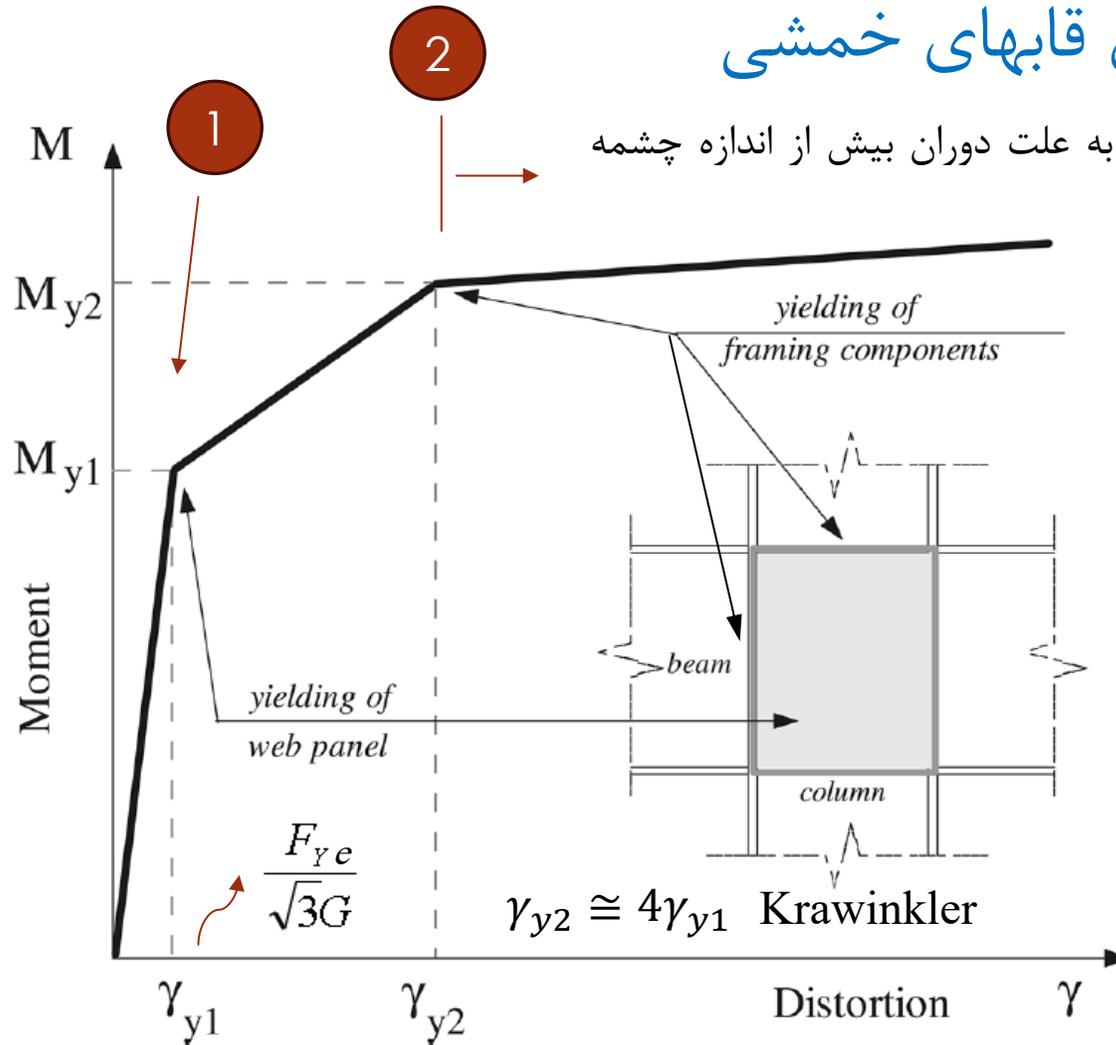
اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

خرابی اتصال تیر به ستون به علت دوران بیش از اندازه چشمه اتصال

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY FEMA-355D / September, 2000



Program to Reduce the Earthquake Hazards of Steel Moment-Frame Structures



$$R_n = 0.9 F_y d_c t_w$$

1

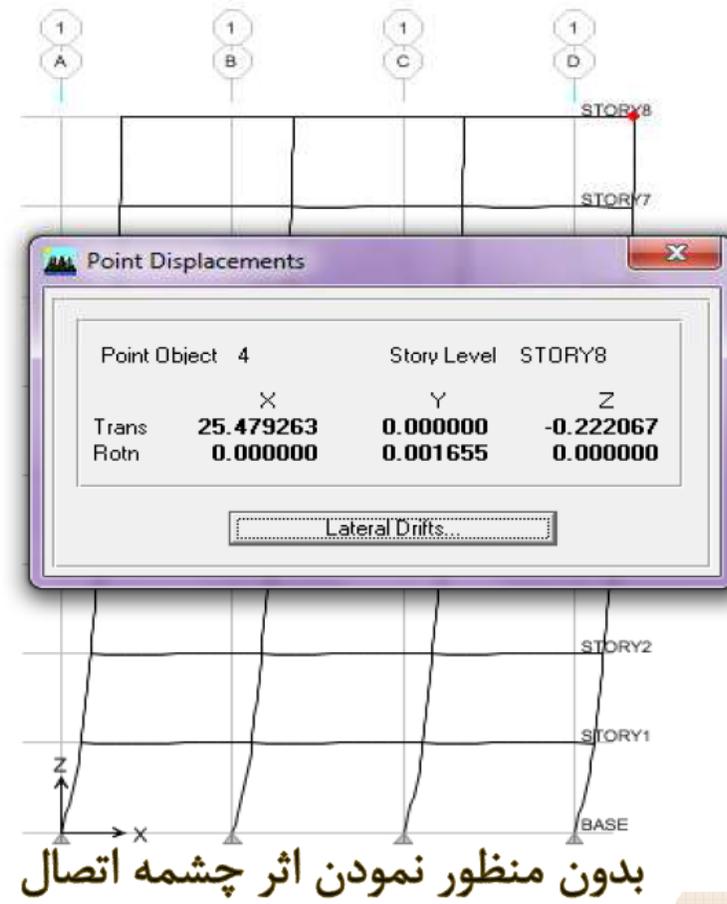
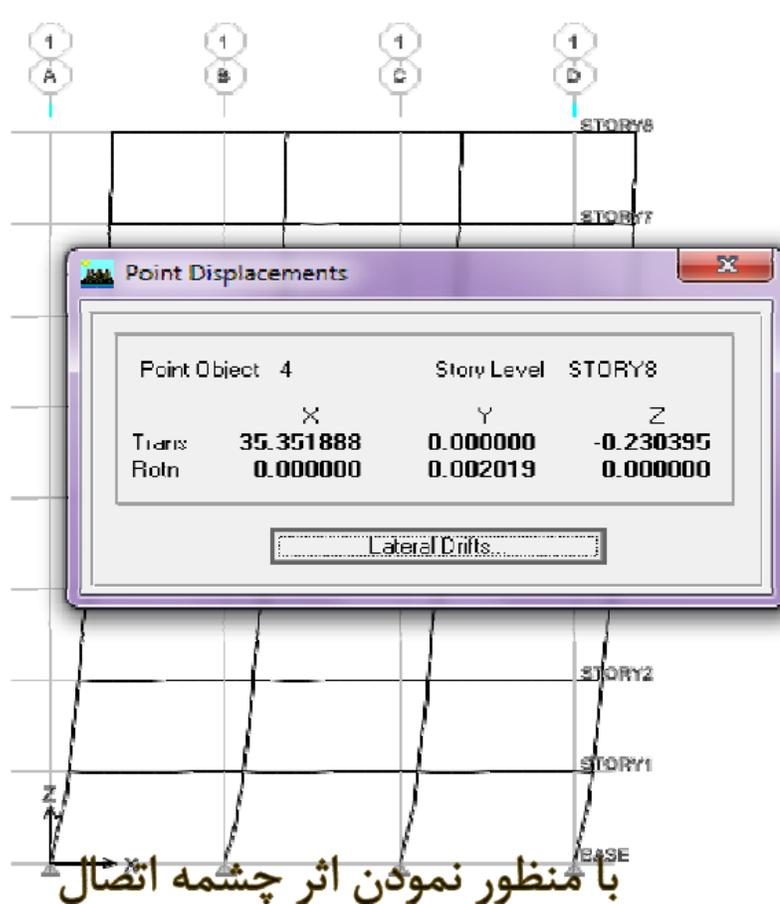
$$R_n = 0.9 F_y d_c t_w \left(1 + \frac{r b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right)$$

2

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

اثر منظور نمودن تغییر شکل چشمه اتصال بر جابجایی قاب (Rigid Zone Factor =1, Panel Zone Elastic From Column)



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

توجه: رابطه (۱۰-۲-۹-۳۲ و ۳۳) رفتار چشمه اتصال را به حالت الاستیک محدود نموده است. در حالت واقعی، چشمه‌های اتصال دارای ظرفیت تحمل بیشتر از تسلیم برشی می‌باشند و تغییرشکل‌های متناظر با این ظرفیت ممکن است دارای اثرات کاهنده بر روی مقاومت و پایداری قاب یا طبقه باشد. تسلیم برشی چشمه اتصال بر روی سختی قاب نیز تاثیرگذار است و بنابراین اثرات تحلیل مرتبه دوم قابل ملاحظه خواهد بود.

ضریب $\left(1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w}\right)$ به عنوان اضافه مقاومت برشی رفتار غیرالاستیک است. یعنی با فرض جاری شدن چشمه اتصال و رفتار برشی شکل پذیر که باعث ازدیاد تغییر شکل‌های جانبی قاب می‌گردد می‌توان مقاومت آن را بیشتر در نظر گرفت.

نتیجتاً برای لحاظ نمودن تغییر شکل‌های چشمه اتصال، برابر نظر نشریه ۳۶۰ یا می‌توان طول تیر را گره به گره تعریف کرد و یا طبق نظر CSI اثرات چشمه اتصال در تحلیل را حتماً لحاظ نمود. با این کار اثر الاستیک چشمه اتصال در تحلیل لحاظ شده و با ضرب آن در Cd اثرات پلاستیک هم دیده می‌شود.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

۱۰-۳-۳-۳-۹ برش در چشمه اتصال ویرایش ۱۴۰۱ (لرزه ای)

۱) در حالتی که آثار تغییر شکل غیر الاستیک چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور نشود:

• برای حالتی که $\alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) \leq 0.4$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w$$

(۷-۳-۳-۳-۱۰)

• برای حالتی که $\alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) > 0.4$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left[1.4 - \alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) \right]$$

(۸-۳-۳-۳-۱۰)

۲) در حالتی که آثار تغییر شکل غیر الاستیک چشمه اتصال در تحلیل سازه منظور شود:

• برای حالتی که $\alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) \leq 0.75$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right)$$

(۹-۳-۳-۳-۱۰)

• برای حالتی که $\alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) > 0.75$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right) \left[1.9 - 1.2\alpha \left(\frac{P_{rc}}{P_{yc}} + \frac{M_{rby}}{M_{pcx}} \right) \right]$$

(۱۰-۳-۳-۳-۱۰)

تبصره ۲: در ستون‌های قوطی شکل (HSS) و جعبه‌ای ساخته شده از ورق، در صورتی که در گره مورد نظر ستون در محل تقاطع دو قاب خمشی قرار گرفته باشد، در محاسبات مقاومت برشی موجود چشمه اتصال مطابق الزامات بخش ۱۰-۲-۹-۱۰-۶ باید آثار لنگر خمشی وارد بر ستون از امتداد دیگر نیز در نظر گرفته شود. برای این منظور می‌توان برای محاسبه مقاومت چشمه اتصال برای تیر امتداد x وارد به ستون به جای روابط ۱۰-۲-۹-۴۰ الی ۱۰-۲-۹-۴۳ از روابط زیر استفاده نمود:

در روابط فوق:

P_{yc} = مقاومت محوری تسلیم ستون ($P_{yc} = A_g F_y$)

P_{rc} = مقاومت محوری مورد نیاز ستون در ترکیب بار راستای x

M_{rby} = لنگر خمشی مورد نیاز تیر امتداد y وارد به ستون در ترکیب بار راستای x

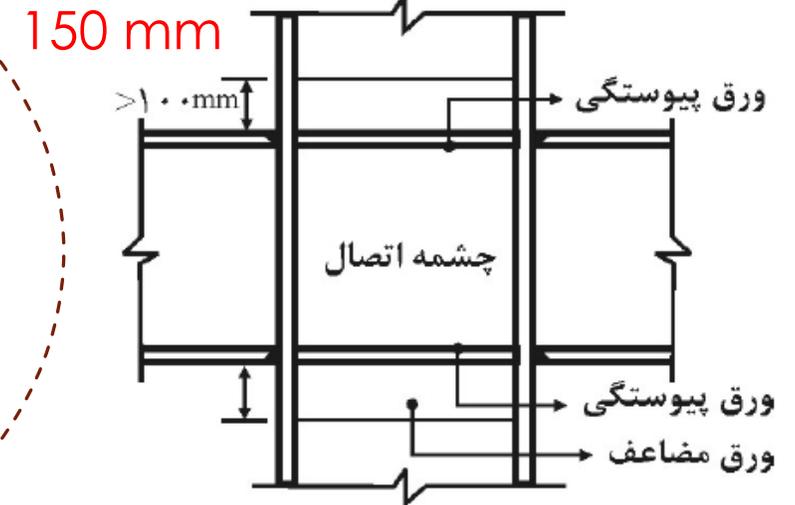
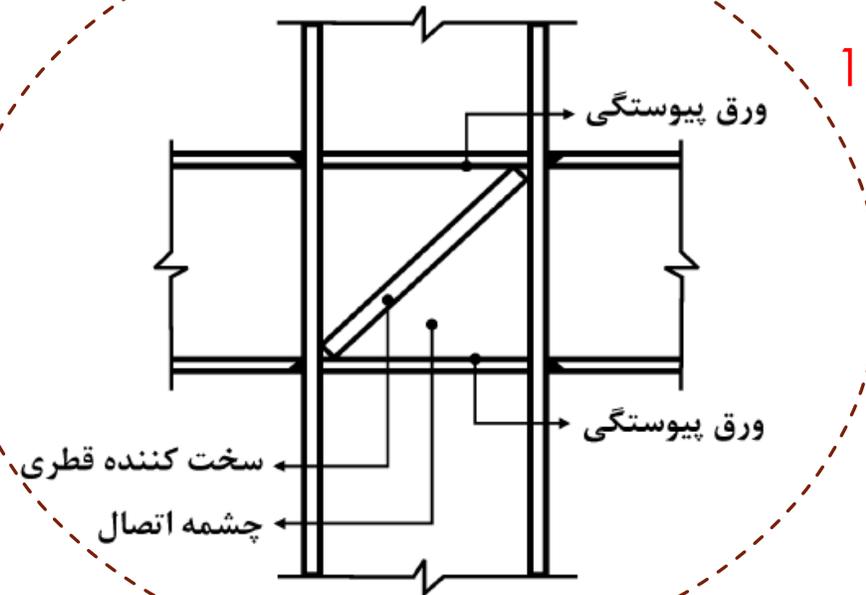
M_{pcx} = لنگر خمشی پلاستیک ستون حول محور x که در آن $M_{pcx} = F_{yc} Z_{cx}$ است.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

در صورتی که مقاومت برشی مورد نیاز چشمه اتصال از مقاومت برشی طراحی بیشتر باشد، تعبیه ورق تقویتی جان (ورق مضاعف) یا یک جفت سخت کننده قطری دارای مقاومتی حداقل برابر با اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت طراحی در محدوده چشمه اتصال ضروری است.

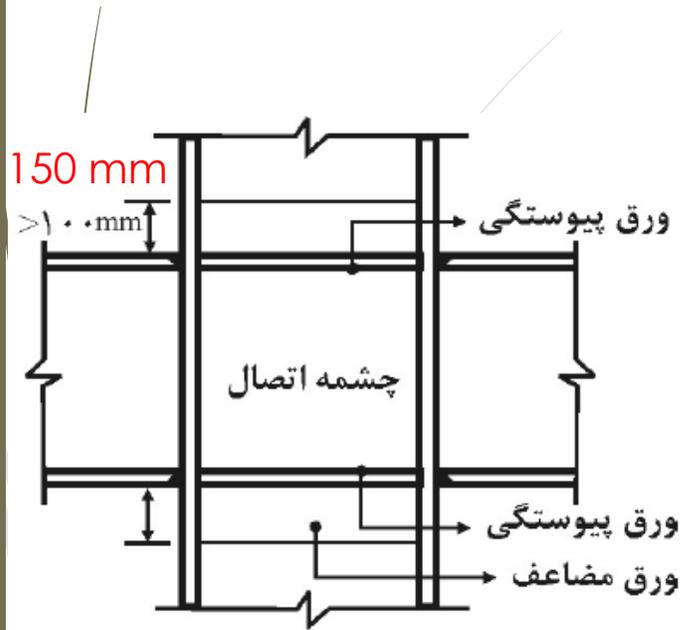
در ضوابط لرزه ای این قسمت ظاهرا به علت نبود تستهای لرزه ای حذف شده است!



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - مقاومت برشی چشمه اتصال

ویرایش ۱۴۰۱



ب) ضخامت هر یک از ورق‌های واقع در چشمه اتصال، شامل جان (یا جان‌های) ستون و ورق‌های مضاعف (در صورت وجود) باید رابطه زیر را برآورده نمایند:

$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{90}$$

(۱۰-۳-۳-۳-۱۱)

که در آن:

t_z = ضخامت جان (یا هر یک از جان‌های) ستون یا هر یک از ورق‌های تقویتی چشمه اتصال (ورق‌های مضاعف)

d_z = عمق چشمه اتصال که فاصله آزاد بین ورق‌های پیوستگی است.

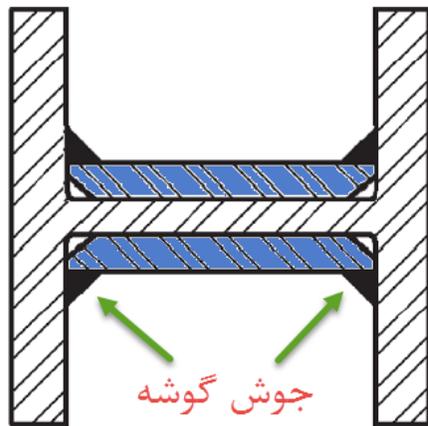
w_z = پهنای چشمه اتصال که فاصله آزاد بین بال‌های ستون است.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای مقاومت برشی چشمه اتصال (ورقهای مضاعف)

۱۰-۳-۸-۴ ورقهای تقویتی چشمه اتصال (ورقهای مضاعف)

در صورت نیاز به تعبیه ورقهای تقویتی چشمه اتصال (ورقهای مضاعف) در محل اتصال تیر به ستون، ورقهای مضاعف علاوه بر تامین الزامات بخش ۱۰-۲-۹-۱۰ باید دارای شرایط زیر نیز باشند. الف) اتصال ورقهای مضاعف به بال ستون می تواند از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد



ب) ورقهای مضاعف باید به صورت متقارن و در ستونهای H شکل باید در دو طرف جان و در ستونهای قوطی شکل در دو وجه ستون به کار برده شوند.

۱۰-۳-۳-۳-۹ برش در چشمه اتصال ویرایش ۱۴۰۱

تبصره ۱: در ستونهای قوطی شکل (HSS) و جعبه ای ساخته شده از ورق، استفاده از ورقهای مضاعف مجاز نبوده و جانهای مقطع ستون باید بتوانند مقاومت برشی مورد نیاز چشمه اتصال را تأمین نمایند.

طرف جان ستون به کار روند.

ستون تعبیه شود. در غیر این صورت ورقهای مضاعف باید به صورت متقارن و در هر دو

با جان قلمداد می شود و ورق یا ورقهای مضاعف می توانند در یک یا هر دو طرف جان

بین ورق مضاعف و جان ستون کوچک تر یا مساوی 2 میلی متر باشد، ورق مضاعف در تماس

۱- ورقهای مضاعف می توانند در تماس با جان یا با فاصله از آن اجرا شوند. در صورتی که فاصله

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای مقاومت برشی چشمه اتصال (ورقهای مضاعف)

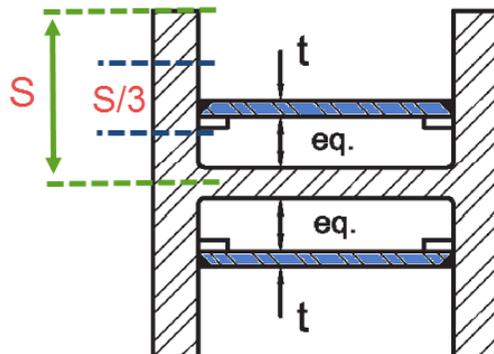
۱۰-۳-۸-۴ ورقهای تقویتی چشمه اتصال (ورقهای مضاعف) ۱۰-۳-۳-۳-۹ برش در چشمه اتصال ویرایش ۱۴۰۱

الزام اجرای ورق پیوستگی در یک سوم میانی در AISC 341 نیست اما یک دلیل منطقی دارد! (صفحه بعد)

۱- ورقهای مضاعف می توانند در تماس با جان یا با فاصله از آن اجرا شوند. در صورتی که فاصله بین ورق مضاعف و جان ستون کوچک تر یا مساوی 2 میلی متر باشد، ورق مضاعف در تماس با جان قلمداد می شود و ورق یا ورقهای مضاعف می توانند در یک یا هر دو طرف جان ستون تعبیه شود. در غیر این صورت ورقهای مضاعف باید به صورت متقارن و در هر دو طرف جان ستون به کار روند.

ت) در صورت وجود ورقهای پیوستگی، ورقهای مضاعف می توانند در محل ورقهای پیوستگی قطع شده و از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه به ورقهای پیوستگی جوش شوند.

ث) در مواردی که ورقهای مضاعف از جان ستون فاصله داشته باشند، این ورقها باید به صورت متقارن و در یک سوم میانی فاصله بین مرکز صفحه جان ستون و نوک بال تیر تعبیه شود.



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای مقاومت برشی چشمه اتصال (ورقه های مضاعف)

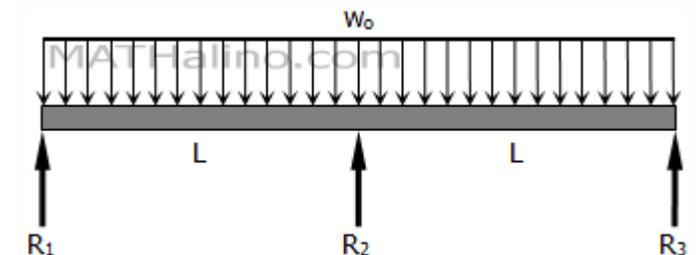
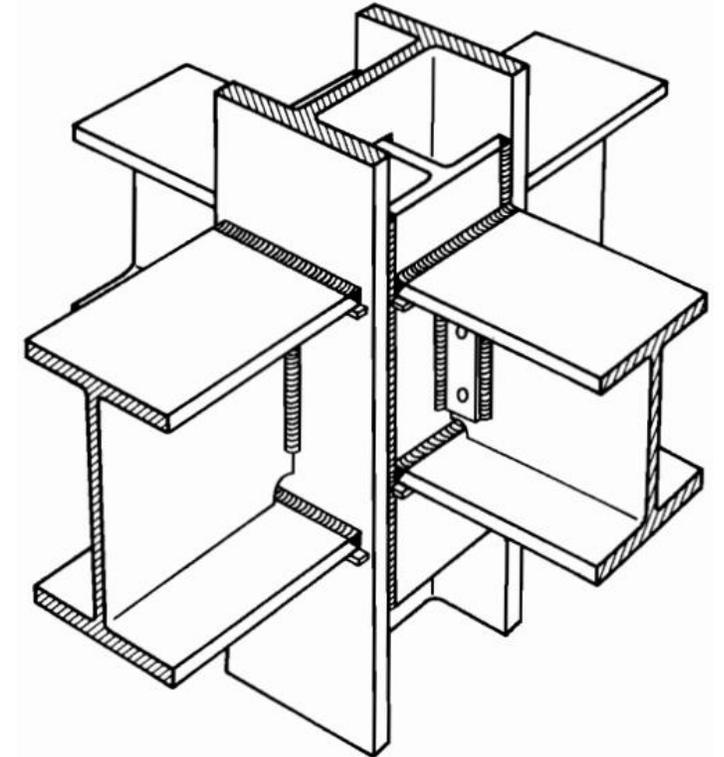
DESIGN OF WELDED STRUCTURES

8. CONNECTIONS THROUGH VERTICAL TEE STIFFENERS

Tests have shown that when the beam flange extends the full width of the connecting plate, Figure 24, about $\frac{5}{8}$ of the flange force is carried by the central portion of the plate. Each of the two outer edges carry about $\frac{3}{16}$ of this force.

This corresponds well with the idea that the flange of the column in this region is similar to a two-span beam on three supports with a uniform load; in this case the center reaction is $\frac{5}{8}$ of the total load, and the two outer supports each carry $\frac{3}{16}$ of the load.

The report "Welded Interior Beam-To-Column Connections", AISC 1959, mentions that "from strain gage readings it was calculated that the vertical plate stiffeners in the elastic range each transmitted only about $\frac{3}{16}$ ths of the forces coming from the beam flanges and the web transmitted $\frac{5}{8}$ ths."



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال - کنترل سختی نسبی بال تیر نسبت به بال ستون

۱۰-۳-۸-۵ ورق‌های پیوستگی

الف) در ستون‌های H شکل که در آنها اتصال گیردار از طریق بال مقطع H شکل صورت می‌گیرد، در صورتی که ضخامت بال ستون بزرگتر از مقادیر تعیین شده توسط روابط ۱۰-۳-۸-۲ و ۱۰-۳-۸-۳ باشد، تعبیه ورق‌های پیوستگی در چشمه اتصال الزامی نیست. در غیر این صورت تعبیه یک جفت سخت‌کننده (ورق‌های پیوستگی) در داخل ستون و با رعایت شرایط (پ) تا (ح) همین بند الزامی است.

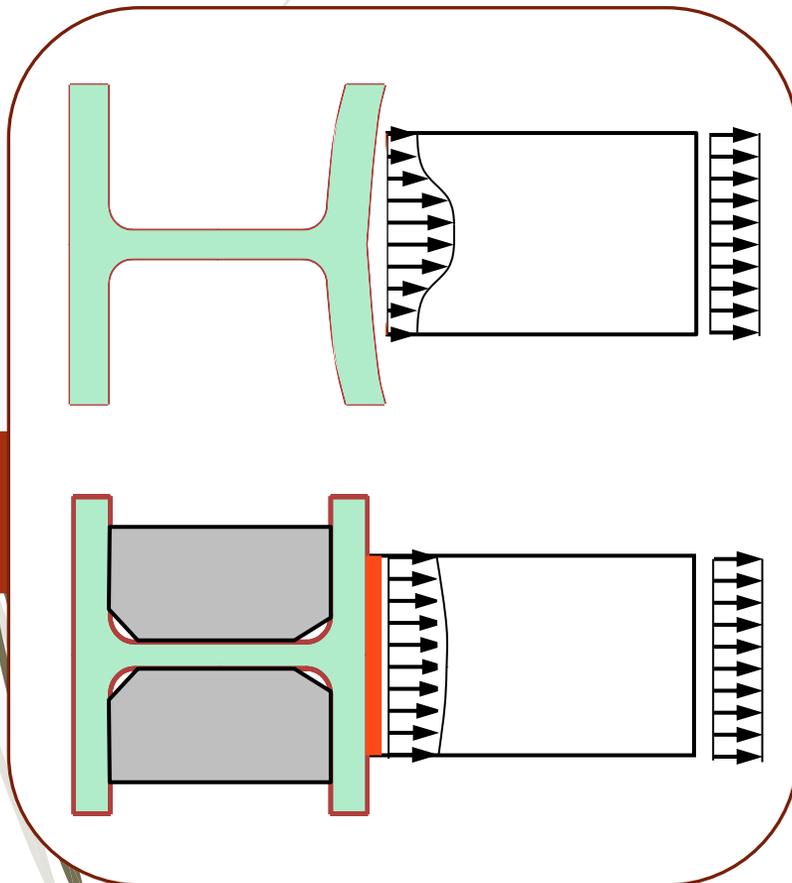
$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{1/8 b_{bf} t_{bf} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}} \quad \text{ویرایش ۱۴۰۱} \quad (۱۰-۳-۸-۲)$$

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad \text{ورق‌های پیوستگی} \quad (۱۰-۳-۳-۳-۱۰) \quad (۱۰-۳-۸-۳)$$

ب) در ستون‌های قوطی شکل ساخته شده از مقاطع I شکل چنانچه خمش حول محور عمود بر تیغه جان بوده

$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{\left[1 - \frac{b_{bf}}{b_{cf}} \left(b_{cf} - \frac{b_{bf}}{4}\right)\right] 1/8 b_{bf} t_{bf} \frac{F_{yb} R_{yb}}{F_{yc} R_{yc}}} \quad \text{ویرایش ۱۴۰۱} \quad (۱۰-۳-۸-۴)$$

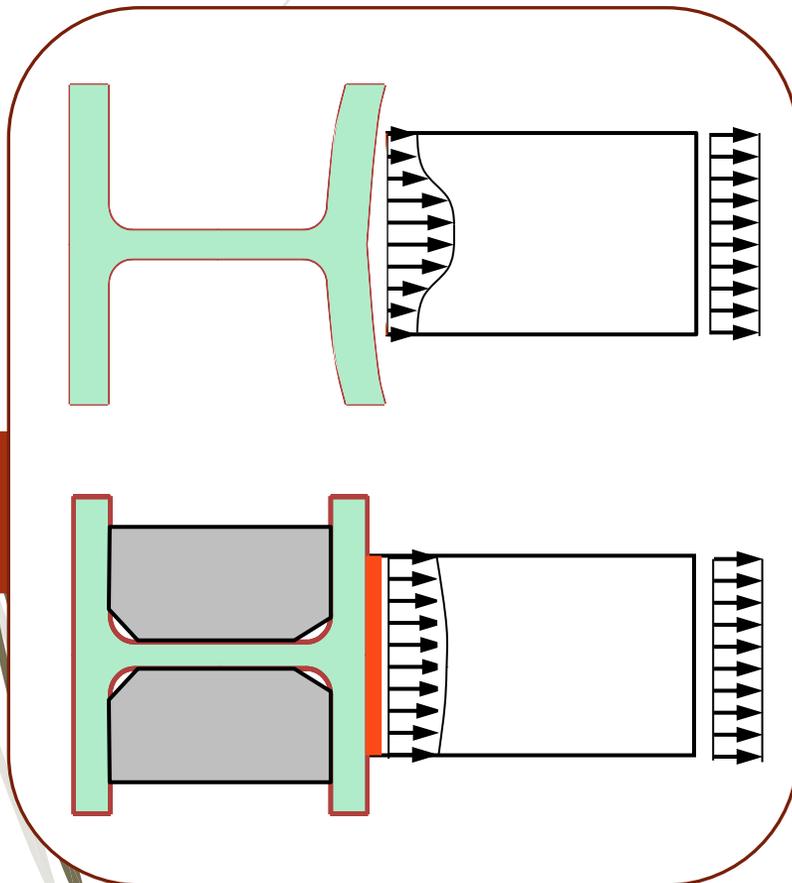
$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{12} \quad (۱۰-۳-۸-۵)$$



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال - کنترل سختی نسبی بال تیر نسبت به بال ستون

۱۰-۳-۳-۳-۱۰ ورق های پیوستگی
ویرایش ۱۴۰۱



۶- نسبت پهنا به ضخامت در ورق های پیوستگی با یک لبه مقید، نظیر ورق های پیوستگی ستون های H شکل، نباید از $0.56\sqrt{E/(R_y F_y)}$ و در ورق های پیوستگی با دو لبه مقید، نظیر ورق های پیوستگی ستون های با مقطع قوطی شکل، نباید از $1.49\sqrt{E/(R_y F_y)}$ بزرگ تر باشد.

$$\approx 40.5$$

$$\approx 15.22$$

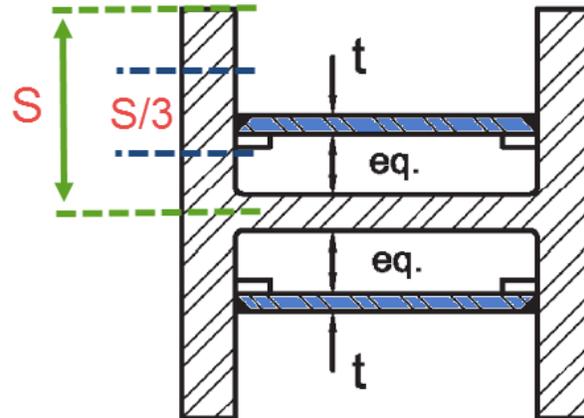


پنجمین کنفرانس ملی
و اولین کنفرانس بین المللی سازه و فولاد

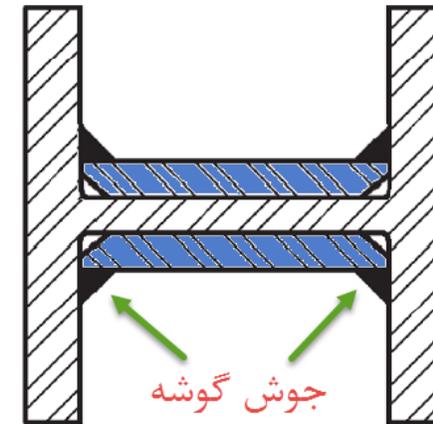


بررسی الزامات ورق پیوستگی در اتصال تیر I-شکل به ستون I-شکل تقویت شده با ورق مضاعف

ابراهیم جهان بختی^۱، علیرضا رضاییان^۲، نادر فنائی^۳



$$t_{cf} \geq 0.13 \sqrt{1.8 t_{fb} b_{fb} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yb} F_{yc}}}$$



$$t_{cf} \geq 0.34 \sqrt{1.8 t_{fb} b_{fb} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yb} F_{yc}}}$$

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال
نکته ۱ - اثر ورق مضاعف

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم – ضوابط لرزه ای چشمه اتصال
نکته ۲ – ستون قوطی

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

July 12, 2016

Supersedes the *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*
dated June 22, 2010, and all previous versions

Approved by the AISC Committee on Specifications

روابط کنترل نیاز ورق پیوستگی در ستونهای
با مقطع قوطی **هنوز تولید نشده است!**

User Note: These continuity-plate requirements apply only to wide-flange column sections. Detailed formulas for determining continuity plate requirements for box-section columns have not been developed. It is noted that the performance of moment connections is dependent on the column flange stiffness in distributing the strain across the beam-to-column flange weld. Designers should consider the relative stiffness of the box-section column flange compared to those of tested assemblies in resisting the beam flange force to determine the need for continuity plates.

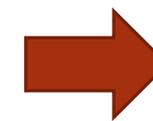
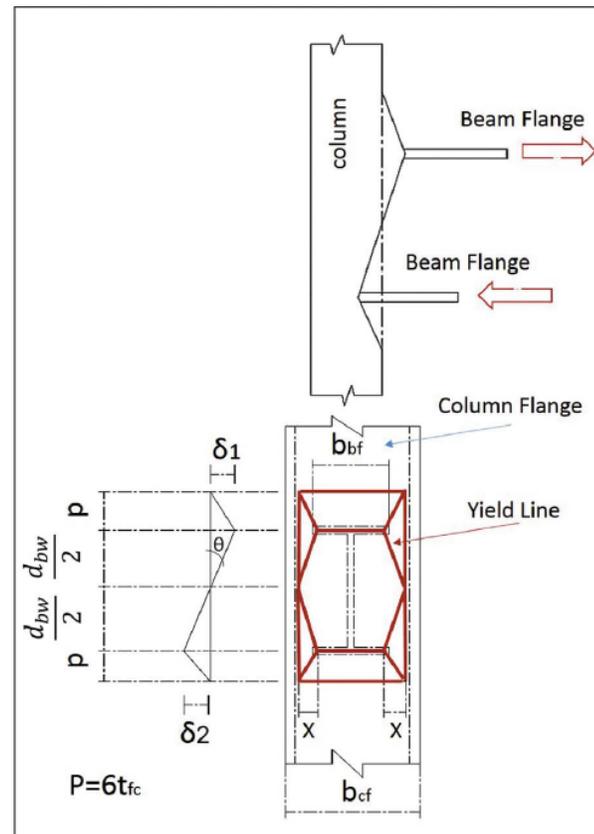
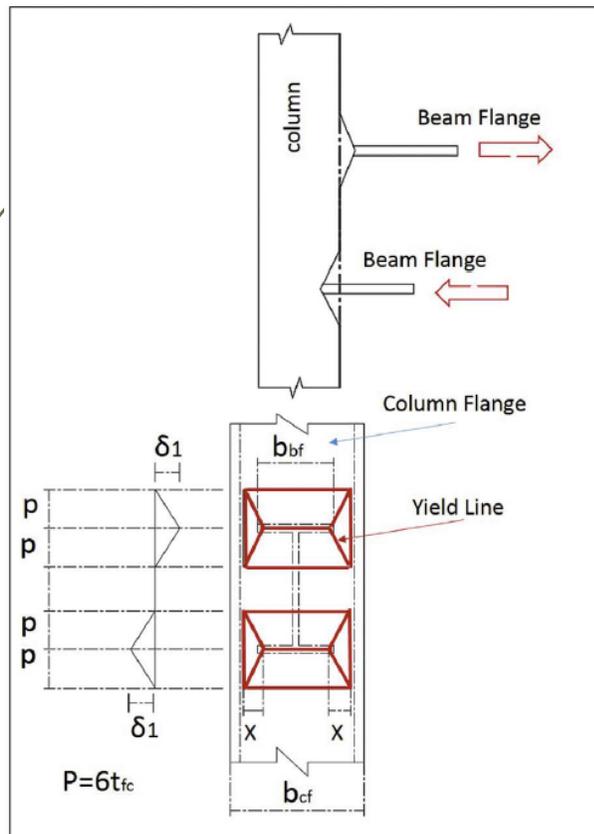


اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال
نکته ۲ - ستون قوطی

Experimental investigation of panel zone in rigid beam to box column connection

Ebrahim Jahanbakhti^a, Nader Fanaie^{a,*}, Alireza Rezaeian^b



$$t_{cf} \cong 0.4 \sqrt{1.3 \left(1.8 t_{bf} b_{bf} \frac{F_{yb}}{F_{yc}} \right)}$$

$$= 0.46 \sqrt{1.8 t_{bf} b_{bf} \frac{F_{yb}}{F_{yc}}}$$

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال ویرایش ۱۴۰۱

نکته ۲ - ستون قوطی

۱۰-۳-۳-۳-۱۰ ورق های پیوستگی

الف) در اتصالاتی که تیر به وجه یک ستون قوطی شکل متصل شده باشد. در این گونه مقاطع ابعاد ورق های پیوستگی باید براساس کل مقاومت موردنیاز در وجه ستون (مطابق بند ت) و بدون توجه به مقاومت های موجود ستون در برابر آن و با رعایت بند (ث) تعیین شود.

ت) یادداشت: در اتصالاتی که تیر از طریق جوش بال یا ورق های اتصال به ستون متصل می شود، در محل اتصال بال تیر یا ورق های روسری یا زیرسری به ستون، مقدار مقاومت موردنیاز (P_f) می تواند از رابطه زیر تعیین شود:

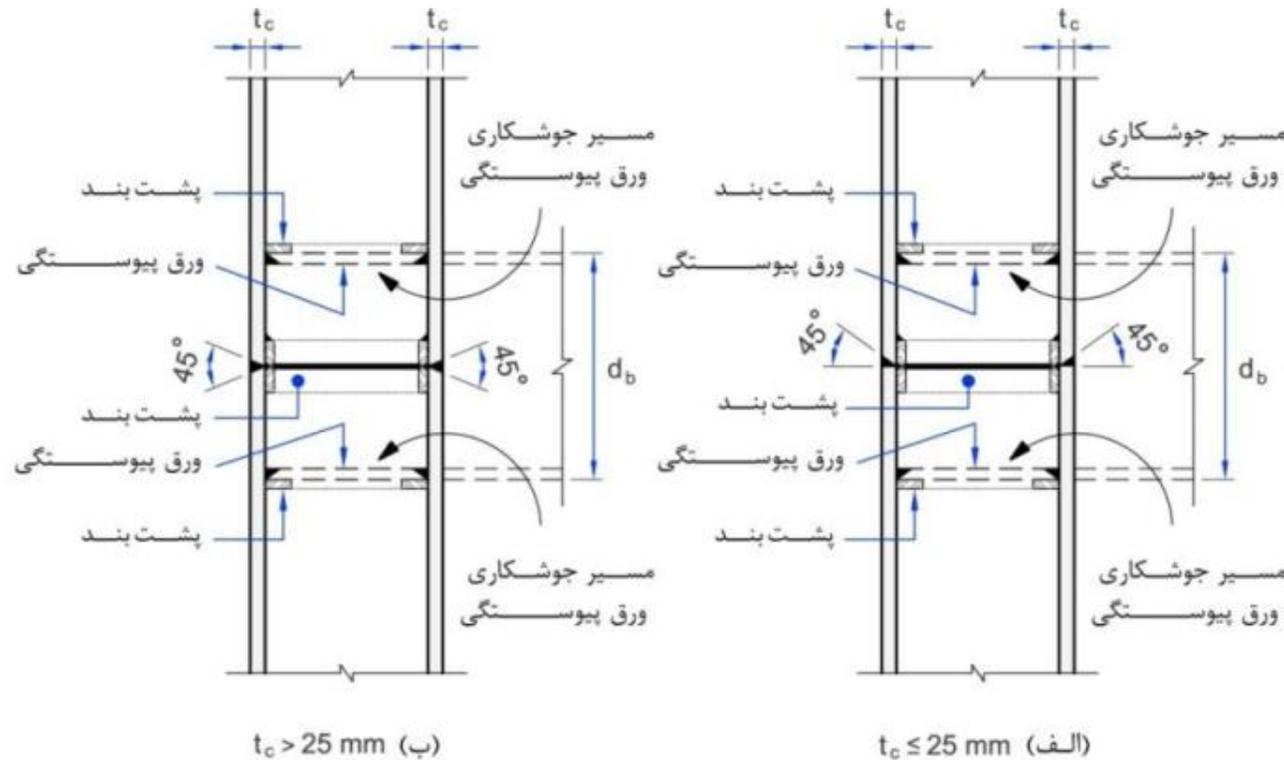
$$P_f = \frac{M_f}{\alpha_s d^*} \quad (10-3-3-3-12)$$

در رابطه ۱۰-۳-۳-۳-۱۲، M_f مقدار مقاومت خمشی موردنیاز در محل اتصال تیر به ستون است که براساس ضوابط بند ۱۰-۳-۳-۳-۱۲ الف محاسبه می شود. d^* فاصله بین مراکز سطح بال های تیر یا ورق های روسری و زیرسری بوده و α_s برابر 1.0 در روش LRFD و برابر 1.5 در روش ASD است.

۱۰-۳-۲-۱۲ وصله ستون‌ها

ویرایش ۱۴۰۱

(۴) در مواردی که درز لب‌به‌لب ورق‌های بال یا جان ستون‌های قوطی‌شکل (HSS) یا جعبه‌ای ساخته شده از ورق در کارخانه و به‌صورت شیاری با نفوذ کامل انجام شود و نیز استفاده از ورق‌های دیافراگم داخلی (ورق‌های پیوستگی) مدنظر باشد، محل درز وصله می‌تواند مطابق شکل ۱۰-۳-۲-۱۰ درست در وسط چشمه اتصال و در امتداد محور طولی تیر باشد. در این حالت در محل درز وصله برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده از ورق‌های پشت‌بند اجباری است.



شکل ۱۰-۳-۲-۱۰: گزینه دیگر موقعیت وصله کارخانه‌ای ستون‌ها

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال (ورقهای پیوستگی)

پ) طول ورقهای پیوستگی باید برابر با فاصله خالص دو بال ستون باشد.

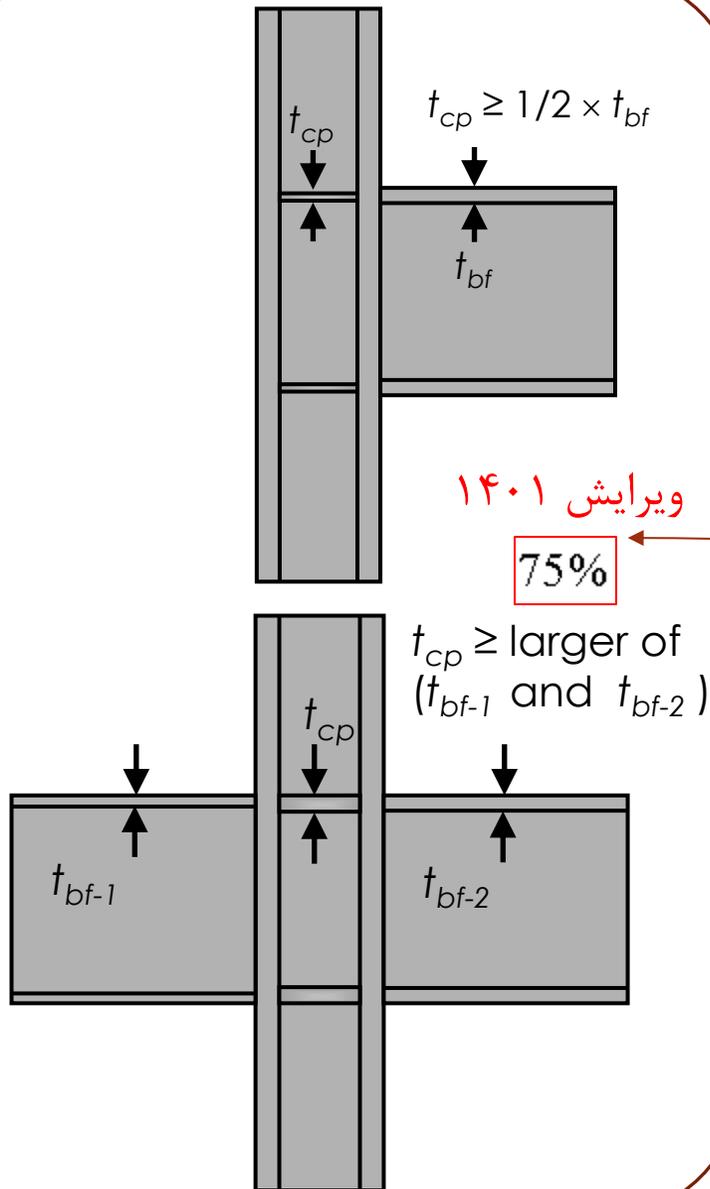
ت) پهنای ورقهای پیوستگی در ستونهای با مقطع قوطی شکل باید برابر فاصله خالص دو جان مقطع ستون بوده و در ستونهای با مقطع H شکل مجموع پهنای ورقهای پیوستگی در هر طرف جان مقطع ستون نباید از پهنای بال تیر یا پهنای ورق پوششی اتصال کمتر باشد.

ث) ضخامت ورقهای پیوستگی نباید از نصف ضخامت بال تیر یا ضخامت ورقهای پوششی اتصال (ورقهای روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر فقط به یک وجه ستون متصل هستند و از ضخامت بال تیر یا ضخامت ورقهای پوششی اتصال (ورقهای روسری و زیرسری) در اتصالات گیرداری که در امتداد موردنظر به هر دو وجه ستون متصل هستند، کمتر در نظر گرفته شود.

ج) جوش ورقهای پیوستگی به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشد. در صورتی که ضخامت ورق پیوستگی کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلی متر باشد، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است.

20 میلی متر

چ) جوش ورقهای پیوستگی به جان ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد.



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال ورقهای پیوستگی در تیرهای با عمق نابرابر

طرح تحقیقاتی دکتر احمدی جزنی و دکتر حسینی هاشمی

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله - چکیده طرح پژوهشی

ارائه جزئیات چشمه اتصال در قابهای خمشی فولادی

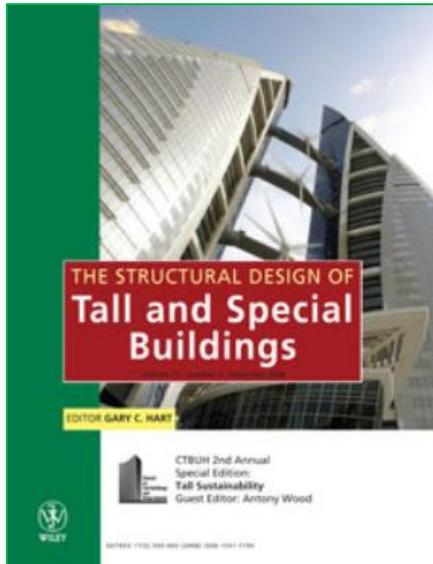
با تیرهای با عمق نابرابر

بهرخ حسینی هاشمی

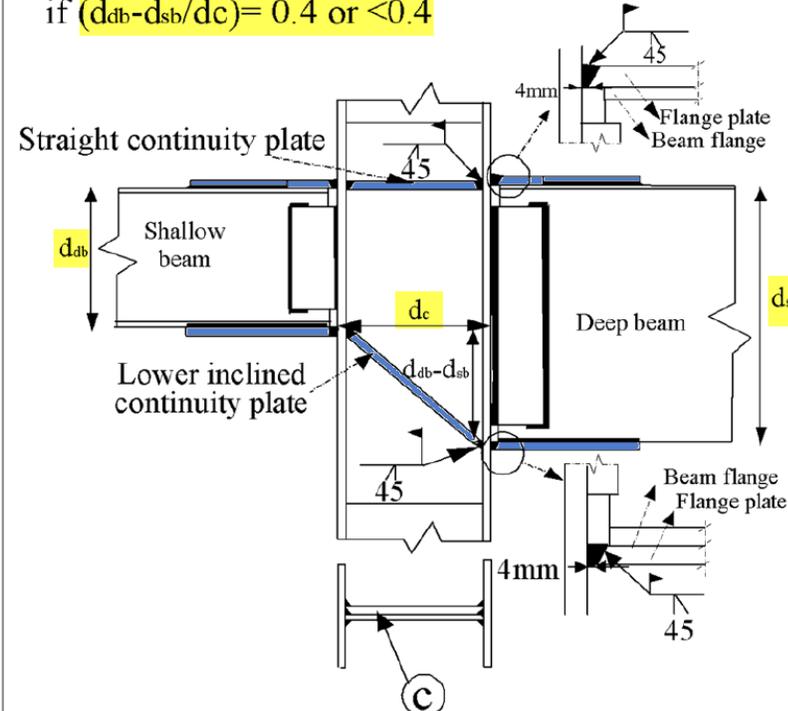
دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه

behrokh@iiees.ac.ir@iiees.ac.ir

روح الله احمدی جزنی

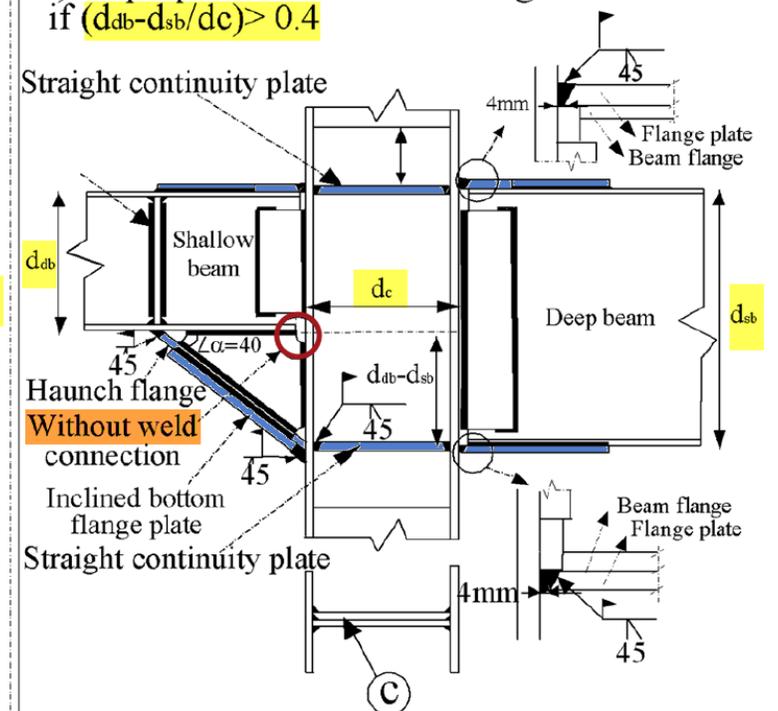


a) the proposed connection arrangement
if $(d_{db}-d_{sb}/d_c) = 0.4$ or < 0.4



(Flange plate with inclined continuity plate)

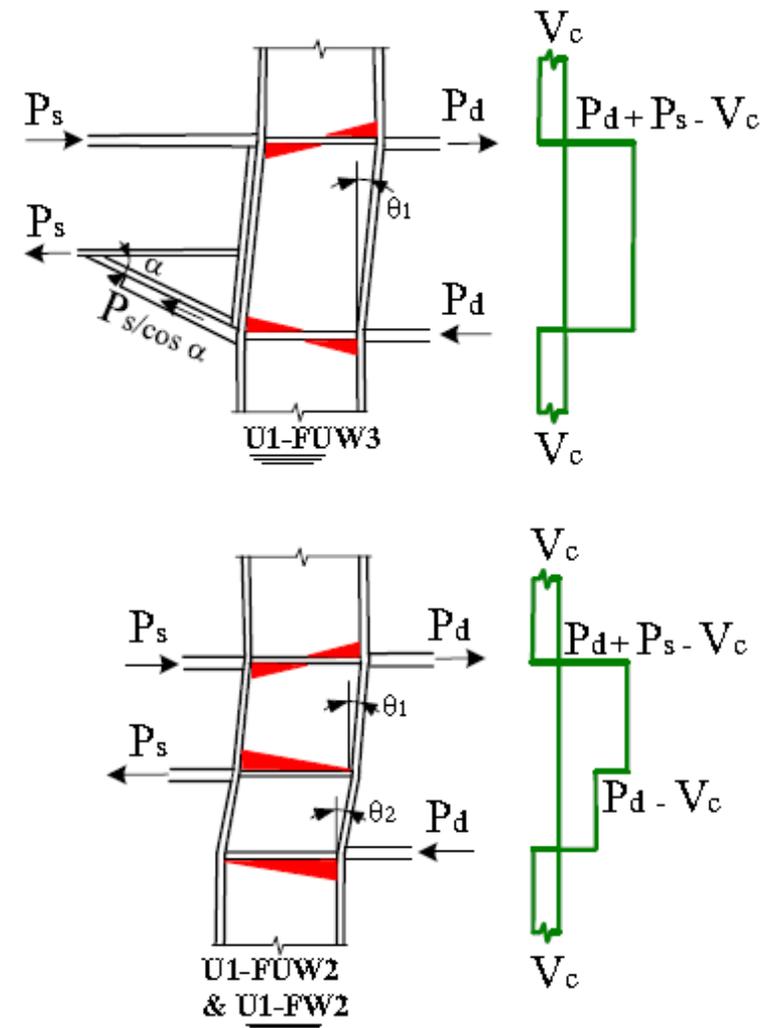
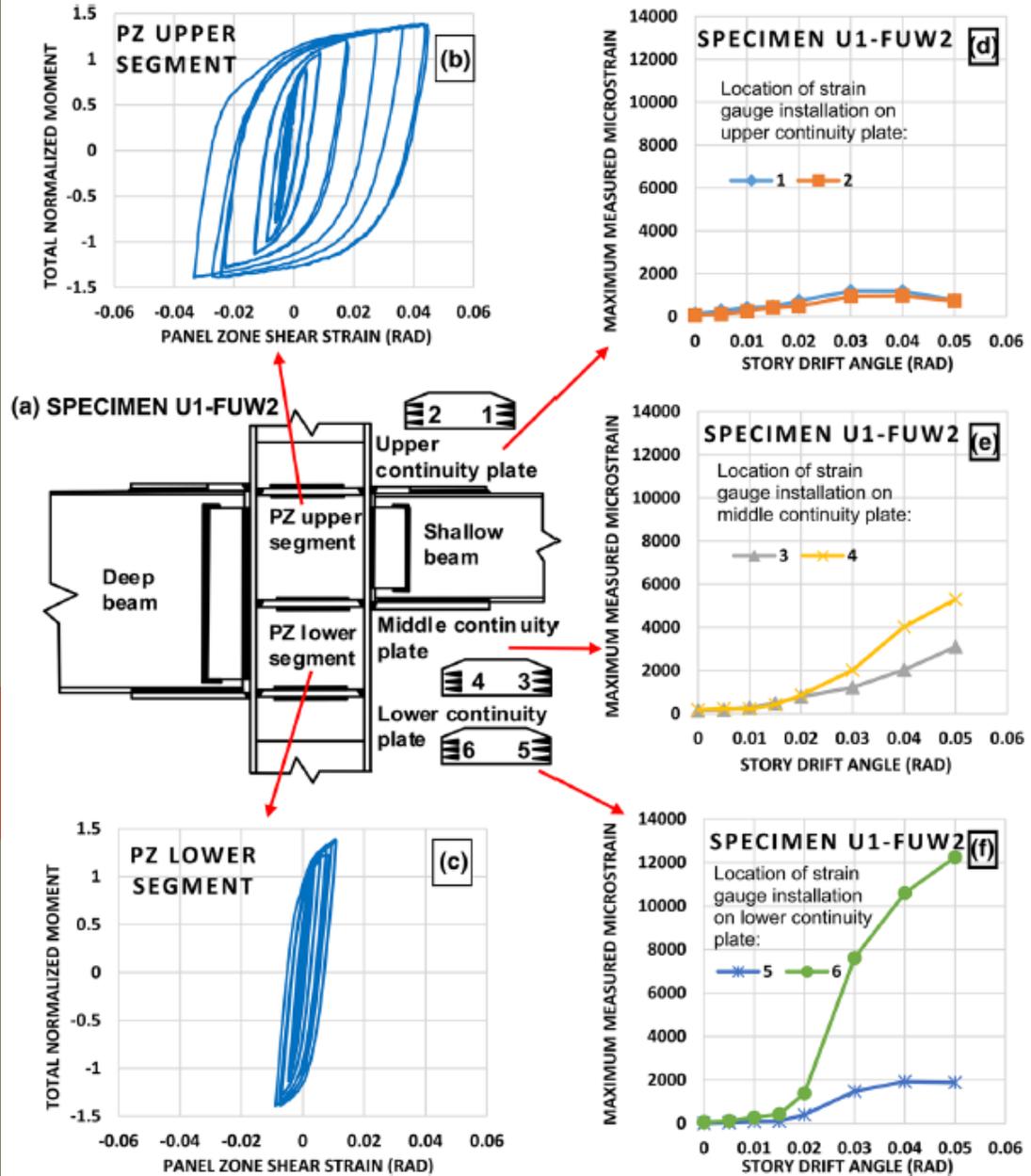
b) the proposed connection arrangement
if $(d_{db}-d_{sb}/d_c) > 0.4$



(Flange plate with haunch connection)

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال



اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

قسمت هشتم - ضوابط لرزه ای چشمه اتصال

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} > 1.0 \quad (E3-1)$$

$\sum M_{pb}^*$ = sum of the projections of the expected flexural strengths of the beams at the plastic hinge locations to the column centerline, kip-in. (N-mm). It is permitted to determine $\sum M_{pb}^*$ as follows:

$$\sum M_{pb}^* = \sum (M_{pr} + \alpha_s M_v) \quad (E3-3)$$

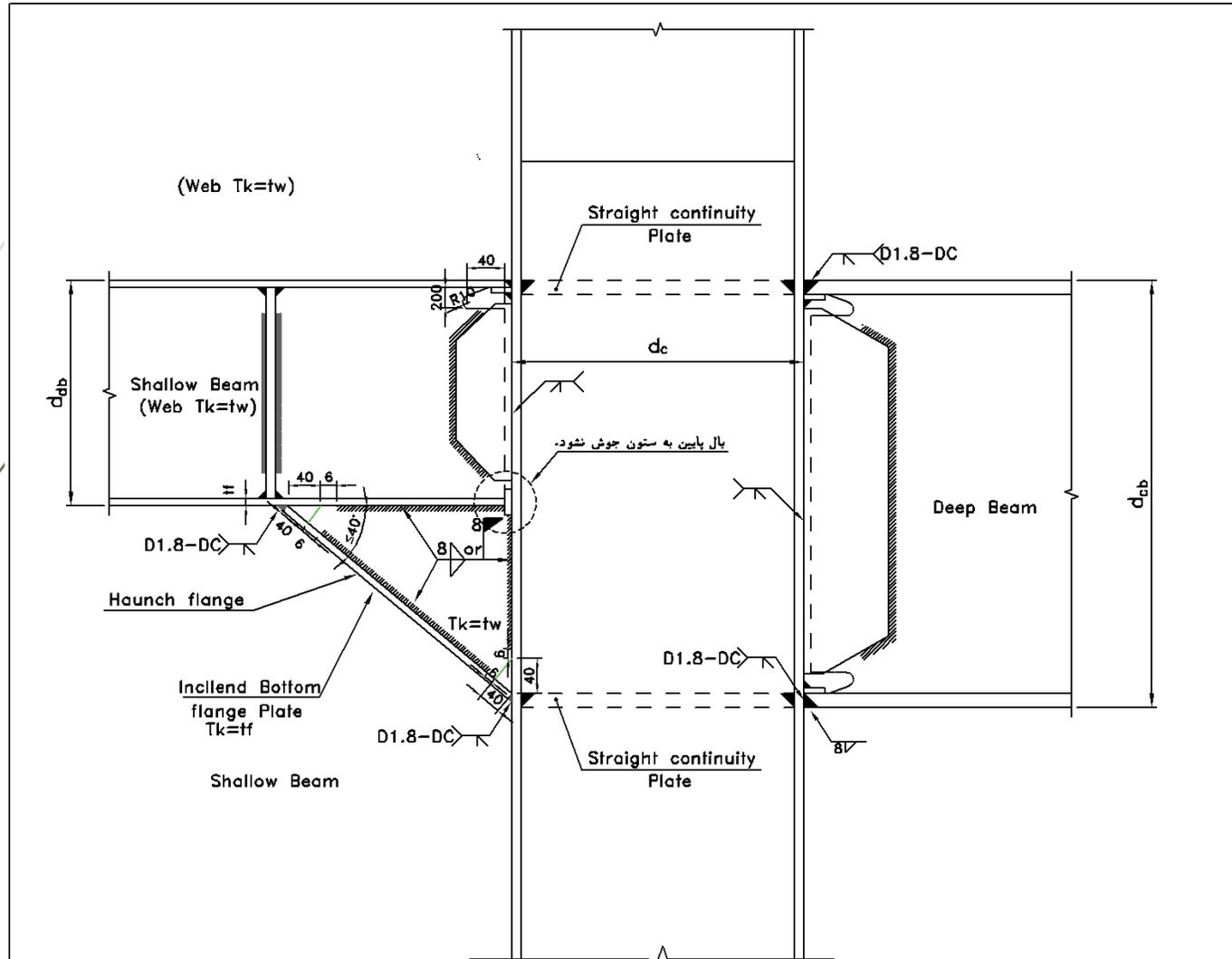
M_{pr} = maximum probable moment at the location of the plastic hinge, as determined in accordance with ANSI/AISC 358, or as otherwise determined in a connection prequalification in accordance with Section K1, or in a program of qualification testing in accordance with Section K2, kip-in. (N-mm)

M_v = additional moment due to shear amplification from the location of the plastic hinge to the column centerline based on LRFD or ASD load combinations, kip-in. (N-mm)

α_s = LRFD-ASD force level adjustment factor = 1.0 for LRFD and 1.5 for ASD.

اتصالات لرزه ای قابهای خمشی

نمونه اتصال:



در محلهایی که تیرهای با ارتفاع 700 با تیرهای با ارتفاع 450 تلافی دارند از این دیتیل استفاده گردد.
موقعیت قرارگیری ورق پیوستگی تحتانی بر مبنای تیر بزرگتر خواهد بود.

اتصالات از پیش تایید شده اشکال

جدول ۱۰-۳-۱۳ انواع اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

Connection Type	Chapter	Systems
Reduced beam section (RBS)	5	SMF, IMF
Bolted unstiffened extended end plate (BUEEP)	6	SMF, IMF
Bolted stiffened extended end plate (BSEEP)	6	SMF, IMF
Bolted flange plate (BFP)	7	SMF, IMF
Welded unreinforced flange-welded web (WUF-W)	8	SMF, IMF
Kaiser bolted bracket (KBB)	9	SMF, IMF
ConXtech ConXL moment connection (ConXL)	10	SMF, IMF
SidePlate moment connection (SidePlate)	11	SMF, IMF
Simpson Strong-Tie Strong Frame moment connection	12	SMF, IMF
Double-tee moment connection	13	SMF, IMF

ردیف	نوع اتصال	مخفف	نوع سیستم سازه‌ای قابل کاربرد	بخش مربوطه
۱	اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته	RBS	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	(۲-۱۳-۳-۱۰)
۲	اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی	BUEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	(۳-۱۳-۳-۱۰)
۳	اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی	BSEEP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	(۳-۱۳-۳-۱۰)
۴	اتصال پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	BFP	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	(۴-۱۳-۳-۱۰)
۵	اتصال جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری	WFP	قاب‌های خمشی متوسط	(۵-۱۳-۳-۱۰)
۶	اتصال مستقیم تقویت نشده جوشی	WUF-W	قاب‌های خمشی متوسط و ویژه	(۶-۱۳-۳-۱۰)

اتصالات از پیش تایید شده

اشکال ویرایش ۱۴۰۱

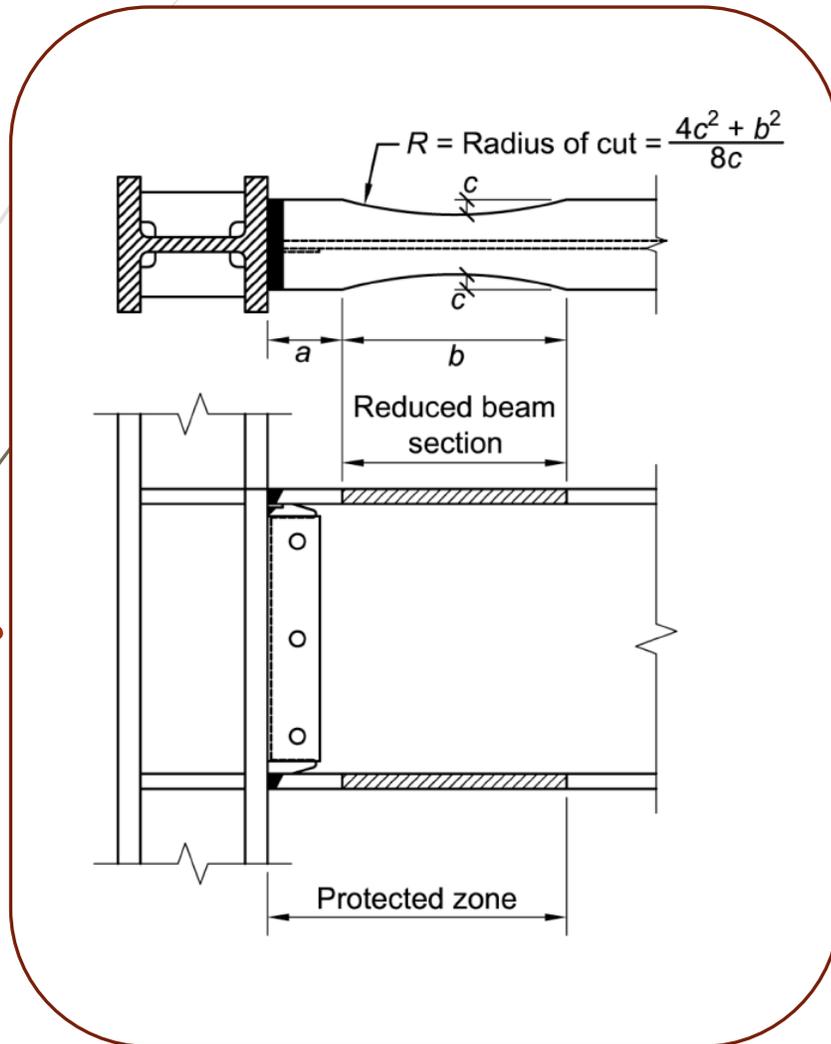
جدول ۱۰-۳-۷-۱: انواع اتصالات گیردار پیش تأییدشده

ردیف	نوع اتصال	مخفف	سیستم سازهای قابل کاربرد	بخش مربوطه
۱	اتصال تیر با مقطع کاهش یافته	RBS	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۲-۷-۳-۱۰
۲	اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی	BUEEP	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۳-۷-۳-۱۰
۳	اتصال فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی	BSEEP	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۳-۷-۳-۱۰
۴	اتصال پیچی به کمک ورقهای روسری و زیرسری	BFP	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۴-۷-۳-۱۰
۵	اتصال جوشی به کمک ورقهای روسری و زیرسری	WFP	قابهای خمشی متوسط	۵-۷-۳-۱۰
۶	اتصال مستقیم تقویتشده جوشی	WUF-W	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۶-۷-۳-۱۰
۷	اتصال پیچی با جفت سپری	DT	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۷-۷-۳-۱۰
۸	اتصال تیر با مقطع کاهش یافته و دیافراگم عبوری از ستون	TD-RBS	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۸-۷-۳-۱۰
۹	اتصال تقویتشده جوشی با دیافراگم عبوری از ستون	TD-WUFW	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۹-۷-۳-۱۰
۱۰	اتصال تیر با بال پهن شده و دیافراگم عبوری از ستون	TD-Widened	قابهای خمشی متوسط و ویژه	۱۰-۷-۳-۱۰

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۲ اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)

۱۰-۳-۷-۲ اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)



(۱) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون، مطابق الزامات فصل ۱۰-۲، الزامی است.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر $a+b$ در نظر گرفته شود. b, a در شکل ۱۰-۳-۱۳-۱ نشان داده شده است.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک باید برابر $S_h = a + b/2$ در نظر گرفته شود.

(۷) جرم واحد طول تیر نباید از ۴۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.

(۸) عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۹) ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۵۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۰) عمق مقطع ستون‌های H شکل و صلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر و عمق پهنای مقطع ستون‌های قوطی شکل ساخته شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

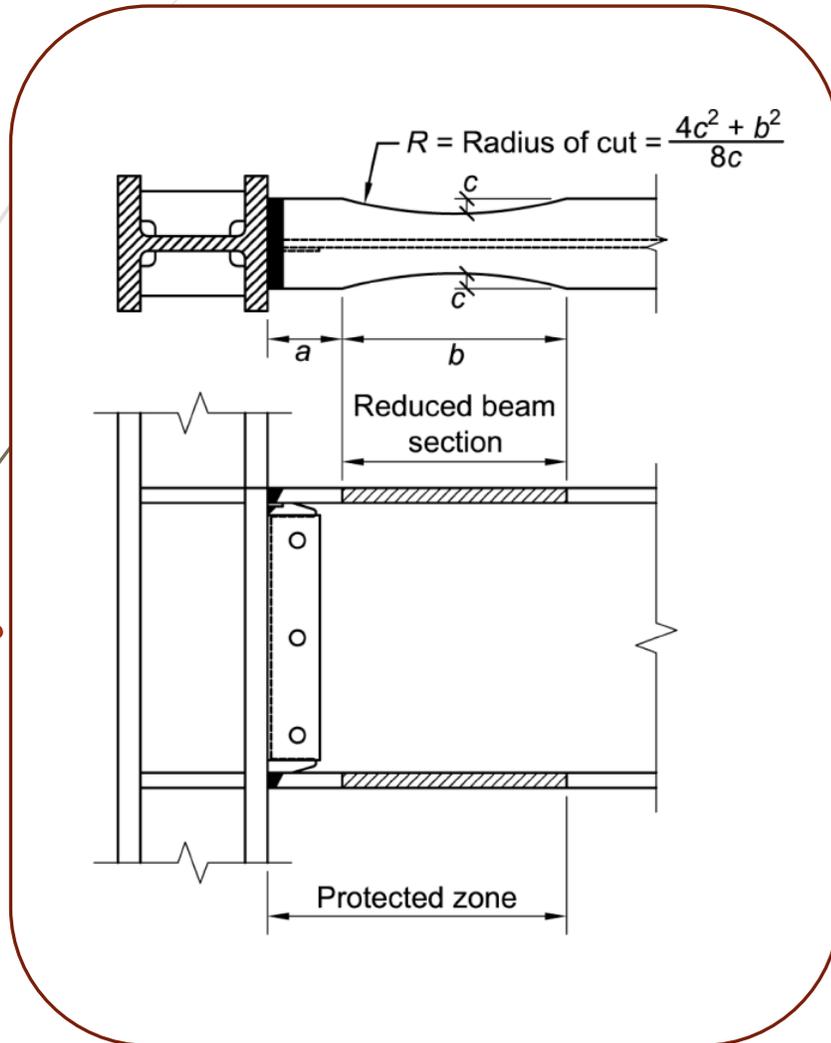
(۱۱) نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۲ اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)

ANSI/AISC 358-16
An American National Standard



5.8. DESIGN PROCEDURE

Step 1. Choose trial values for the beam sections, column sections and RBS dimensions a , b and c (Figure 5.1) subject to the limits:

$$0.5b_{bf} \leq a \leq 0.75b_{bf} \quad (5.8-1)$$

$$0.65d \leq b \leq 0.85d \quad (5.8-2)$$

$$0.1b_{bf} \leq c \leq 0.25b_{bf} \quad (5.8-3)$$

where

a = horizontal distance from face of column flange to start of an RBS cut, in. (mm)

b = length of RBS cut, in. (mm)

b_{bf} = width of beam flange, in. (mm)

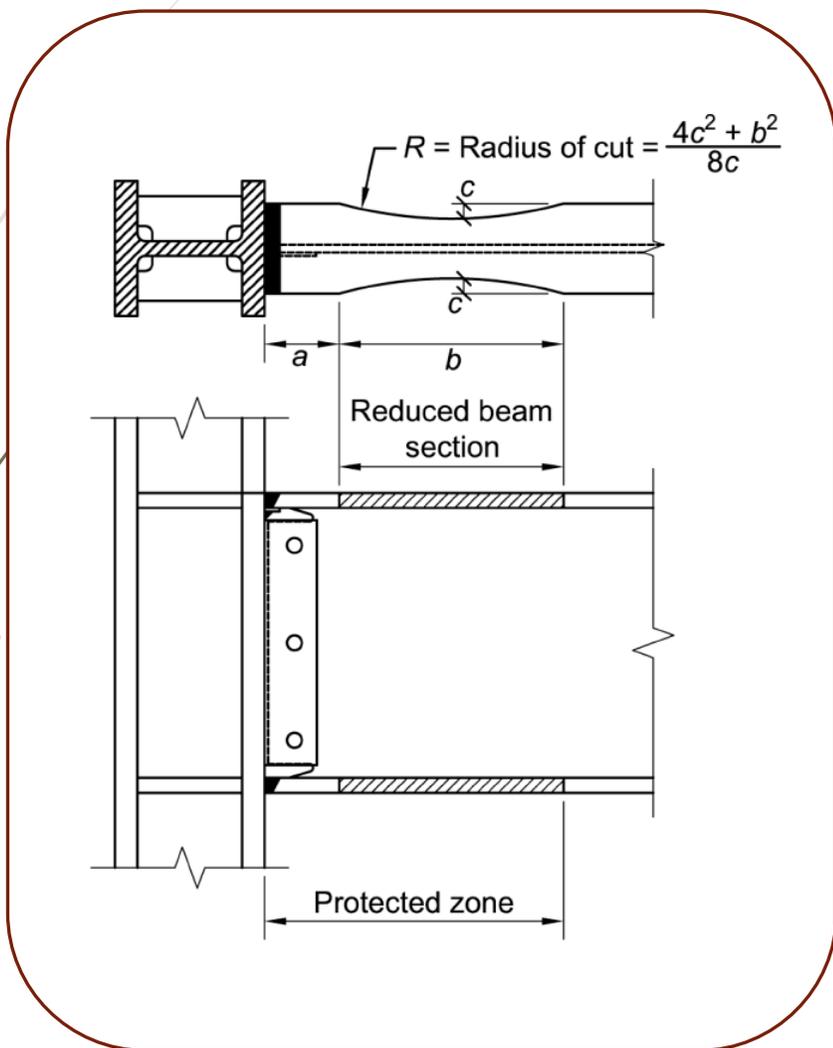
c = depth of cut at center of reduced beam section, in. (mm)

d = depth of beam, in. (mm)

Confirm that the beams and columns are adequate for all load combinations specified

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۲ اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)



(۱۳) ستون‌ها و تیرها شامل ناحیه کاهش یافته باید دارای مقاومت کافی در برابر کلیه ترکیبات بارگذاری به استثنای ترکیبات بار زلزله شدید یافته باشند. همچنین در کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقه باید اثرات مقطع کاهش یافته لحاظ شود. در کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقه بجای مدل‌سازی ناحیه کاهش یافته می‌توان تغییرمکان جانبی نسبی را در حالتی که ناحیه کاهش یافته لحاظ نشده است با ضریب $1/1$ برای حالت نظیر $c = 0.25 b_{bf}$ تشدید نمود. برای سایر مقادیر c می‌توان از تناسب بین آنها و $c = 0.25 b_{bf}$ بهره برد.

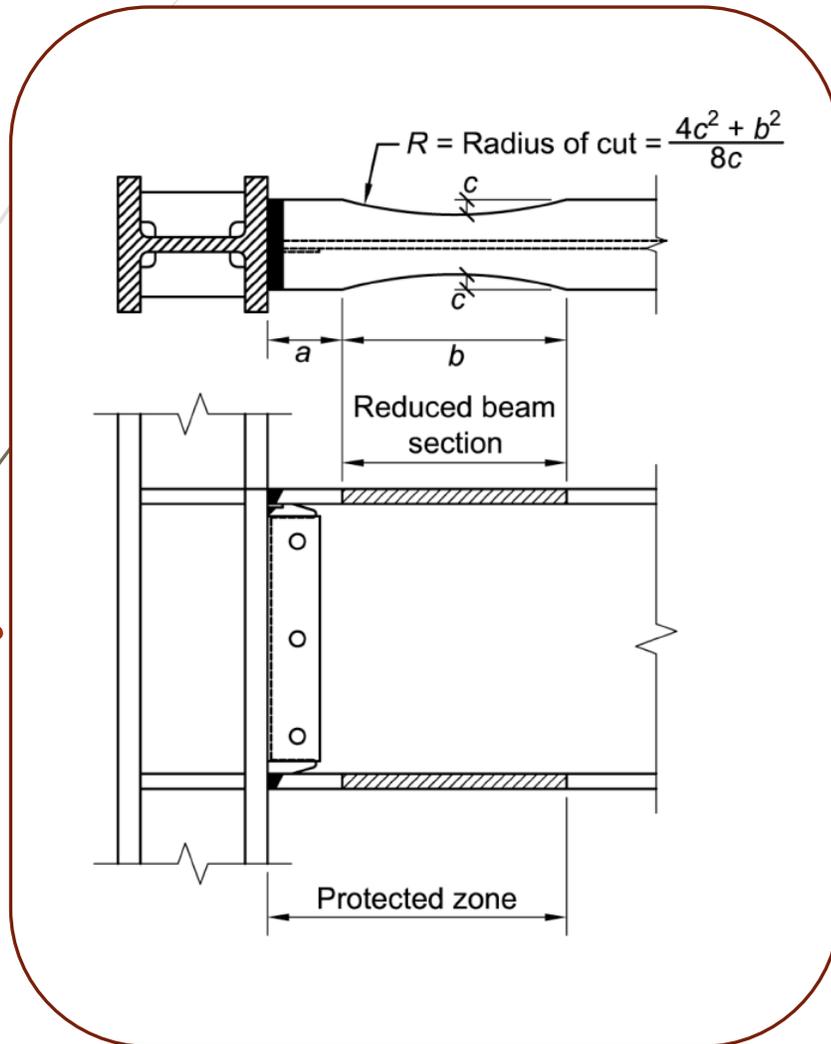
Details		Value	Unit	Description
a (cm)		57.25	cm	شعاع مقطع کاهش یافته
10 < 10 < 15	cm	1664	cm ³	اساس مقطع پلاستیک کاهش یافته
b (cm)		0.83		نسبت مقاومت مقطع کاهش یافته
28.6 < 30 < 37.4	cm	25	cm	فاصله مرکز مقطع کاهش یافته از بر ستون
c (cm)		1.04		ضریب افزایش تغییر مکان جانبی نسبی
2 < 2 < 5	cm			

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۷-۲ اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)

۱۰-۳-۷-۳ سایر الزامات ویرایش ۱۴۰۱



(۲) در قاب‌های خمشی ویژه، جان تیر باید از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل به بال ستون جوش شود. علاوه بر آن لازم است یک ورق تکی جان در فاصله بین دو سوراخ دسترسی تعبیه شود (شکل ۱۰-۳-۷-۲). استفاده از ورق تکی جان به‌عنوان پشت‌بند جوش شیاری جان تیر به بال ستون نیز مجاز است. ضخامت ورق تکی جان باید حداقل برابر ۱۰ میلی‌متر باشد. اتصال ورق تکی به بال ستون و جان تیر می‌تواند از نوع جوش گوشه یک‌طرفه با ضخامت حداقل آیین‌نامه‌ای باشد. در انتهای جوش شیاری جان تیر به بال ستون استفاده از ورق‌های گوشواره‌ای الزامی نیست. تعبیه سوراخ در جان تیر به‌منظور مونتاژ در این اتصالات مجاز است.

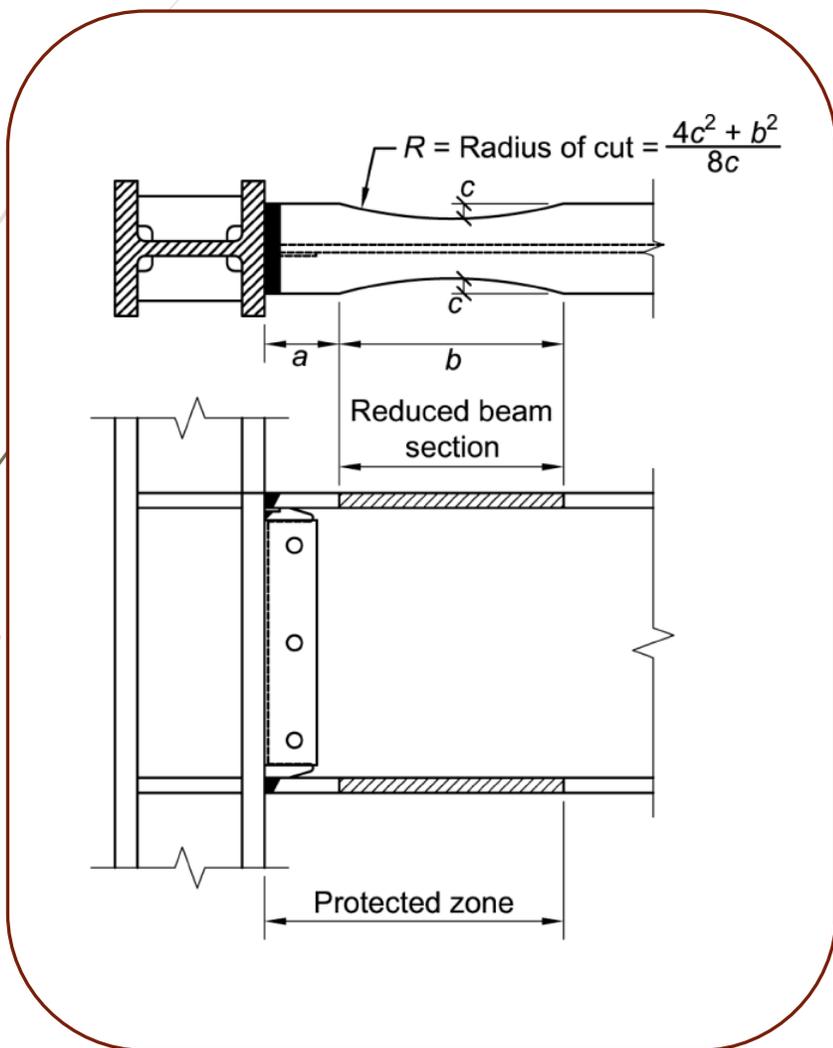
(۳) در قاب‌های خمشی متوسط، اتصال جان تیر به بال ستون می‌تواند از طریق رعایت ضوابط بند ۲ فوق انجام پذیرد. در این نوع قاب به‌جای رعایت این ضوابط، اتصال جان تیر به بال ستون می‌تواند از طریق یک ورق تکی پیچ‌شده به جان تیر نیز صورت گیرد. در این حالت اتصال ورق تکی به جان تیر باید از نوع لغزش بحرانی با سوراخ استاندارد، یا سوراخ استاندارد در یکی و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با محور تیر در دیگری باشد. اتصال ورق تکی به بال ستون باید از نوع شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دوطرفه باشد.

اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۷-۲ اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)

۱۰-۳-۷-۳ سایر الزامات ویرایش ۱۴۰۱



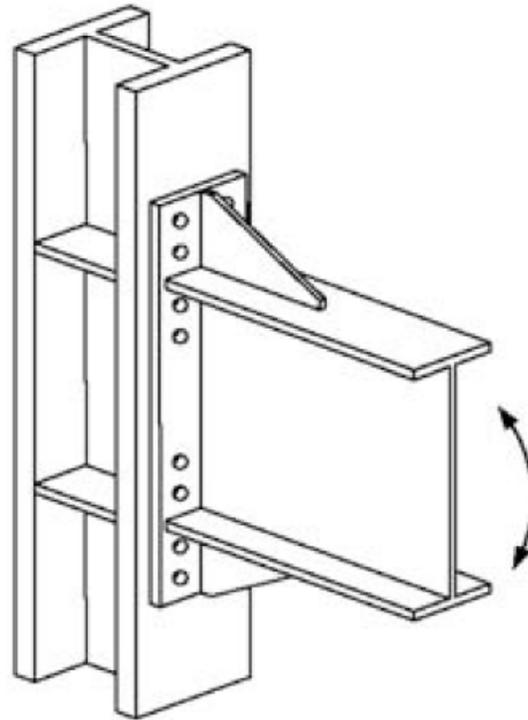
(۳) در قاب‌های خمشی متوسط، اتصال جان تیر به بال ستون می‌تواند از طریق رعایت ضوابط بند ۲ فوق انجام پذیرد. در این نوع قاب به‌جای رعایت این ضوابط، اتصال جان تیر به بال ستون می‌تواند از طریق یک ورق تکی پیچ‌شده به جان تیر نیز صورت گیرد. در این حالت اتصال ورق تکی به جان تیر باید از نوع لغزش بحرانی با سوراخ استاندارد، یا سوراخ استاندارد در یکی و سوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با محور تیر در دیگری باشد. اتصال ورق تکی به بال ستون باید از نوع شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دوطرفه باشد. مقاومت برشی موردنیاز اتصال باید براساس الزامات بند ۱۰-۳-۳-۳-۵ تعیین شود. ضخامت جوش‌های گوشه طرفین ورق تکی به بال ستون باید حداقل برابر 0.75 ضخامت ورق تکی و ضخامت ورق تکی باید حداقل برابر 10 میلی‌متر باشد. پیچ‌ها می‌توانند قبل یا بعد از جوشکاری ورق به بال ستون، ۱۰-۳-۷-۲-۴ برشکاری بال تیر

(۱) در ناحیه کاهش یافته تیر، برشکاری بال تیر باید توسط دستگاه برش حرارتی انجام شود تا یک انحنای هموار به وجود آید. در محل خاتمه برشکاری بال تیر، تبدیل مقطع کاهش یافته به مقطع کاهش نیافته باید به صورت هموار و از طریق سنگ‌زنی گوشه‌های تیز انجام شود. رواداری مجاز اجرای برش حرارتی از مقادیر موردنظر، مطابق روابط ۱۰-۳-۷-۱۰ الی ۱۰-۳-۷-۴، به میزان 6 میلی‌متر است.

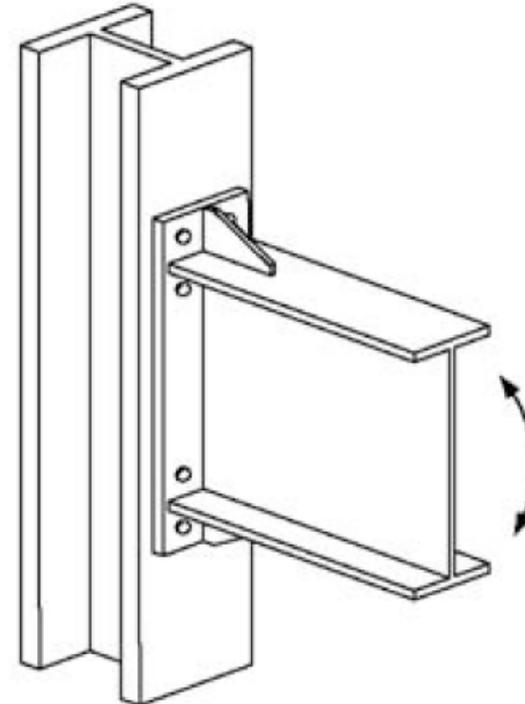
اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

ویرایش ۱۴۰۱ ۳-۷-۳-۱۰

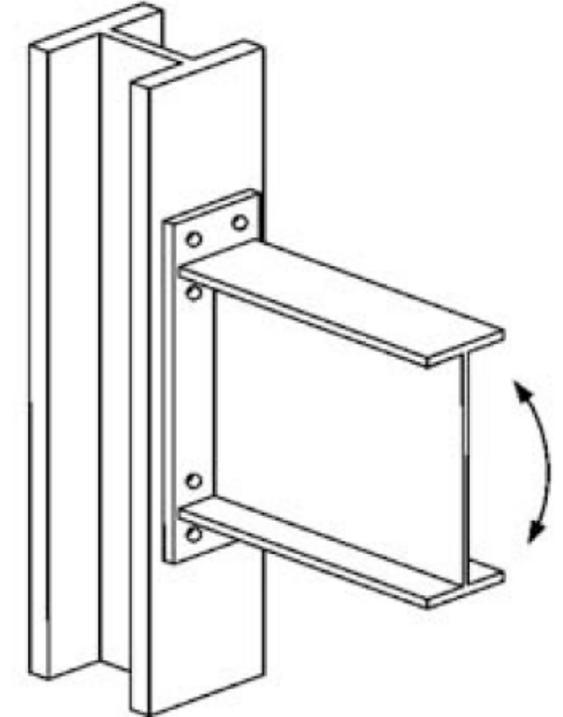
۳-۱۳-۳-۱۰ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP) و اتصال گیردار فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP)



(پ)



(ب)



(الف)

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP) و اتصال گیردار
فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP) **ویرایش ۹۲**

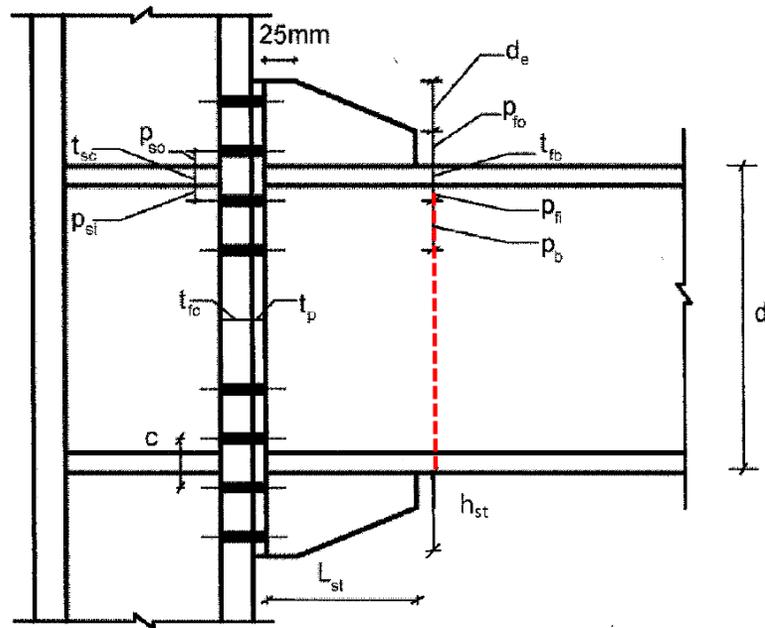
(۱) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به ورق انتهایی مجاز نمی‌باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت‌شده باید به شرح زیر در نظر گرفته شود.

- در اتصال فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر از برستون

- در اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی برابر طول لچکی بعلاوه کوچکترین دو مقدار نصف عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر، از برستون

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) باید برابر کوچکترین دو مقدار $d/2$ و $3b_{bf}$ از برستون برای اتصالات فلنجی بدون استفاده از ورق‌های لچکی و برابر $(L_{st}+t_p)$ از برستون برای اتصالات فلنجی با استفاده از ورق‌های لچکی در نظر گرفته شود. که در آن d عمق تیر، b_{bf} پهنای بال تیر، L_{st} طول ورق لچکی در روی بال تیر و t_p ضخامت ورق انتهایی است.



اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP) و اتصال گیردار

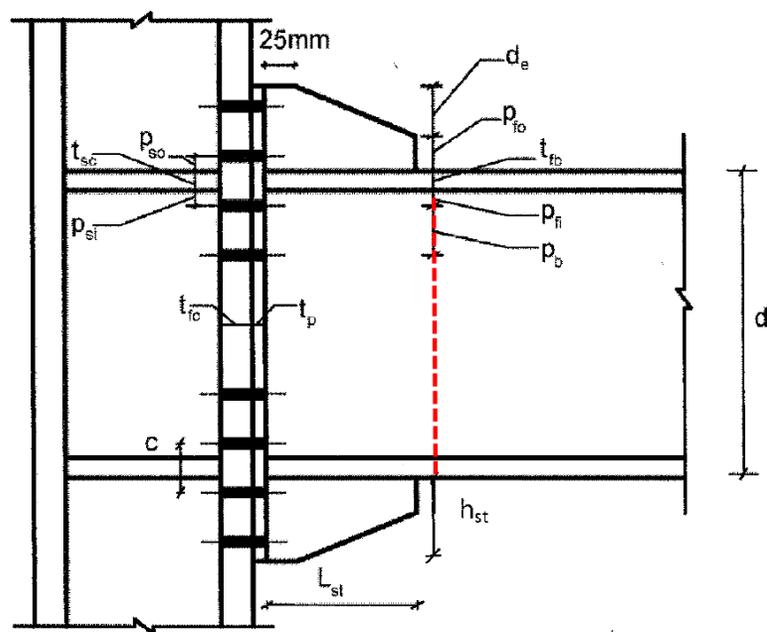
ویرایش ۹۲

فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP)

(۵) در قاب‌های خمشی با دال بتنی سازه‌ای، در فاصله $1/5$ برابر عمق تیر از بر ستون، تعبیه برشگیر در روی بال فوقانی تیر مجاز نمی‌باشد. همچنین در فاصله حداقل برابر ۲۵ میلی‌متر از طریق مصالح انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هر دو طرف هر دو بال ستون اجتناب شود.

(۷) ورق‌های لچکی باید در امتداد جان تیر و در وسط ورق انتهایی تعبیه شوند. طول ورق‌های لچکی نباید از $1/75 h_{st}$ کوچکتر در نظر گرفته شود که در آن h_{st} ارتفاع لچکی‌ها در امتداد محور ستون می‌باشد. ورق‌های لچکی در روی بال تیر و نیز در انتهای ورق انتهایی باید حدوداً ۲۵ میلی‌متر برش عمودی داشته و سپس به صورت مورب بریده شوند. ضخامت ورق‌های لچکی نباید کمتر از ضخامت جان مقطع تیر در نظر گرفته شود. لچکی‌ها باید دارای شرایط $h_{st}/t_s \leq 0.156 \sqrt{E/F_y}$ نیز باشند.

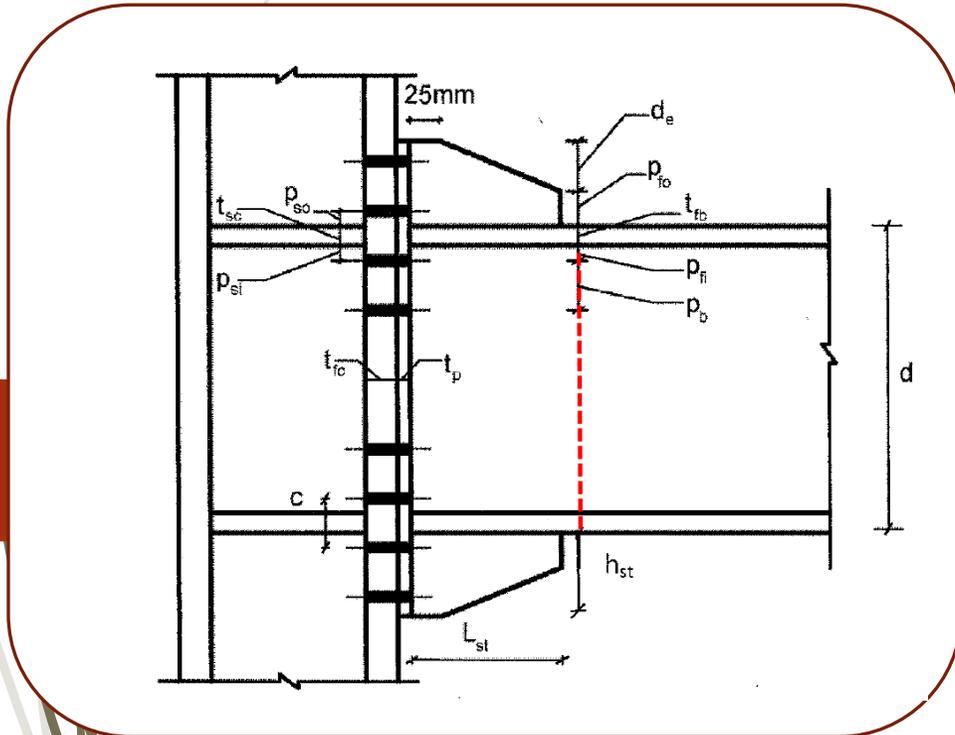
(۱۴) نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.



اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

ویرایش ۱۴۰۱



$$t_s \geq t_{bw} \left(\frac{F_{yb}}{F_{ys}} \right)$$

(۵-۷-۳-۱۰)

$$\frac{h_s}{t_s} \leq 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$$

(۶-۷-۳-۱۰)

در روابط فوق:

h_{st} = ارتفاع ورق لچکی

F_{ys} = تنش تسلیم مشخصه ورق لچکی

F_{yb} = تنش تسلیم مشخصه فولاد تیر

t_{bw} = ضخامت جان مقطع تیر

(۸) اتصال لچکی‌ها (در صورت استفاده) به ورق انتهایی و بال تیر باید از نوع جوش شیاری با نفوذ

کامل باشد. چنانچه ضخامت لچکی‌ها کوچکتر یا مساوی 10 میلی‌متر باشد، استفاده از جوش

گوشه دوطرفه نیز مجاز است. ضخامت جوش‌های گوشه نباید از $0.8t_s$ (ضخامت ورق لچکی

است) و 6 میلی‌متر کمتر باشد. گوشه ورق لچکی در محل تقاطع آن با بال تیر و ورق انتهایی

باید به صورت مثلثی بریده شود تا فاصله آزاد با جوش بال تیر و ورق انتهایی فراهم شود.

(۹) به کار بردن ورق‌های پرکننده انگشتی در بالا و پایین ورق انتهایی مطابق شکل ۴-۷-۳-۱۰

مجاز است.

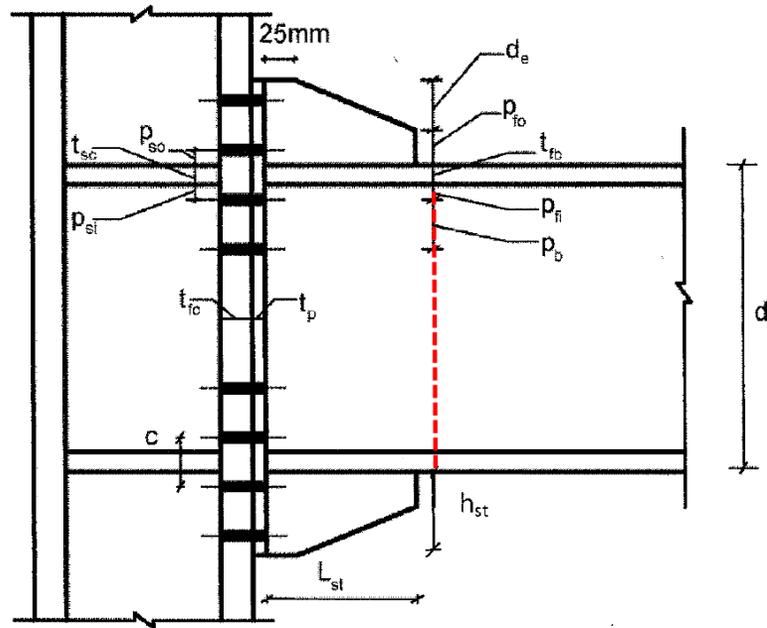
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP) و اتصال گیردار

فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP)

جدول ۱۰-۳-۱۳-۲ محدودیت‌های ابعادی اتصالات گیردار فلنجی



BSEEP				BUEEP		پارامتر
هشت پیچی		چهار پیچی		حداکثر	حداقل	
حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	(mm)	(mm)	
۳۰	۱۵	۲۵	۱۰	۲۵	۱۰	t_{bf}
۳۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۲۵۰	۱۵۰	b_{bf}
۱۰۰۰	۴۴۰	۷۰۰	۳۴۰	۱۴۰۰	۳۴۰	d
۷۰	۲۰	۵۰	۱۲	۶۰	۱۲	t_p
۴۰۰	۲۴۰	۳۰۰	۱۸۰	۳۰۰	۱۸۰	b_p
۲۰۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۰۰	۱۶۰	۱۰۰	g
۵۰	۴۰	۱۵۰	۵۰	۱۲۰	۳۵	p_{fi}, p_{fo}
۱۰۰	۹۰	-	-	-	-	p_b

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

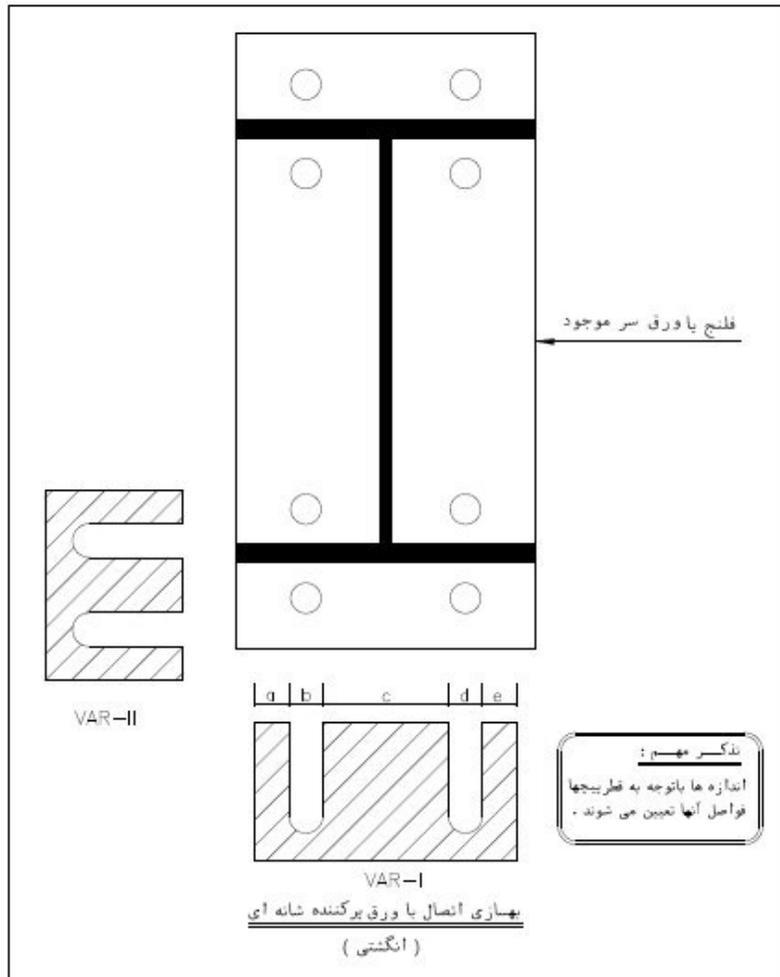
۱۰-۳-۱۳-۳ اتصال گیردار فلنجی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP) و اتصال گیردار فلنجی چهار یا هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP)

(۸) بکار بردن ورق‌های پرکننده انگشتی در بالا و پایین ورق انتهایی مجاز است.
نکته:

تفاوت فیلر با شیم پلیت این است که فیلر از ابتدا توسط طراح در نقشه‌ها دیده شده است مانند ورق‌های پرکننده در وصله ستون اما شیم پلیت به علت ایرادات نصب نیاز می‌شود. (حداکثر ضخامت ذکر شده در منابع برای اصلاح به وسیله شیم، ۶ میلی‌متر است).

(۹) در دو انتهای تیرهای ساخته‌شده از ورق، به فاصله حداقل برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر و سه برابر پهنای بال تیر، اتصال جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد. ضخامت جوش‌های گوشه دو طرفه نباید از $0.75t_w$ ضخامت جان مقطع تیر است) و ۶ میلی‌متر کمتر در نظر گرفته شود.

(۱۰) اتصال بال تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل بوده و در وجه داخلی بال تیر با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر تقویت گردد. برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.



اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

ویرایش ۱۴۰۱ **۴-۷-۳-۱۰**

۴-۱۳-۳-۱۰ اتصال گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (BFP)

(۱) در دو انتهای تیر تعبیه سوراخ دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون به علاوه عمق تیر در نظر گرفته شود.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون، در نظر گرفته شود.

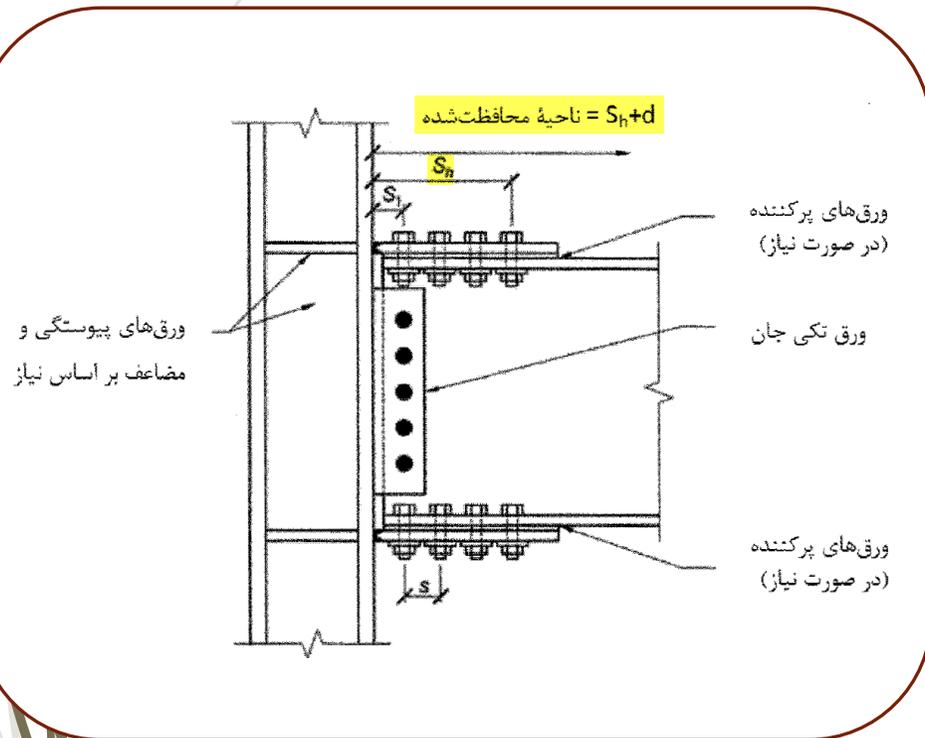
(۵) در قاب‌های خمشی ویژه با دال بتنی سازه‌ای و دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن، در فاصله حداقل برابر ۲۵ میلی‌متر از طریق مصالح انعطاف‌پذیر (نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هر دو طرف هر دو بال ستون جلوگیری به عمل آید.

(۱۰) جرم واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید

(۱۱) عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۲) ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید.

(۱۳) نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۹ در قاب‌های خمشی ویژه و از ۷ در قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

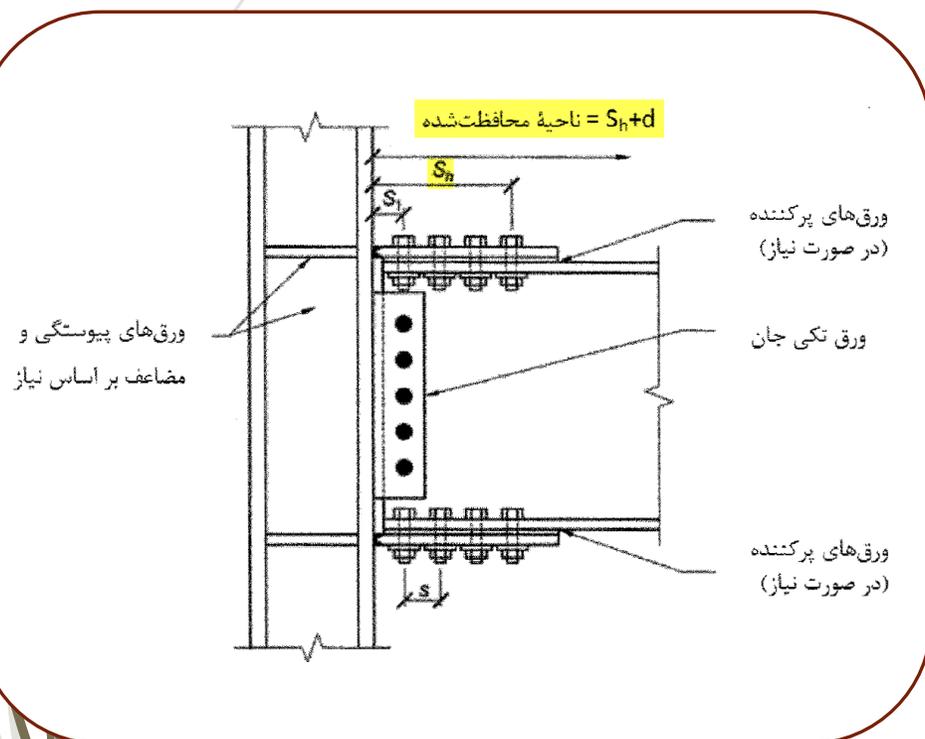


اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

ویرایش ۱۴۰۱

۴-۷-۳-۱۰

۴-۱۳-۳-۱۰ اتصال گیردار پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (BFP)



تعیین شود. در تعیین مقاومت‌های طراحی ورق‌های روسری و زیرسری، ورق تکی جان و وسایل اتصال، ضریب کاهش مقاومت (ϕ) را می‌توان برای حالت‌های حدی غیر شکل‌پذیر، به جای 0.75 برابر 0.9 و برای حالت‌های حدی شکل‌پذیر به جای 0.9 برابر 1 در نظر گرفت. همچنین در تعیین مقاومت‌های مجاز آن‌ها ضریب اطمینان (Ω) را می‌توان برای حالت‌های حدی غیر شکل‌پذیر، به جای 2 برابر 1.67 و برای حالت‌های حدی شکل‌پذیر به جای 1.67 برابر 1.5 در نظر گرفت.

(۲) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون باید از نوع جوش شیاری با نفوذ کامل باشند. این جوش‌ها باید بحرانی لرزه‌ای در نظر گرفته شوند. در صورت استفاده از تسمه پشت‌بند برای اجرای جوش شیاری با نفوذ کامل، پشت‌بندها باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند. پس از برداشتن پشت‌بند، پاس ریشه باید تا رسیدن به فلز جوش سالم شیارزنی شود و با جوش تقویت شود.

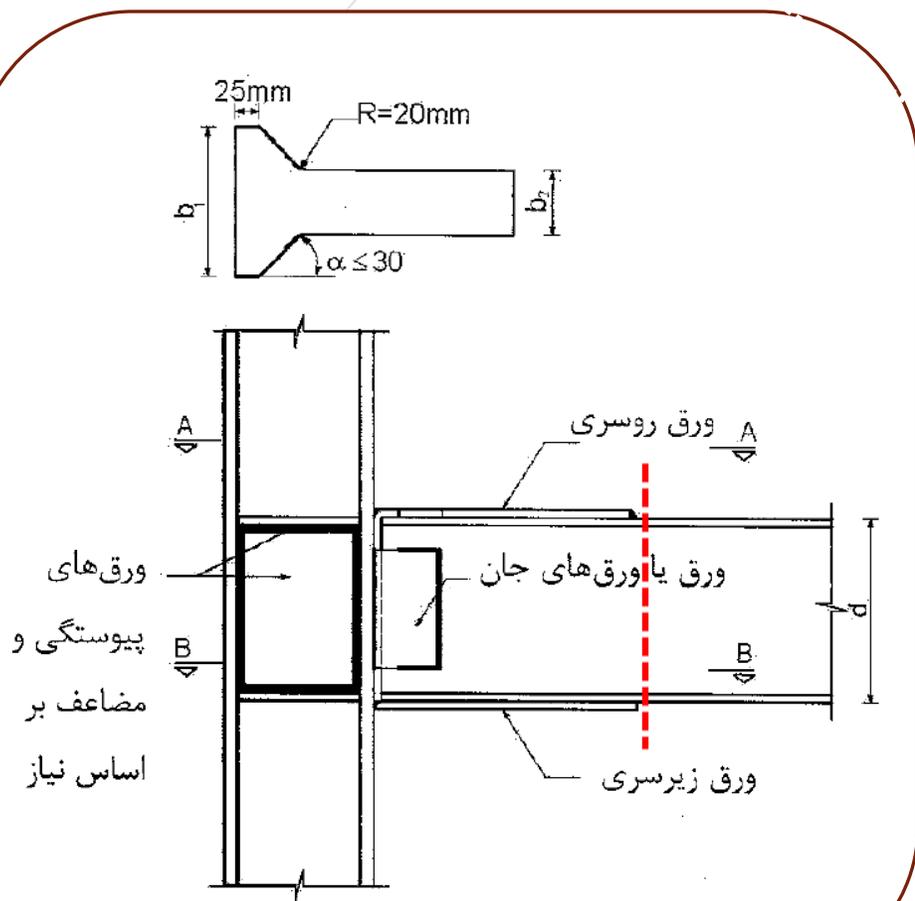
(۴) اتصال ورق‌های روسری و زیرسری به بال‌های تیر باید از نوع پیچی با رده 10.9 یا معادل آن و با قطر پیچ حداکثر برابر 27 میلی‌متر باشد. پیچ‌ها باید در هر ردیف دو عدد و به صورت متقارن در طرفین محور تیر تعبیه شوند. طول گروه پیچ‌ها در امتداد محور تیر (فاصله از بر ستون تا مرکز آخرین سوراخ) نباید از عمق تیر بیشتر باشد. سوراخ‌های بال تیر باید استاندارد باشند. سوراخ‌های ورق‌های روسری و زیرسری می‌توانند استاندارد یا بزرگ‌شده باشند. سوراخ‌ها باید با مته ایجاد شوند. استفاده از پانچ برای سوراخ‌کاری مجاز نیست.

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۵ اتصال گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (WFP)

- (۱) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.
- (۲) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هر کدام که بزرگتر است) بعلاوه نصف عمق تیر بعد از آن، در نظر گرفته شود.
- (۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هر کدام که بزرگتر است)، در نظر گرفته شود.
- (۴) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.
- (۵) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت‌شده باید برابر فاصله از بر ستون تا انتهای ورق‌های روسری و زیرسری (هر کدام که بزرگتر است) بعلاوه نصف عمق تیر بعد از آن، در نظر گرفته شود.
- (۶) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی‌باشد.
- (۷) اتصال ورق (یا ورق‌های) جان به جان تیر باید از نوع جوش گوشه باشد.
- (۸) عمق مقطع تیر نباید از ۹۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید.
- (۹) ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید.
- (۱۰) نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۵ کمتر در نظر گرفته شود.

ویرایش ۱۴۰۱ ۵-۷-۳-۱۰



اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال ویرایش ۱۴۰۱

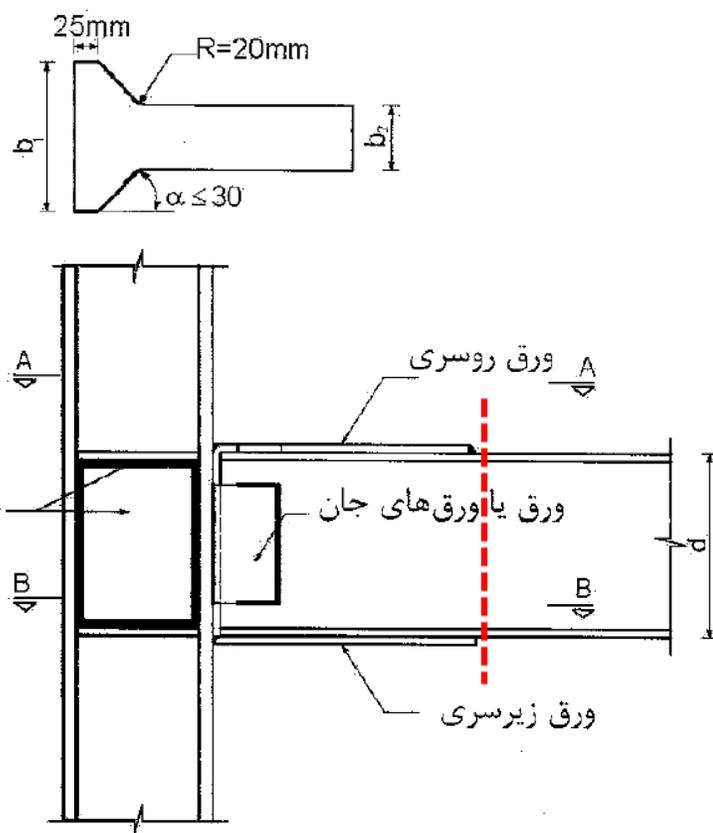
۱۰-۳-۷-۵-۳ سایر الزامات

در این نوع اتصالات گیردار، الزامات زیر نیز باید رعایت شوند:

(۱) طول ورق‌های روسری و زیرسری باید برابر باشد.

(۲) ورق روسری می‌تواند به صورت پهن‌شده یا دارای پهنای ثابت باشد. در صورت استفاده از ورق پهن‌شده، رعایت تناسب نشان داده‌شده در شکل ۱۰-۷-۶ الزامی است. در صورت استفاده از ورق با پهنای ثابت، این پهنای با لحاظ عرض ورق‌های گوشواره (ناودان انتهایی جوش) نباید از پهنای بال ستون بیشتر باشد. در این حالت جوش گوشه اتصال ورق روسری به بال تیر باید تا انتهای تیر ادامه یابد.

(۴) در صورت استفاده از تسمه‌های پشت‌بند در جوش‌های ورق‌های روسری و زیرسری به بال ستون، تسمه‌های پشت‌بند می‌توانند پس از انجام جوشکاری برداشته شوند. در این حالت پس از برداشتن پشت‌بند، پاس ریشه باید تا رسیدن به فلز جوش سالم شیارزنی شود و با جوش تقویت گردد. در صورتی که پشت‌بندها برداشته نشوند، این پشت‌بندها باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلی‌متر به بال ستون جوش داده شوند.



ورق‌های پیوستگی و مضاعف بر اساس نیاز

اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۱۳-۶

۱۰-۳-۱۳-۶ اتصال گیردار تقویت نشده جوشی (WUF-W)

(۱) در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ‌های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون، مطابق الزامات فصل ۱۰-۲، الزامی است. ★

(۲) در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر فاصله از بر ستون تا یک برابر عمق مقطع تیر بعد از آن در نظر گرفته شود.

(۳) محل تشکیل مفصل پلاستیک (S_h) در روی تیر باید در محل بر ستون در نظر گرفته شود ($S_h=0$).

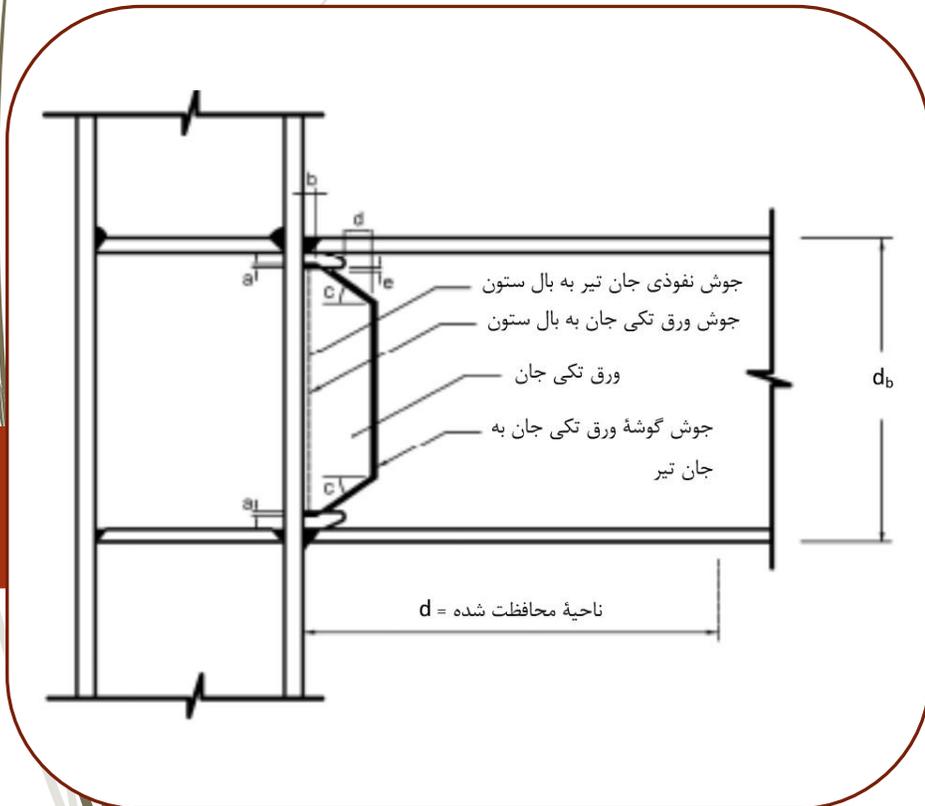
(۷) مقاطع تیرها باید از نوع I شکل بوده و عمق مقطع آن‌ها حداکثر برابر ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد.

(۸) جرم واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.

(۹) ضخامت بال مقطع تیرها نباید از ۳۰ میلی‌متر تجاوز نماید

(۱۰) نسبت دهانه آزاد تیر به عمق آن نباید از ۷ برای قاب‌های خمشی ویژه و از ۵ برای قاب‌های خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.

★ این جزئیات در مبحث ۱۰ برای تمام اتصالات مجاز دانسته شده است اما در AISC358-16 صرفاً برای RBS مجاز است و برای WUF-W باید از جزئیات معرفی شده در AWS-D1.8-6.11.1.2 باید استفاده شود.



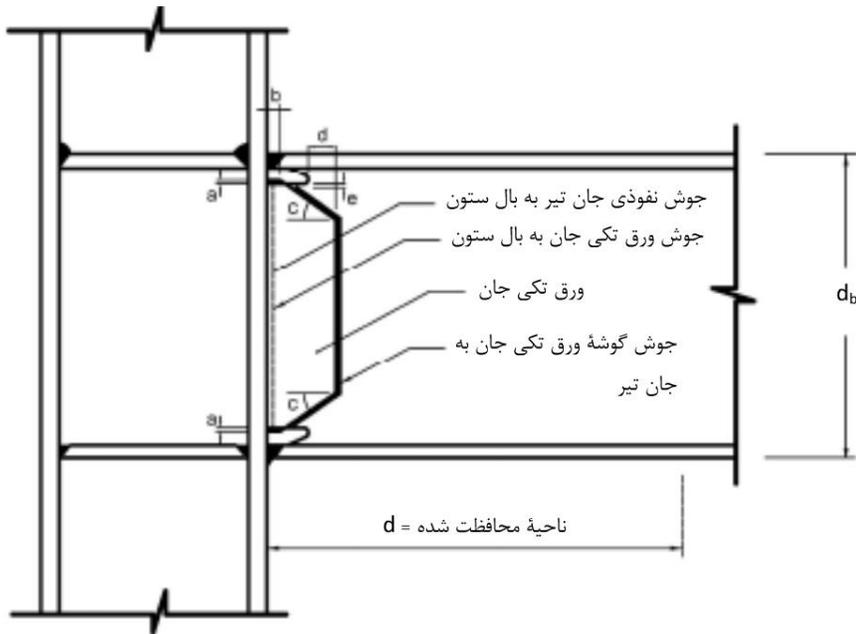
اتصالات از پیش تایید شده قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۶ اتصال گیردار تقویت نشده جوشی (WUF-W)

(۲) جان تیر باید به بال ستون با استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل اتصال داده شود. علاوه بر آن تعبیه یک ورق تکی جان به ضخامت حداقل برابر ضخامت جان مقطع تیر نیز الزامی است. اتصال ورق تکی جان به بال ستون می‌تواند از طریق جوش شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه صورت گیرد. مقاومت برشی موجود اتصال جوشی ورق تکی جان به بال ستون باید حداقل برابر $h_p t_p (0.6 R_y F_{yp}) / \alpha_s$ باشد که در آن: h_p ارتفاع ورق تکی جان و t_p ضخامت آن است

نکته:

این ورق تک به عنوان ورق پشت بند برای اتصال نفوذی جان تیر به ستون عمل می‌نماید. علاوه بر این ترکیبی از جوش این ورق به ستون و جان تیر، شرایطی را فراهم می‌سازد تا **سختی جان تیر در محل اتصال افزایش یابد** و باعث هدایت تنش از روی بال به سمت جان و **کاهش تقاضای نیرویی بر روی جوشهای نفوذی در محل اتصال بالها به ستون (در این اتصال)** می‌شود.



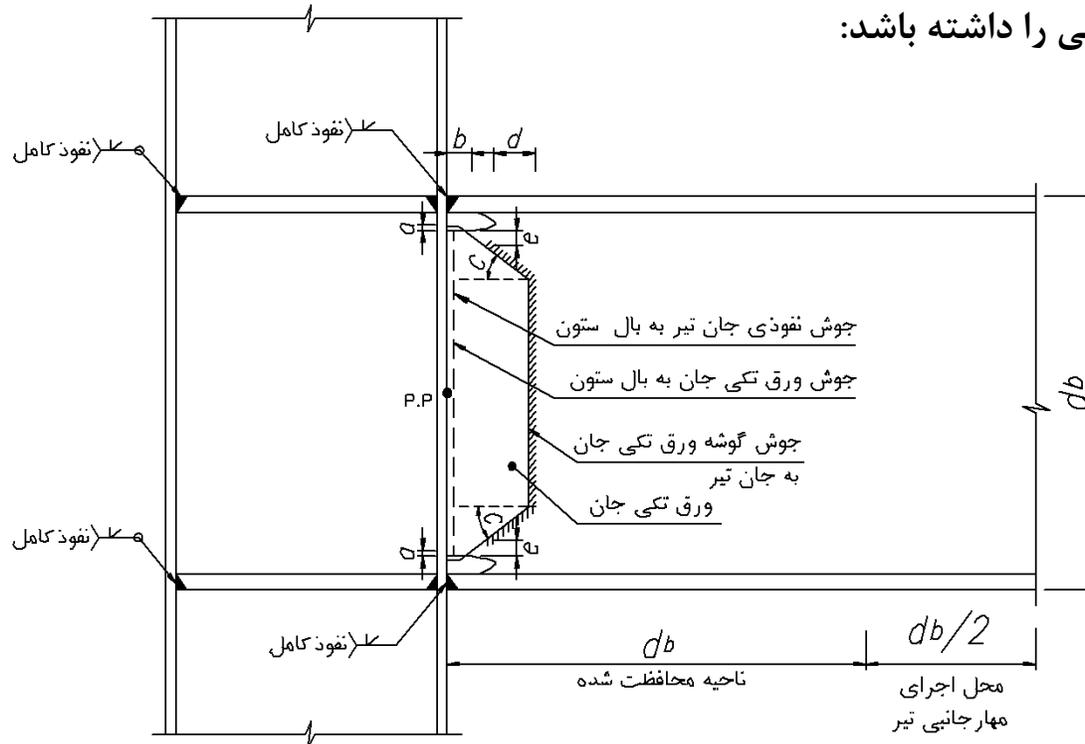
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت اول - ضوابط مهم هر اتصال

۱۰-۳-۱۳-۶ اتصال گیردار تقویت نشده جوشی (WUF-W)

نکته:

جان تیر باید ظرفیت برشی معادل لنگر پلاستیک بعلاوه برش ثقلی را داشته باشد:



محدودیت	شرح	ردیف
$6\text{mm} \leq e \leq 12\text{mm}$	هم پوشانی ورق جان با سوراخ های دسترسی	۱
$20^\circ \leq C \leq 40^\circ$	شیب پهنای ورق جان	۲
$12\text{mm} \leq e \leq 25\text{mm}$	فاصله قائم انتهای جوش ورق جان به جان تیر تا سوراخ دسترسی	۳
$b \geq 25\text{mm}$	برگشت عمودی انتهای ورق جان	۴
$d \geq 50\text{mm}$	انتهای پهنای ورق جان به انتهای سوراخ های دسترسی	۵

این جزئیات در مبحث ۱۰ برای تمام اتصالات مجاز دانسته شده است.

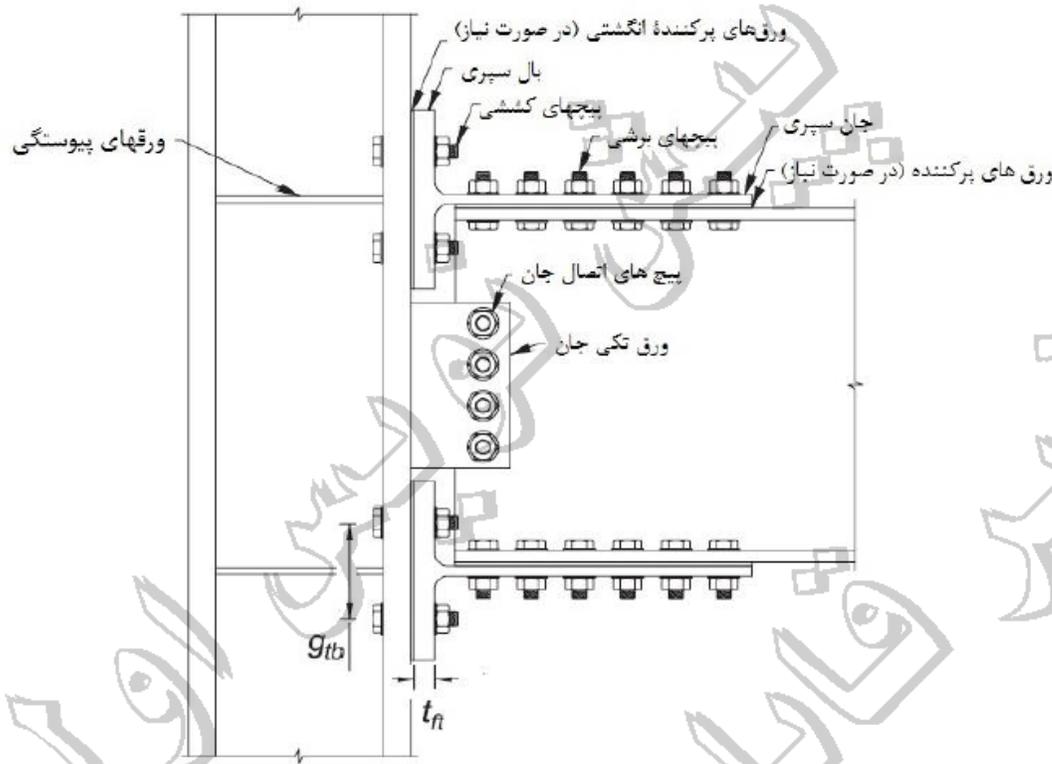


اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۷-۷ اتصال گیردار پیچی با جفت سپری (DT)

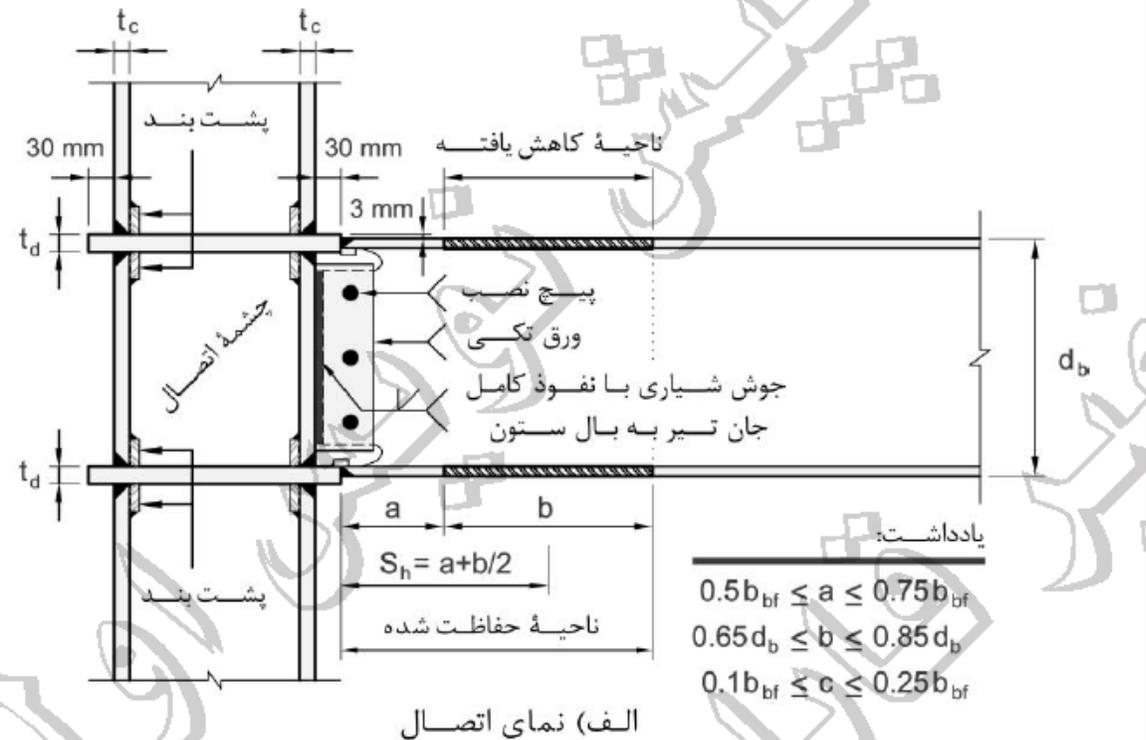
اتصالات گیردار پیچی با جفت سپری (شکل ۸-۷-۳-۱۰)، علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشند.



شکل ۸-۷-۳-۱۰: اتصال گیردار پیچی با جفت سپری (DT)

۱۰-۳-۷-۸ اتصال گیردار تیر با مقطع کاهش یافته و دیافراگم عبوری از ستون (TD-RBS)

اتصال گیردار مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته و دیافراگم عبوری از ستون (شکل ۱۰-۳-۷-۱۰)، علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۳-۷-۱، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشد.

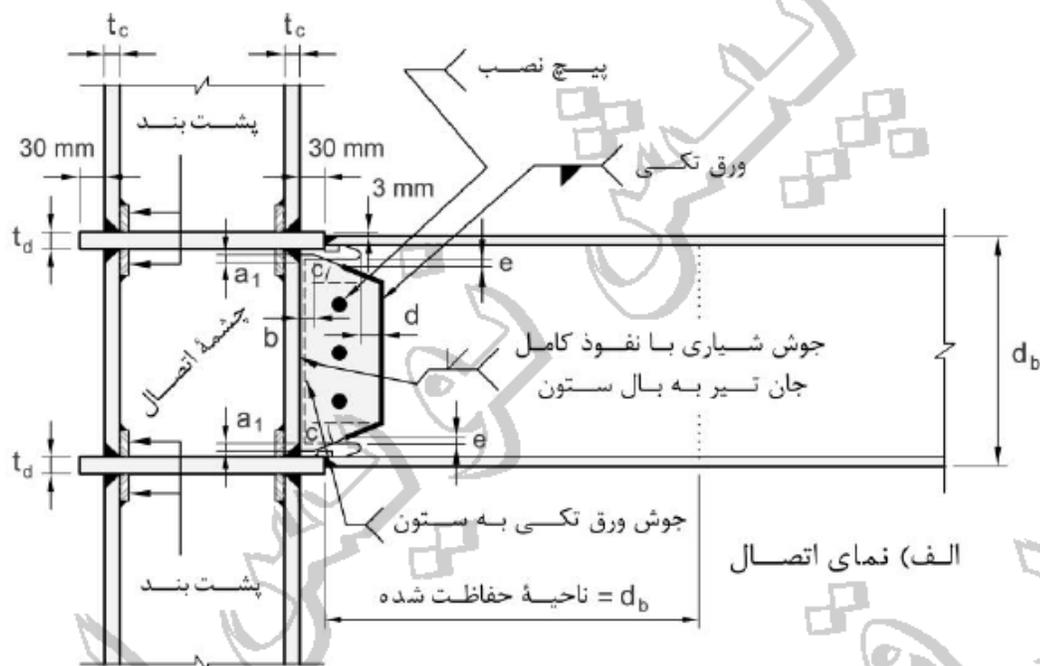


اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در ویرایش ۱۴۰۱

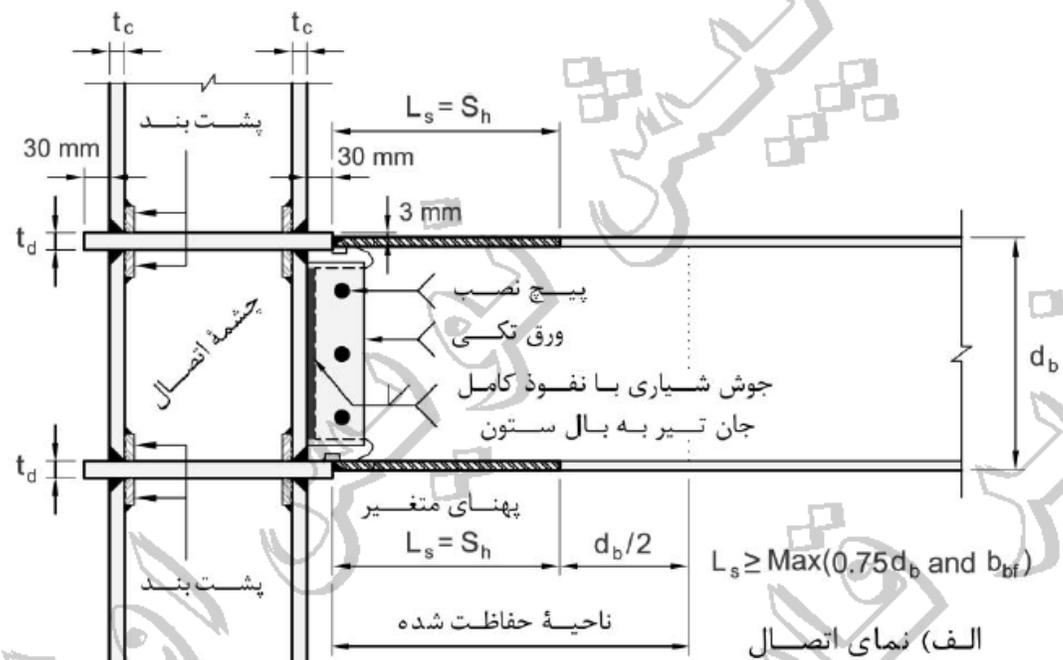
۹-۷-۳-۱۰ اتصال گیردار تقویت نشده جوشی با دیافراگم عبوری از ستون (TD-WUFW)

اتصال گیردار تقویت نشده جوشی با دیافراگم عبوری از ستون (شکل ۱۰-۷-۳-۱۰) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۷-۳-۱۰، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشد.



۱۰-۷-۳-۱۰ اتصال گیردار تیر با بال پهن شده و دیافراگم عبوری از ستون (TD-Widened)

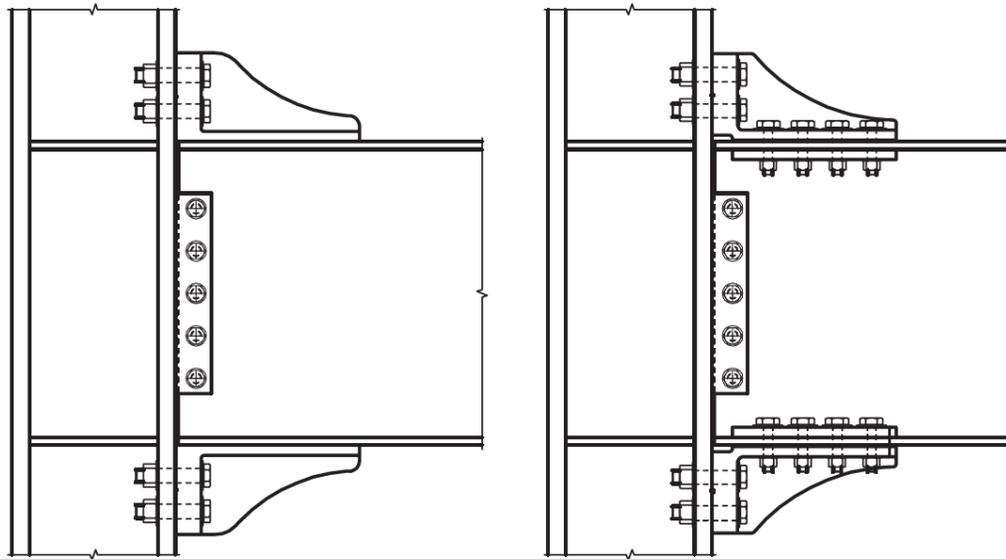
اتصال گیردار تیر با بال پهن شده و دیافراگم عبوری از ستون (شکل ۱۰-۷-۳-۱۰) علاوه بر تأمین الزامات عمومی بخش ۱۰-۷-۳-۱۰، باید دارای شرایط مندرج در این بخش باشد.



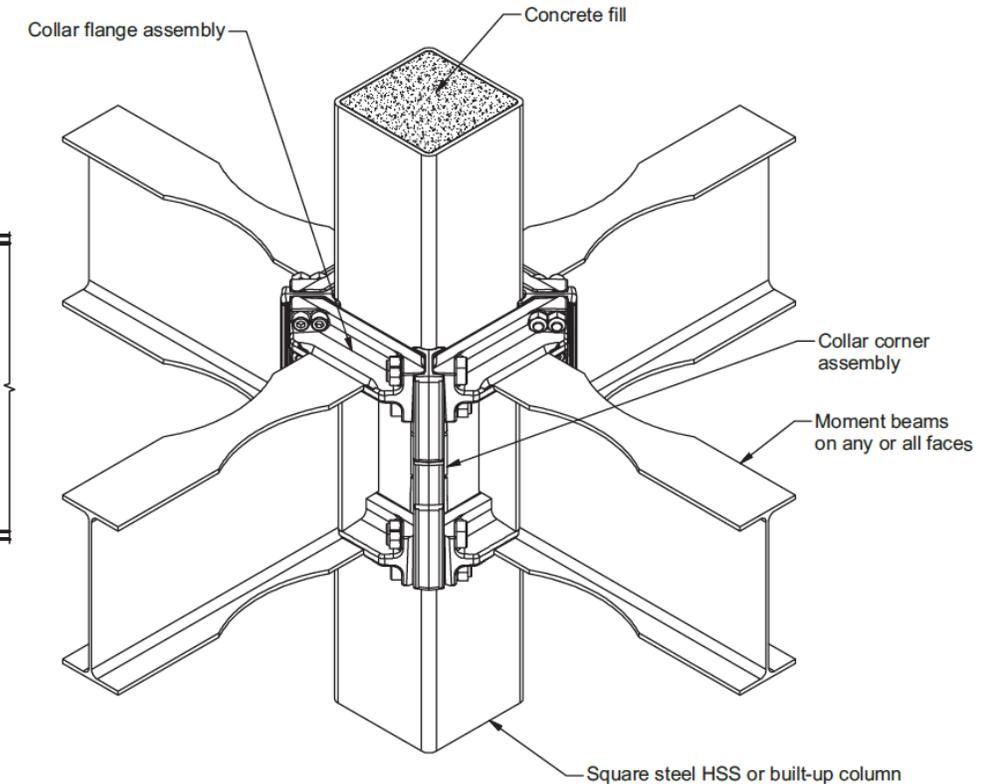
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در AISC 358-16

KAISER BOLTED BRACKET (KBB)
MOMENT CONNECTION



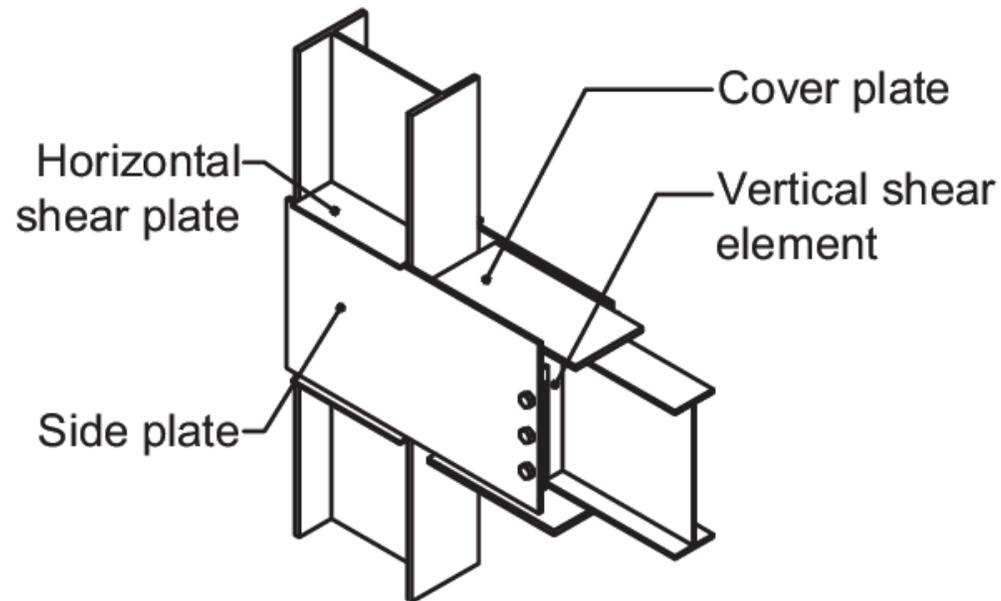
CONXTECH CONXL MOMENT CONNECTION



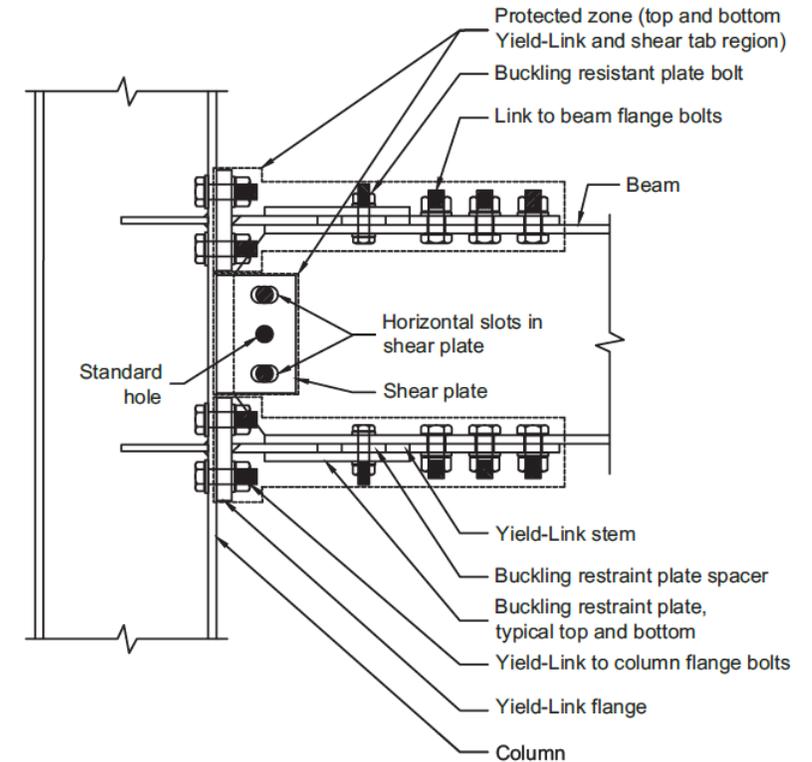
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در AISC 358-16

SIDEPLATE MOMENT CONNECTION

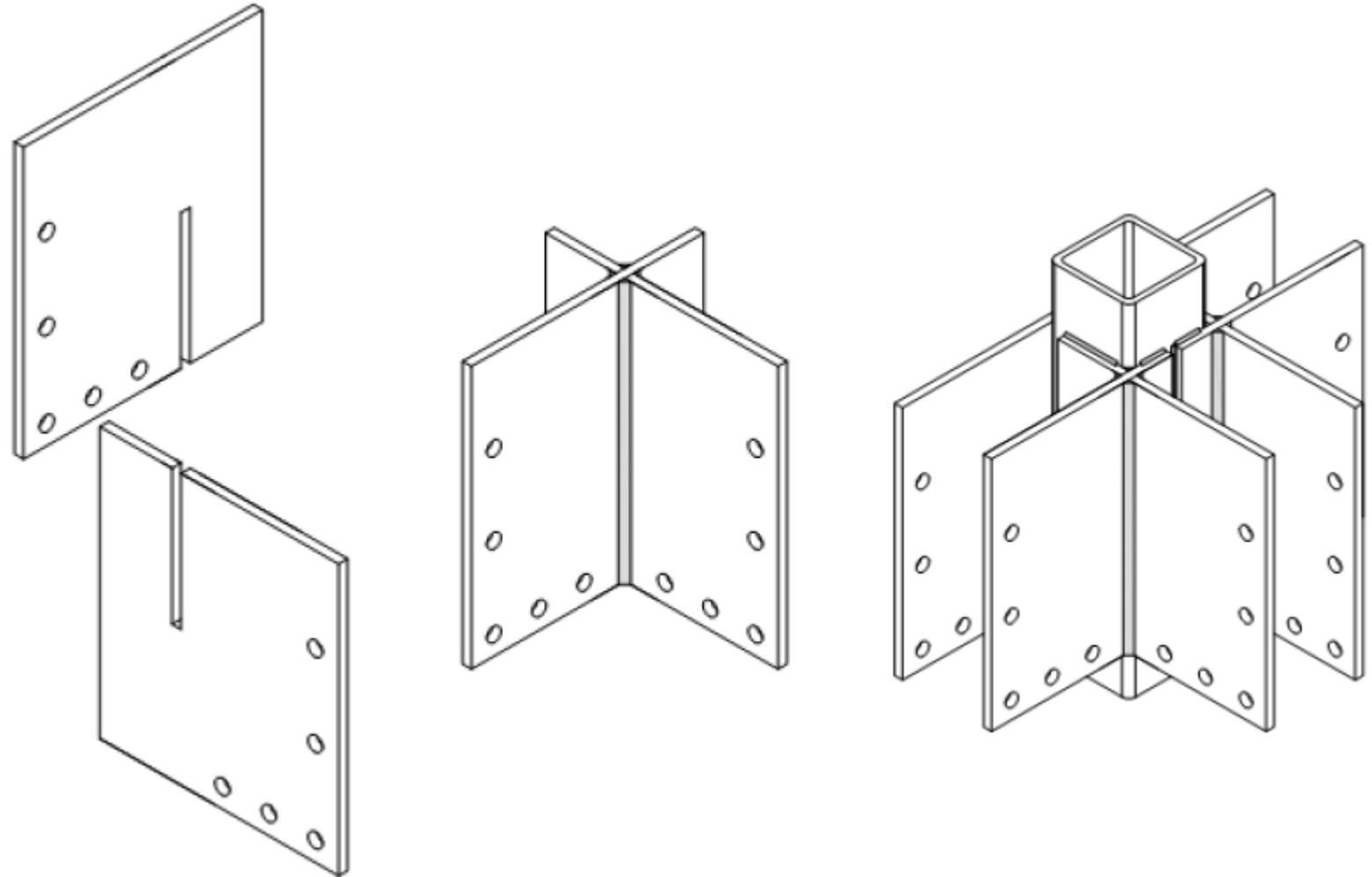


SIMPSON STRONG-TIE STRONG FRAME MOMENT CONNECTION



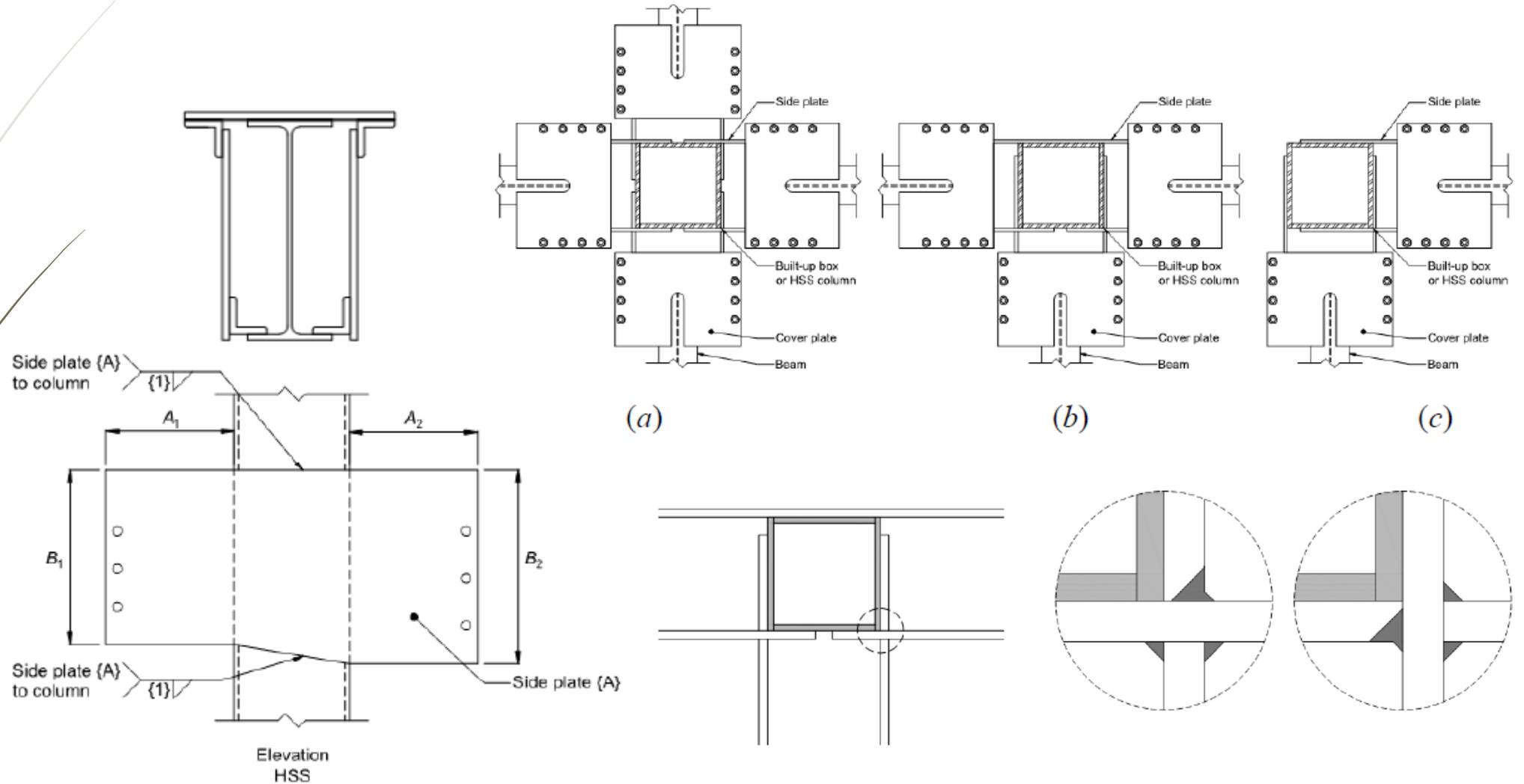
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در AISC 358-20



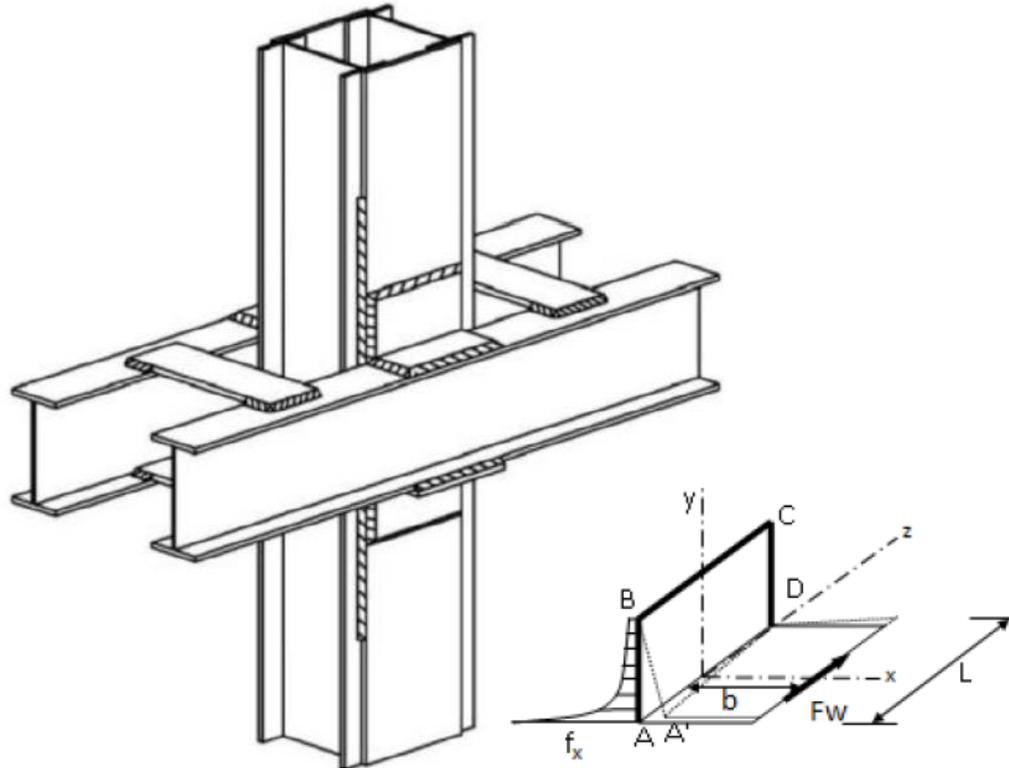
اتصالات از پیش تایید شده

قسمت دوم - اتصالات اضافه ذکر شده در AISC 358-20



اتصال خورجینی (نشریه ۳۲۴)

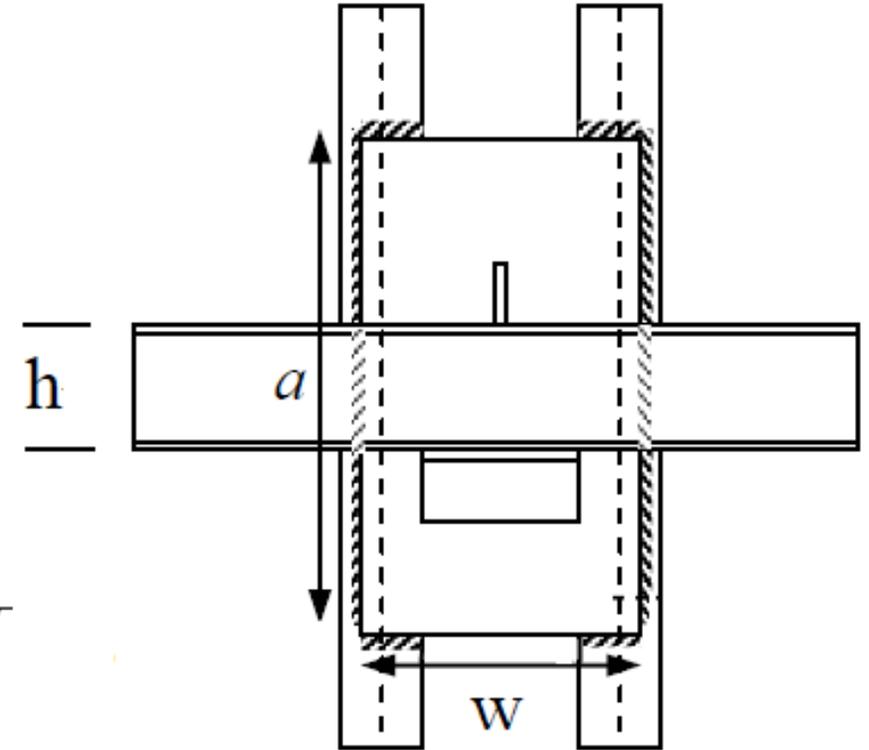
ب - اتصال نیمه گیردار



$$\left(\frac{M_u}{M_p} \right) = 0.763 \left(\frac{L_t}{h} \right)^{0.569} \left(\frac{L_b}{b_t} \right)^{0.163}$$

در رابطه‌ی فوق M_u لنگر نهایی اتصال و M_p لنگر پلاستیک تیرهای اتصال می‌باشد.

الف - اتصال ساده

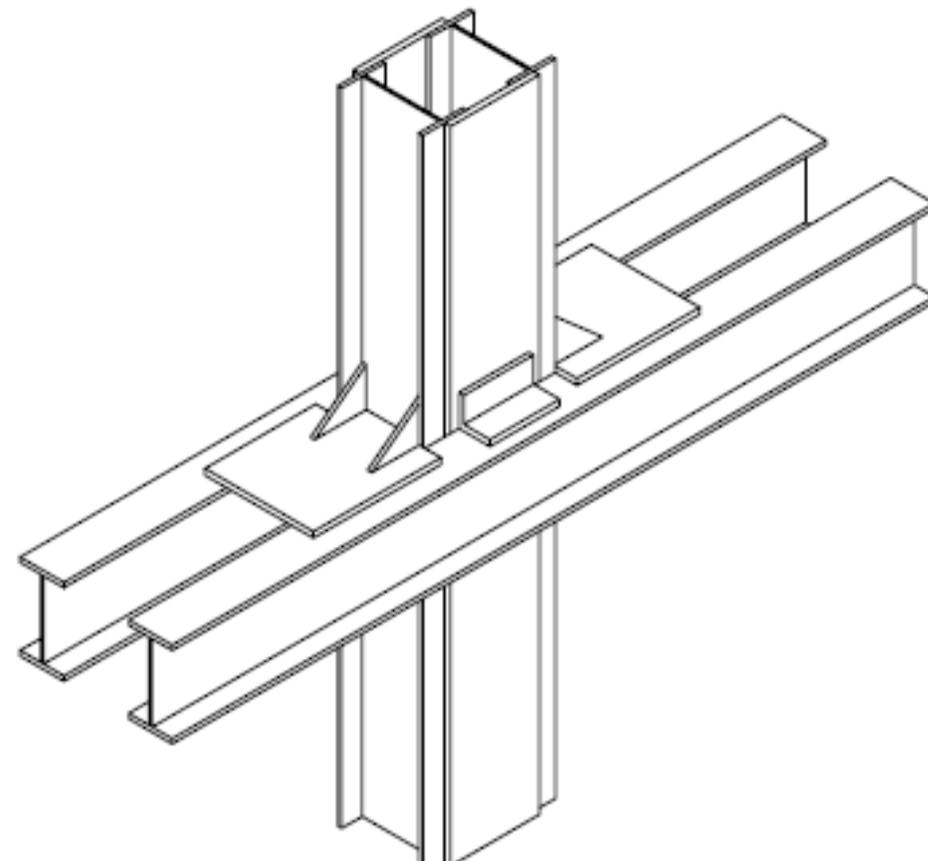


ارتفاع تیر h

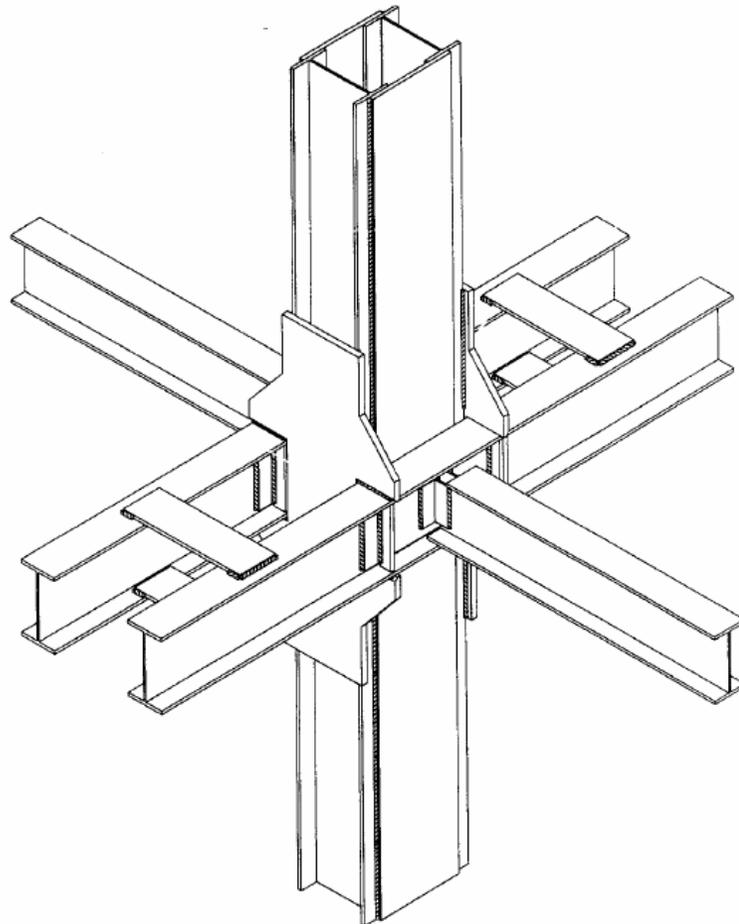
عرض و طول نبشی‌های بالا یا پایین هستند L, b

اتصال خورجینی (نشریه ۳۲۴)

ج - گیردار معمولی



د - گیردار شکل پذیر*



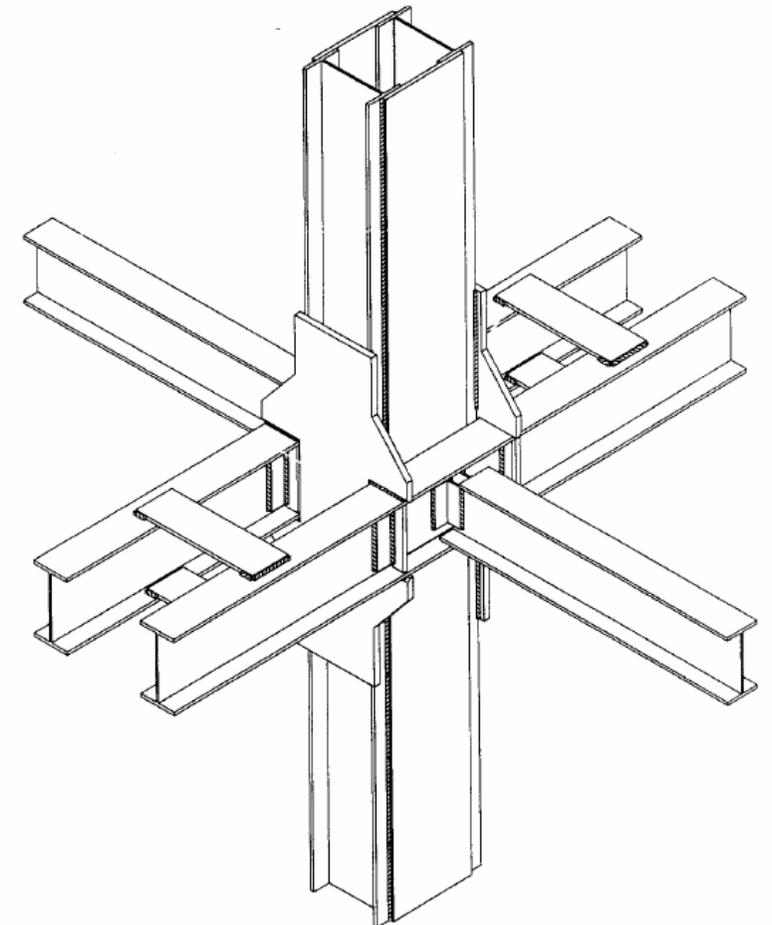
* این اتصال جزو اتصالات از پیش تاییده شده مبحث ۱۰ ذکر نگردیده است

اتصال خورجینی (نشریه ۳۲۴)

د - گیردار شکل پذیر

آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ د (ویرایش ۴)

۳-۳-۵-۷ قاب های فولادی دارای اتصالات خورجینی ساده بر طبق نشریه شماره ۳۲۴ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی همراه با دیوار برشی یا مهاربندی، در گروه سیستم قاب ساختمانی ساده قرار می گیرند. قاب های فولادی دارای اتصالات خورجینی گیردار بر طبق ضوابط آن نشریه، قاب خمشی فولادی متوسط محسوب می شوند. حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان هایی که در آنها تنها از قاب های خمشی با این نوع اتصالات استفاده می شود به ۳۰ متر تقلیل می یابد.



وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (محل و ظرفیت خمشی)

۱-۳-۴ الزامات طراحی لرزه‌ای وصله تیرها

وصله تیرهای باربر جانبی باید الزامات لرزه‌ای زیر را تأمین کنند.

الف) وصله تیرها باید خارج از ناحیه حفاظت شده دو انتهای تیر قرار گیرد.

ب) در صورت استفاده از وصله مستقیم، وصله باید با جوش نفوذی کامل صورت گیرد. در این گونه موارد ارجح است محل وصله بال‌ها و محل وصله جان در یک مقطع صورت نگیرد.

پ) در وصله مستقیم بین ورق‌های با پهنا یا ضخامت متفاوت - که در بال یا جان تیرها به کار می‌روند - تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر ۱ به ۲/۵ صورت گیرد.

ت) مقاومت خمشی مورد نیاز (M_u) وصله‌های غیرمستقیم باید برابر مقاومت خمشی طراحی ($\phi_b M_p$) عضو با مقطع کوچکتر وصله‌شونده در نظر گرفته شود.

$$M_p = Z_p F_y$$

$$M_{hr} = C_{pr} R_{yb} M_{pb} / \alpha_s$$

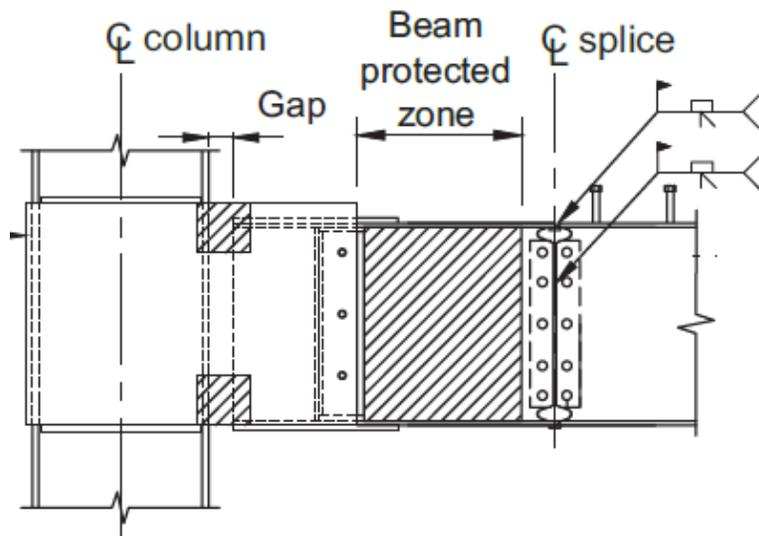
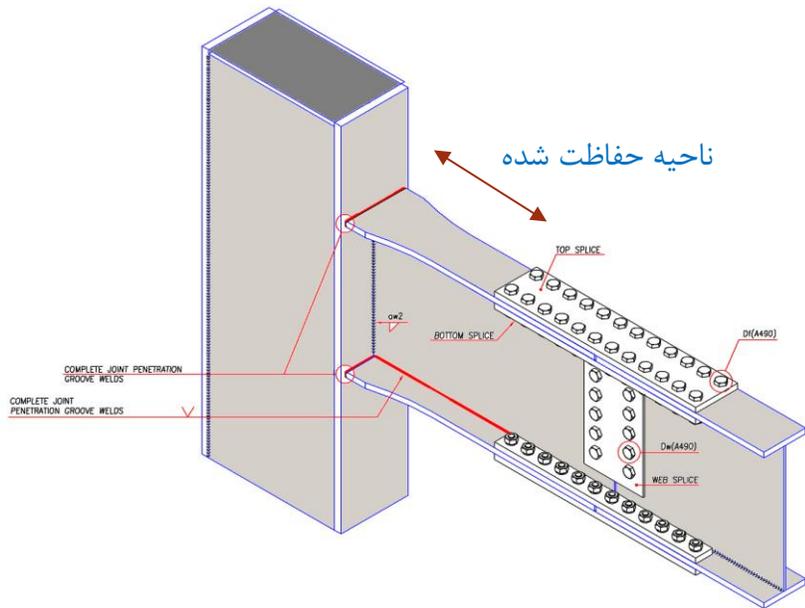
$$M_{hr} = 1.1 R_y M_p / \alpha_s$$

قاب ویژه

قاب متوسط

ویرایش ۱۴۰۱

(محاسبه بر اساس پیکره آزاد)



وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (محل و ظرفیت خمشی)

ویرایش ۱۴۰۱ (قاب خمشی ویژه)

۱۰-۳-۳-۱۲ وصله تیرها

وصله تیرها باید الزامات بند ۱۰-۳-۲-۱۳ را تأمین نمایند. وصله مستقیم تیرها باید با استفاده از جوش شیاری با نفوذ کامل انجام شود. وصله غیرمستقیم تیرها می تواند از نوع جوشی یا پیچی باشد.

در این نوع قاب های خمشی، مقاومت های مورد نیاز وصله تیرها باید به شرح زیر در نظر گرفته شود:

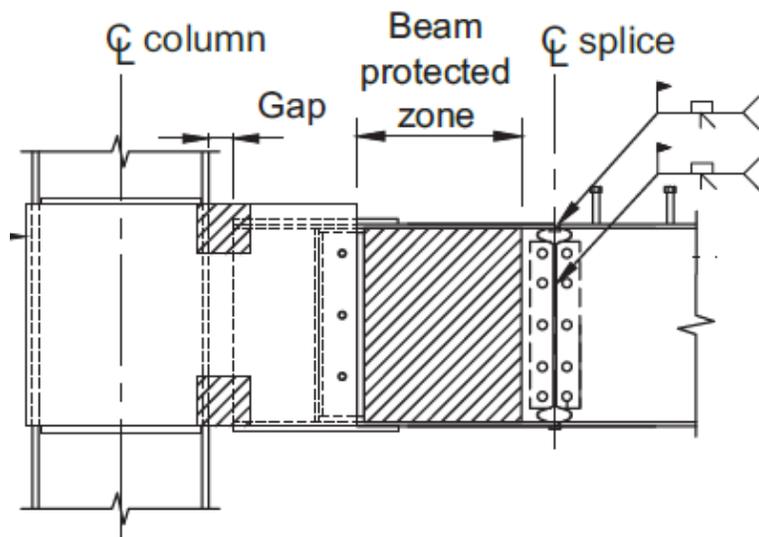
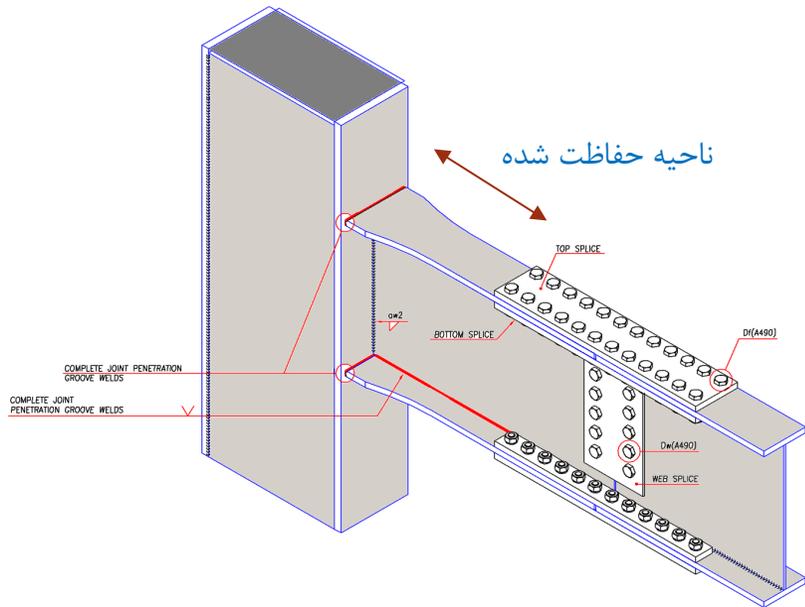
الف) مقاومت خمشی مورد نیاز

مقاومت خمشی مورد نیاز وصله تیرها باید بر اساس لنگر خمشی به دست آمده از پیکره آزاد شکل ۱۰-۳-۲-۱۰ در محل وصله تعیین شود. در هر حال مقاومت خمشی مورد نیاز نباید از $R_y M_p / \alpha_s$ کمتر در نظر گرفته شود، که در آن:

M_p = لنگر پلاستیک کوچک ترین مقطع وصله شونده تیر

R_y = نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به تنش تسلیم مشخصه فولاد ستون

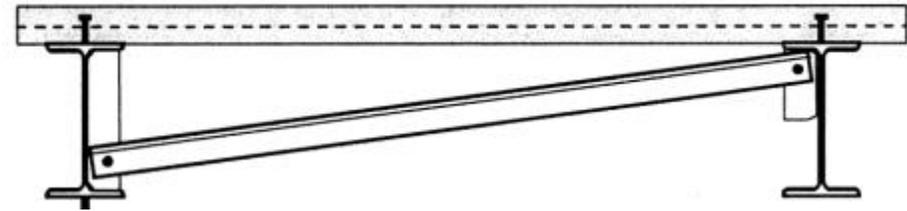
α_s = برابر 1.0 در روش LRFD و برابر 1.5 در روش ASD



وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (محل و ظرفیت خمشی)

- ۱- وصله ها باید طوری طراحی و اجرا شوند که هیچ قسمت آن (مثلا ورقهای وصله بال) در **محدوده محافظت شده** قرار نگیرد!!
- ۲- در وصله درختی معمولا امکان اجرای گلمیخ یا برشگیر در **دو انتهای ناحیه محافظت شده** وجود ندارد!



- ۳- متناسب با ضوابط طراحی سازه پل آیین نامه AASHTO 2017 چنانچه سطح مقطع ورقهای رو و زیر بال در وصله بال **حداکثر ۱۰ درصد** اختلاف داشته باشند می توان سهم آنها را در تحمل کشش بال برابر در نظر گرفت در غیر اینصورت نیرو باید به نسبت ممان اول سطح ورقهای بالا و پایین بال تقسیم شود.

این ضابطه در راهنمای طراحی اتصالات پیچی AISC 2017 نیز ذکر شده است.

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

8th Edition

September 2017

6.13.6.1.3b—Flange Splices

C6.13.6.1.3b

For a flange splice with inner and outer splice plates, P_{fy} at the strength limit state may be assumed divided equally to the inner and outer plates and their connections when the areas of the inner and outer plates do not differ by more than ten percent.

وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (ظرفیت برشی)

ث) مقاومت برشی مورد نیاز (V_u) وصله های غیرمستقیم نباید از یکی از سه مقدار (۱)، (۲) و (۳) این بند کمتر در نظر گرفته شود.

(۱) بیشترین برش حاصل از ترکیبات بار زلزله تشدید یافته در محل وصله $V_{\Omega E}$

(۲) نیروی برشی در محل وصله که باید با در نظر گرفتن تعادل استاتیکی بارهای ثقیلی ضربیداری که با نیروی زلزله ترکیب می شوند و برش لرزه ای ناشی از $M_{pr} = C_{pr} R_y M_p$ در محل های تشکیل مفصل پلاستیک، تعیین شود. V_{pr}

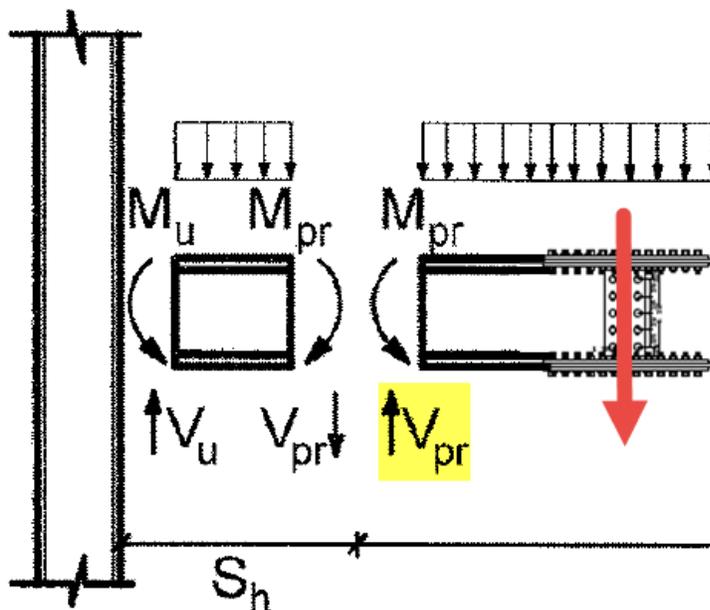
(۳) مقاومت برشی طراحی عضو با مقطع کوچکتر وصله شوند که در آن:

$M_p =$ لنگر پلاستیک مقطع تیر در محل تشکیل مفصل پلاستیک.

$R_y =$ نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده مصالح تیر.

ب) مقاومت برشی مورد نیاز

مقاومت برشی مورد نیاز وصله تیرها باید براساس نیروی برشی به دست آمده از نمودار پیکره آزاد شکل ۱۰-۳-۳-۳-۱ در محل وصله و با رعایت الزام بند ۱۰-۳-۲-۳-۱۰-۵-ب تعیین شود. در هر حال این مقاومت برشی مورد نیاز نباید از $0.75 \times 0.6 F_y A_w / \alpha_s$ کمتر در نظر گرفته شود.



وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (ظرفیت برشی)

نکته ۲:

متناسب با راهنمای ضوابط طراحی سازه پل آیین نامه AASHTO 2017 حداقل ۲ ردیف پیچ پرمقاومت در هر طرف اتصال وصله جان اجباری است.

نکته ۳:

اساسا در آیین نامه های AISC ضوابط خاصی برای طراحی لرزه ای وصله وجود ندارد و وصله در دهانه های بلند مانند پلها اجرا می شود. در این دستوالعمل نیز ضوابط ظرفیتی برای وصله وجود نداشته و صرفا ترکیب باری هستند!

نکته ۴:

برخی آیین نامه ها مانند EUROCODE 3 و «آیین نامه اتصالات» در نظر گرفتن سهم لنگر جان در طراحی وصله را نیز ضروری می دانند.

(ب) ورق وصله جان

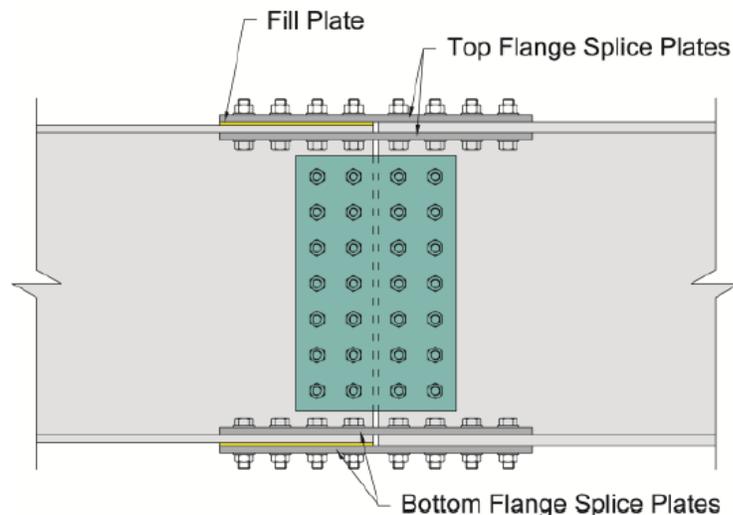
ورق وصله جان برای نیروی برشی طرح و لنگر خمشی سهم جان طراحی می گردد (شکل ۸-۲).

$$M_w = \frac{I_w}{I} M$$

(۴-۸)



For the web splice plates, there are two plates; one on each side of the web, with at least two rows of high-strength bolts over the depth of the web that are used to connect the splice plates to the member.



وصله ها

قسمت اول - وصله تیرها (ظرفیت برشی)

Guide to Design Criteria for Bolted and Riveted Joints

Second Edition

Geoffrey L. Kulak

John W. Fisher

John H. A. Struik

Published by:



AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Inc.
One East Wacker Drive, Suite 3100, Chicago, IL 60601

16.3 DESIGN RECOMMENDATIONS

16.3 Flange Splices

The flange splice can be designed conservatively by assuming that it transfers all the moment at the section. The fasteners in each flange must resist the force in the flange, taken as equal to approximately the moment at the cross-section divided by the beam depth (M/d). A single shear splice plate on each flange is often sufficient. For large shapes and for heavy flanges, splice plates may be required on both sides of the flanges in order to reduce the number of fasteners by providing a double shear condition and to reduce the splice plate thickness. The fasteners can be designed using the recommendations given in Chapter 5 for symmetric butt joints. Depending on the required joint performance, either slip-resistant or bearing-type joints can be used.

وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (موقعیت)

۱۰-۳-۵-۲ الزامات طراحی لرزه‌ای وصله ستونها

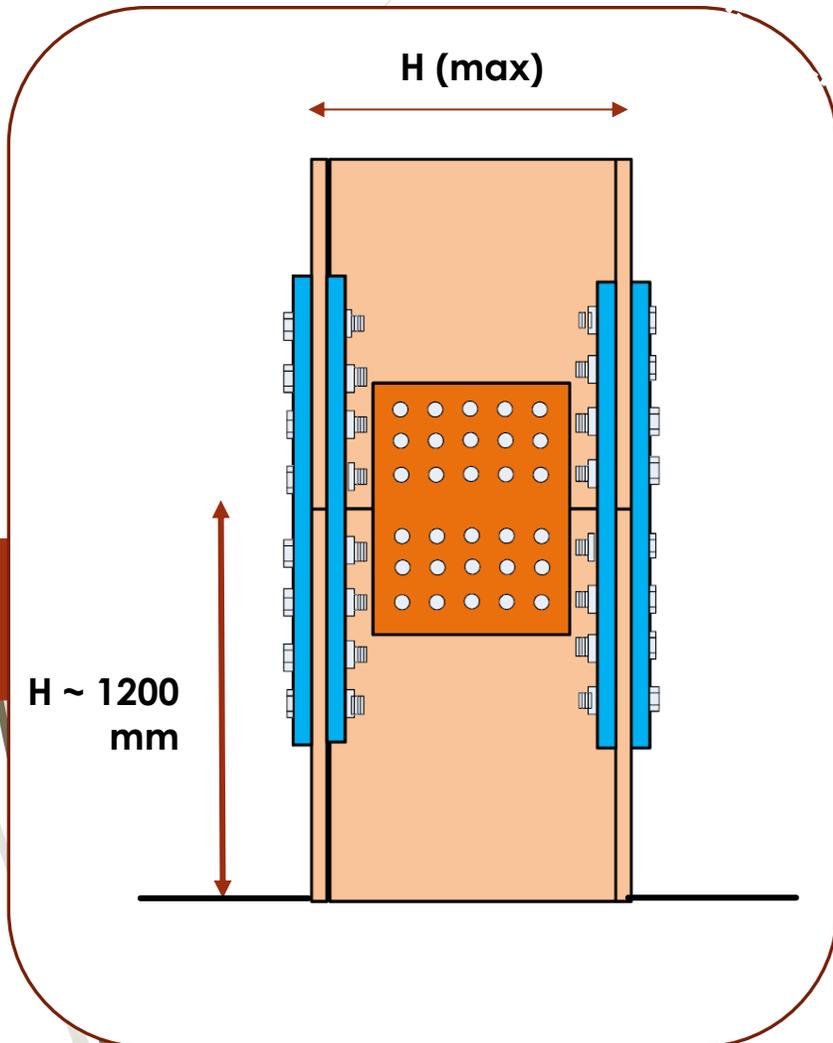
۱۰-۳-۵-۱-۲ موقعیت وصله ستونها

الف) به جز موارد ذکر شده در زیر، در کلیه ستون‌های باربر و غیر باربر جانبی لرزه‌ای محل درز وصله در بالا و پایین وصله نباید از ۱۲۰۰ میلی‌متر به بال متصل به ستون نزدیکتر باشد.

(۱) در جایی که ارتفاع آزاد ستون کمتر از ۲/۴ متر است، محل وصله باید در وسط ارتفاع آزاد ستون در نظر گرفته شود.

(۲) در مواردی که درز لب به لب ورق‌های بال یا جان ستون در کارخانه و به صورت نفوذی کامل انجام می‌شود، محل درز وصله می‌تواند از ۱۲۰۰ میلی‌متر به بال متصل به ستون تیر نزدیکتر باشد. ولی در هر حال این فاصله نباید از بُعد بزرگتر ستون با مقطع کوچکتر، کوچکتر در نظر گرفته شود.

(۳) در مواردی که اتصال کلیه تیرهای متصل به ستون مفصلی بوده و ستون در دهانه‌های مهاربندی شده قرار نگرفته باشد، محل درز وصله می‌تواند از ۱۲۰۰ میلی‌متر به بال تیر نزدیکتر باشد. ولی در هر حال این فاصله نباید از ۱/۵ برابر بُعد بزرگتر ستون با مقطع کوچکتر، کوچکتر در نظر گرفته شود.



وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (موقعیت)

۱۰-۳-۵-۲ الزامات طراحی لرزه‌ای وصله ستونها

۱۰-۳-۵-۱-۲ موقعیت وصله ستونها

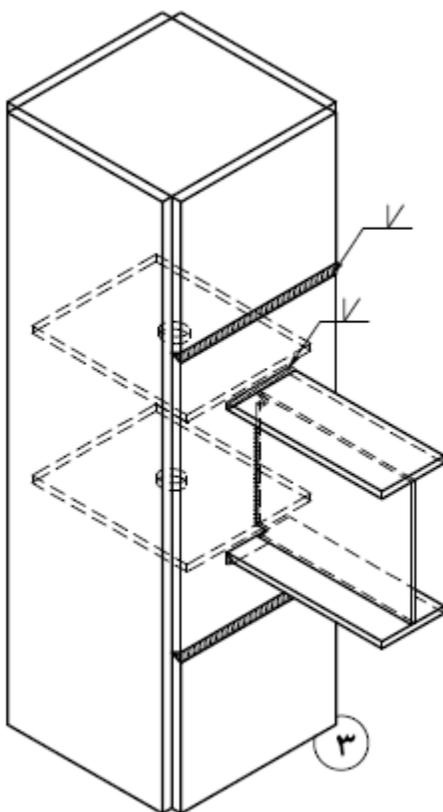
رئیس محترم دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

با سلام و احترام

بازگشت به نامه شماره ۲۵۸۵۹-۵۰-۹۵ مورخ ۹۵/۱۱/۱۶ آن دفتر با موضوع استعمال شرکت [] در خصوص
موقعیت وصله ستون های فولادی، به استحضار می رساند در حالتی که اتصال یکی از وجوه ستون به روش بندزنی انجام
شده باشد از شرط موقعیت وصله تعیین شده در مقررات ملی ساختمان ایران معاف می باشد.

سید رسول میرقادری

رئیس کمیته تخصصی مبحث دهم مقررات ملی ساختمان



وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (موقعیت) ویرایش ۱۴۰۱

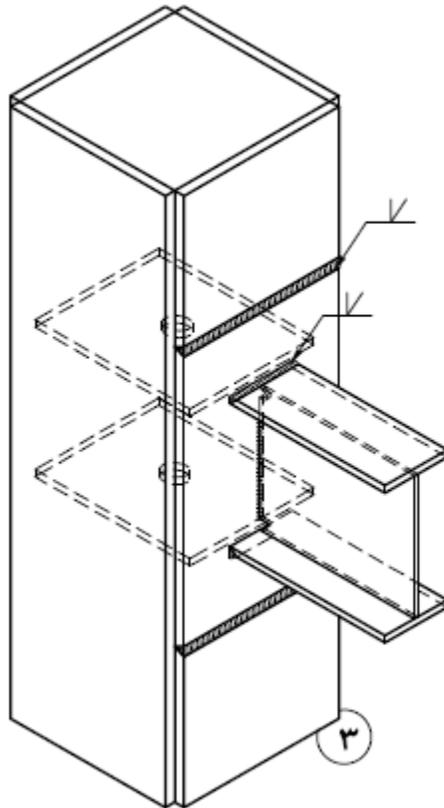
۱۰-۳-۲-۱۲ وصله ستونها

۱۰-۳-۲-۱۲-۱ موقعیت وصله های کارگاهی

(۲) ستون هایی که بال ها و جان های آن ها در کارخانه توسط جوش های شیاری با نفوذ کامل، وصله می شوند، می تواند در موقعیتی نزدیک تر به اتصال بال تیر به ستون قرار گیرند مشروط بر آنکه این فاصله از اندازه بعد بزرگتر ستون کوچکتر نباشند.

(۳) در ستون های جعبه ای ساخته شده از ورق، اگر اجرای ورق های پیوستگی از طریق بعد چهارم ستون و در کارخانه صورت گیرد، محل درز وصله ورق بعد چهارم ستون می تواند کوچکتر از اندازه بعد بزرگتر ستون کوچکتر وصله شونده باشد اما در هر حال نباید از نصف بعد بزرگتر ستون کوچکتر وصله شونده کمتر باشد.

(۴) در مواردی که درز لب به لب ورق های بال یا جان ستون های قوطی شکل (HSS) یا جعبه ای ساخته شده از ورق در کارخانه و به صورت شیاری با نفوذ کامل انجام شود و نیز استفاده از ورق های دیافراگم داخلی (ورق های پیوستگی) مدنظر باشد، محل درز وصله می تواند مطابق شکل ۱۰-۳-۲-۱۰ درست در وسط چشمه اتصال و در امتداد محور طولی تیر باشد. در این حالت در محل درز وصله برای انجام جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده از ورق های پشت بند اجباری است.





پانل ویژه مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۸) دهمین کنفرانس ملی سازه و فولاد

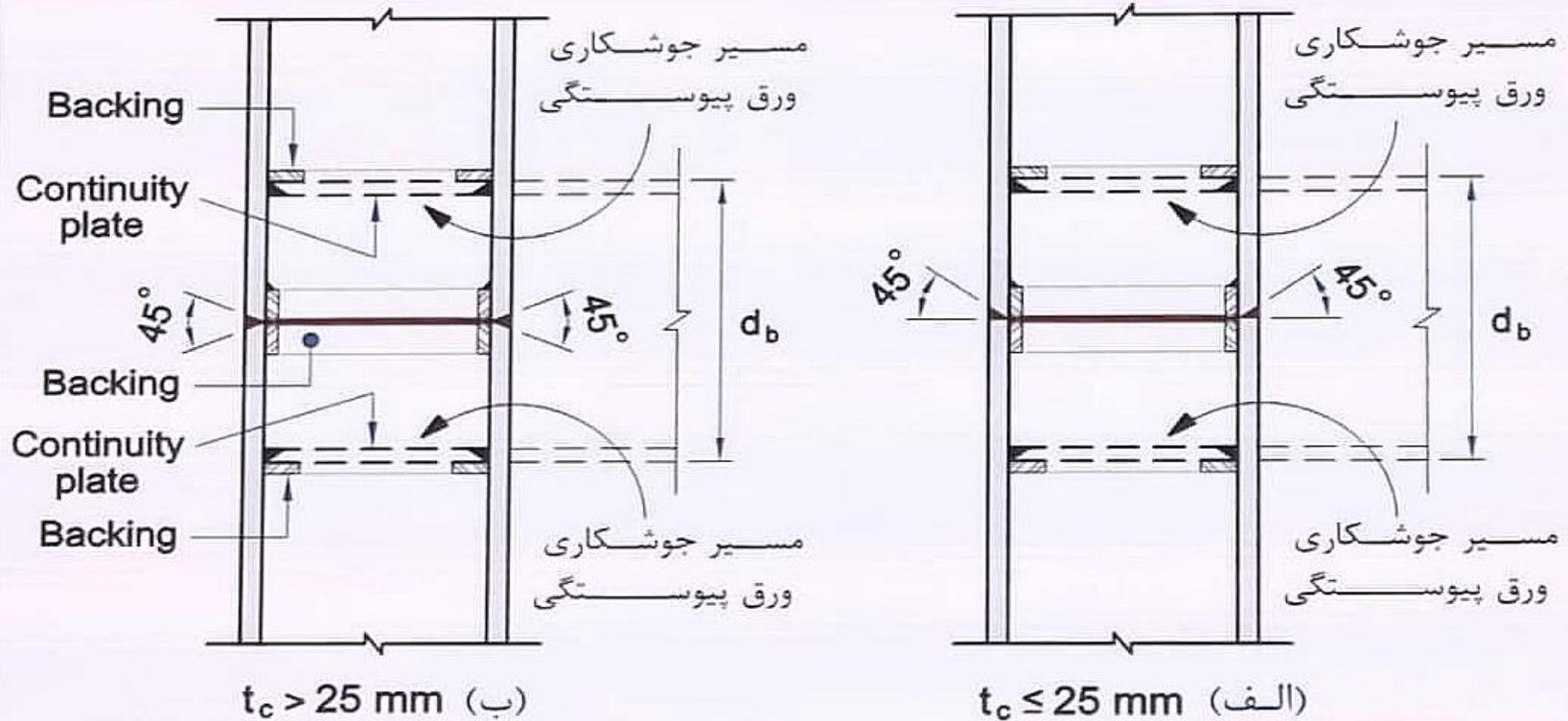


6/87

10th National Conference of Steel & Structure 10-12-2019 in Tehran

Dr. Abazar Asghari

۳) در ستون ها وصله کارخانه‌ای زیر مجاز دانسته شده است:



شکل ۱۰-۳-۲-۱: گزینه دیگر موقعیت وصله کارخانه‌ای ستون‌ها

وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (موقعیت) ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۲-۱۲-۳ جزئیات بندی وصله ستونها

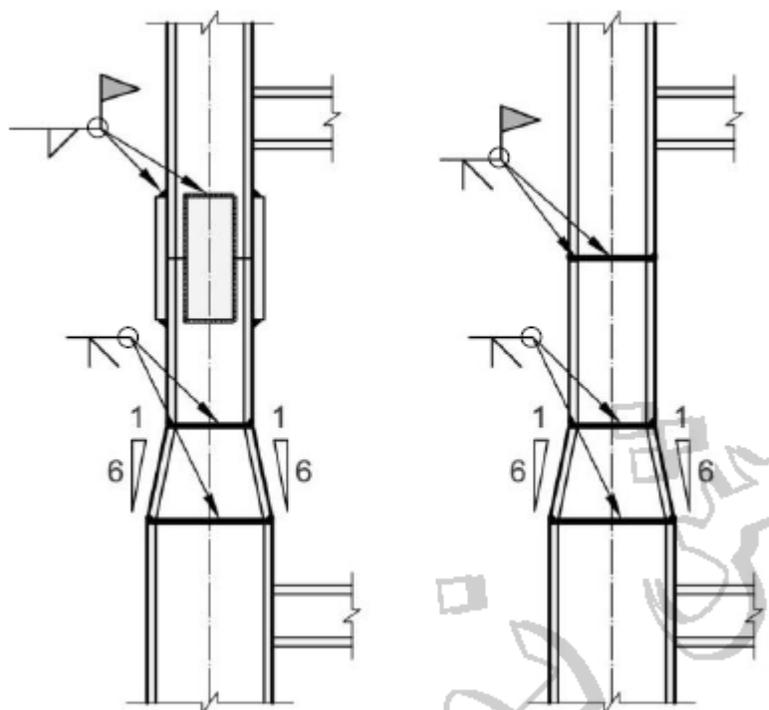
الف) اتصال وصله ستون به هر یک از دو قطعه ستون وصله شونده باید با یک نوع وسیله اتصال، جوش یا پیچ پرمقاومت، انجام شود و در مقطع عدم تقارن ایجاد نکند. اتصال وصله به یکی از قطعات ستون تماماً جوشی و به دیگری تماماً پیچی نیز مجاز است.

ب) در وصله لایه‌های ورق‌های با پهنا یا ضخامت متفاوت که در بال یا جان ستون به کار می‌روند، تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید با شیب حداکثر 1 به 2.5 صورت گیرد.

ب) در وصله ستونها با بعد و مقطع متفاوت به جای استفاده از ورق‌های پرکننده با ضخامت‌های زیاد، ارجح است ابتدا مقطع بزرگتر با شیب حداکثر 1 به 6 به مقطع کوچکتر تبدیل شده و سپس اتصال وصله صورت گیرد.

ج) در هر طرف محل درز وصله، طول ورق‌های وصله در راستای محور طولی ستون نباید از نصف پهنای جزء وصله شونده کوچکتر در نظر گرفته شود.

الف) جوش شیاری در وصله ستونها → جوش نیاز بحرانی



وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (ظرفیت)

۱۰-۳-۵-۲-۲ مقاومت مورد نیاز وصله ستونها

وصله کلیه ستونها، شامل ستونهاى غیرباربر جانبی، علاوه بر تأمین ضوابط فصل ۱۰-۲ باید به طور مجزا قادر به تحمل نیروهای زیر باشند.

(۱) بیشترین نیروهای داخلی (شامل نیروی محوری، نیروی برشی و لنگر خمشی به طور همزمان) تحت اثر ترکیبات بار متعارف.

(۲) بیشترین نیروهای محوری (بدون حضور نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزله تشدید یافته ویرایش ۱۴۰۱

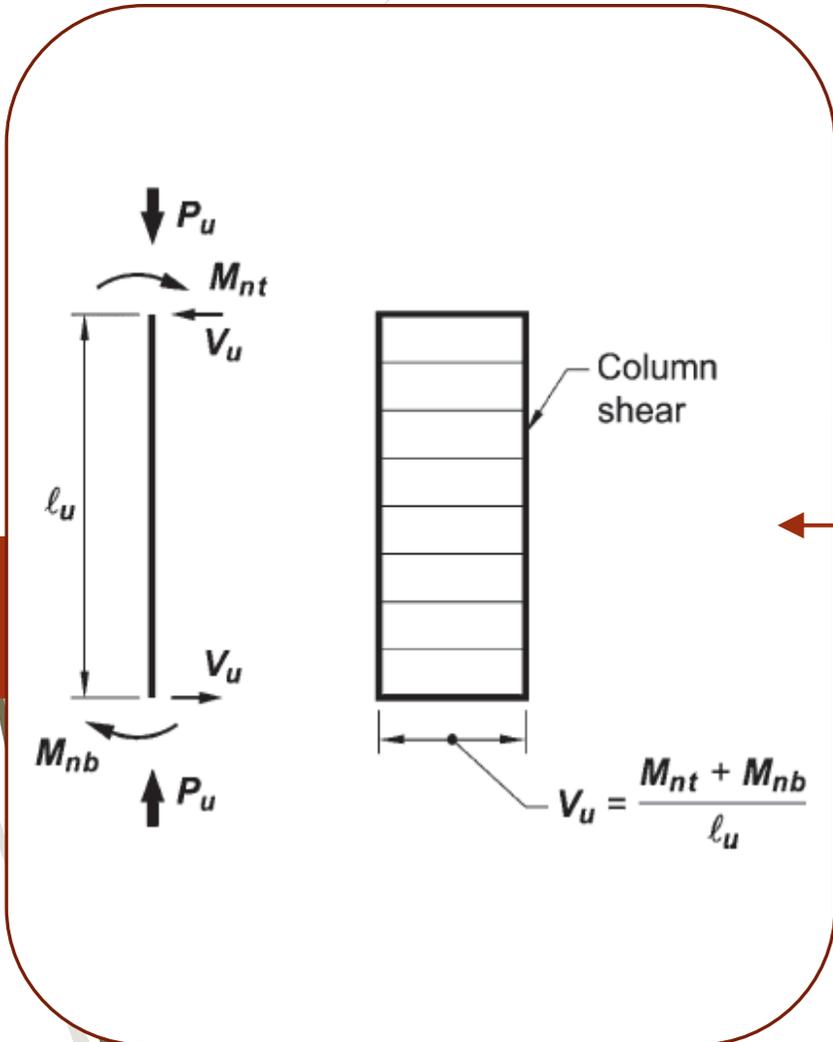
بار زلزله تشدید یافته و با در نظر گرفتن مفاد تبصره های ۱ و ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱ وصله ستونها

(۳) نیروی برشی حداقل برابر $\frac{\sum M_{pc}}{H_s}$ که در آن $\sum M_{pc}$ مجموع لنگرهای خمشی پلاستیک ستون در دو سمت وصله در امتداد مورد نظر و H_s ارتفاع طبقه است. این نیروی برشی باید در هر امتداد محورهاى اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در نظر گرفته شود.

(۴) لنگر خمشی حداقل برابر $R_y M_{pc}$ که در آن R_y نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده مصالح ستون و M_{pc} لنگر خمشی پلاستیک ستون با مقطع کوچکتر وصله شونده است. این لنگر خمشی باید در هر امتداد محورهاى اصلی ستون و به طور مجزا و بدون حضور نیروهای محوری و برشی در نظر گرفته شود.

۱۰-۳-۳-۱۲-۲ مقاومت مورد نیاز وصله ستون ویرایش ۱۴۰۱

۲- مقاومت محوری و خمشی مورد نیاز به دست آمده در محل وصله ناشی از ترکیبات بارگذاری شامل زلزله تشدید یافته.

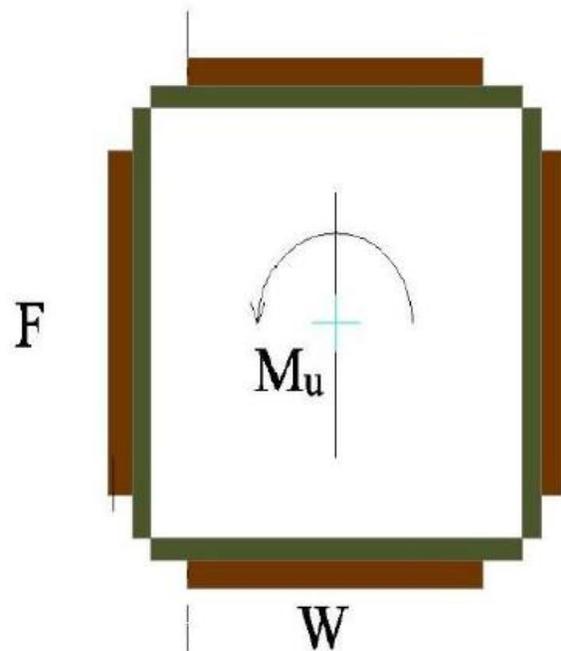
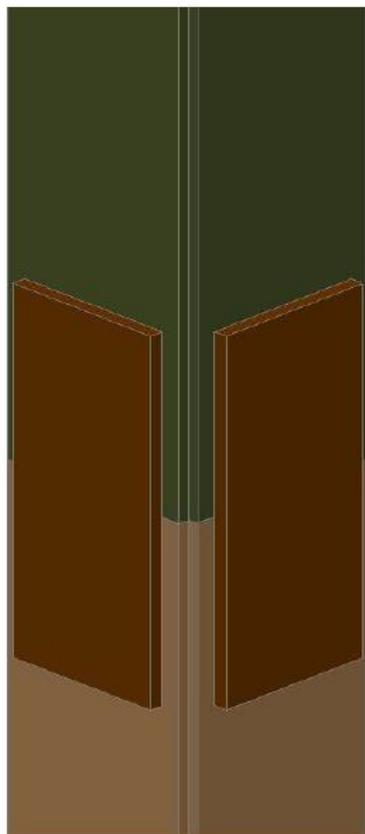


وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (ظرفیت)

طراحی ورق اتصال برای لنگر

عمده انتقال لنگر توسط ورق اتصال بال انجام می شود. برای تعیین سهم ورق های اتصال جان و بال در انتقال لنگر می توان لنگر خمشی M_u را به نسبت ممان اینرسی تقسیم کرد.



$$\frac{I_w}{I} = \alpha , M_f = (1 - \alpha) M_u$$

$$T_u = C_u = \frac{M_f}{d}$$

وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (ظرفیت)

۱۰-۲-۹-۵ ورق‌های پرکننده (لقمه‌ها) **ویرایش ۱۴۰۱**

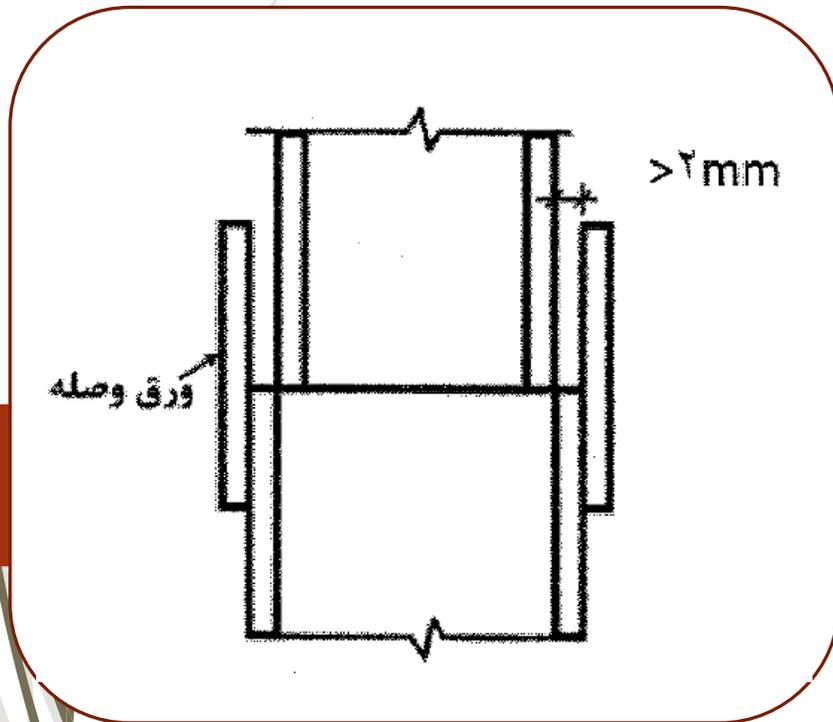
الزامات عمومی ورق‌های پرکننده در محل وصله اعضا به شرح زیر می‌باشد.

الف) در اتصالات جوشی، در صورتی که فاصله بین وجه داخلی ورق وصله و وجه خارجی قطعه با ابعاد کوچکتر، مساوی یا کمتر از ۲ میلی‌متر باشد، نیازی به تعبیه ورق‌های پرکننده نمی‌باشد.

ب) در اتصالات جوشی، ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آن‌ها کمتر از ۶ میلی‌متر می‌باشد یا ورق‌های پرکننده‌ای با ضخامت مساوی یا بزرگتر از ۶ میلی‌متر که توانایی انتقال نیروی ورق وصله را به ستون فوقانی ندارند، لبه‌هایشان باید همباد لبه‌های ورق وصله تمام شود و اندازه جوش باید مساوی مجموع اندازه جوش لازم جهت انتقال نیروی وصله به اضافه ضخامت ورق پرکننده در نظر گرفته شود.

ت) در اتصالات پیچی، ورق‌های پرکننده‌ای که ضخامت آنها بیشتر از ۶ میلی‌متر می‌باشد، باید یکی از الزامات زیر در مورد آنها به کار گرفته شود.

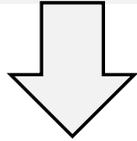
۱- لبه‌های ورق‌های پرکننده همباد با لبه‌های ورق وصله تمام شود و مقاومت برشی طراحی پیچ‌ها در ضریب کاهش ≥ 0.85 [$1 - 0.0154(t-6)$] ضرب شود. که در آن t ضخامت کل ورق‌های پرکننده به میلی‌متر است.



وصله ها

قسمت دوم - وصله ستونها (ظرفیت)

استفاده از ورقهای پرکننده ۶ میلیمتری و کمتر دارای دو ایراد مهم است: (بند ۱۰-۲-۹-۵-ب)

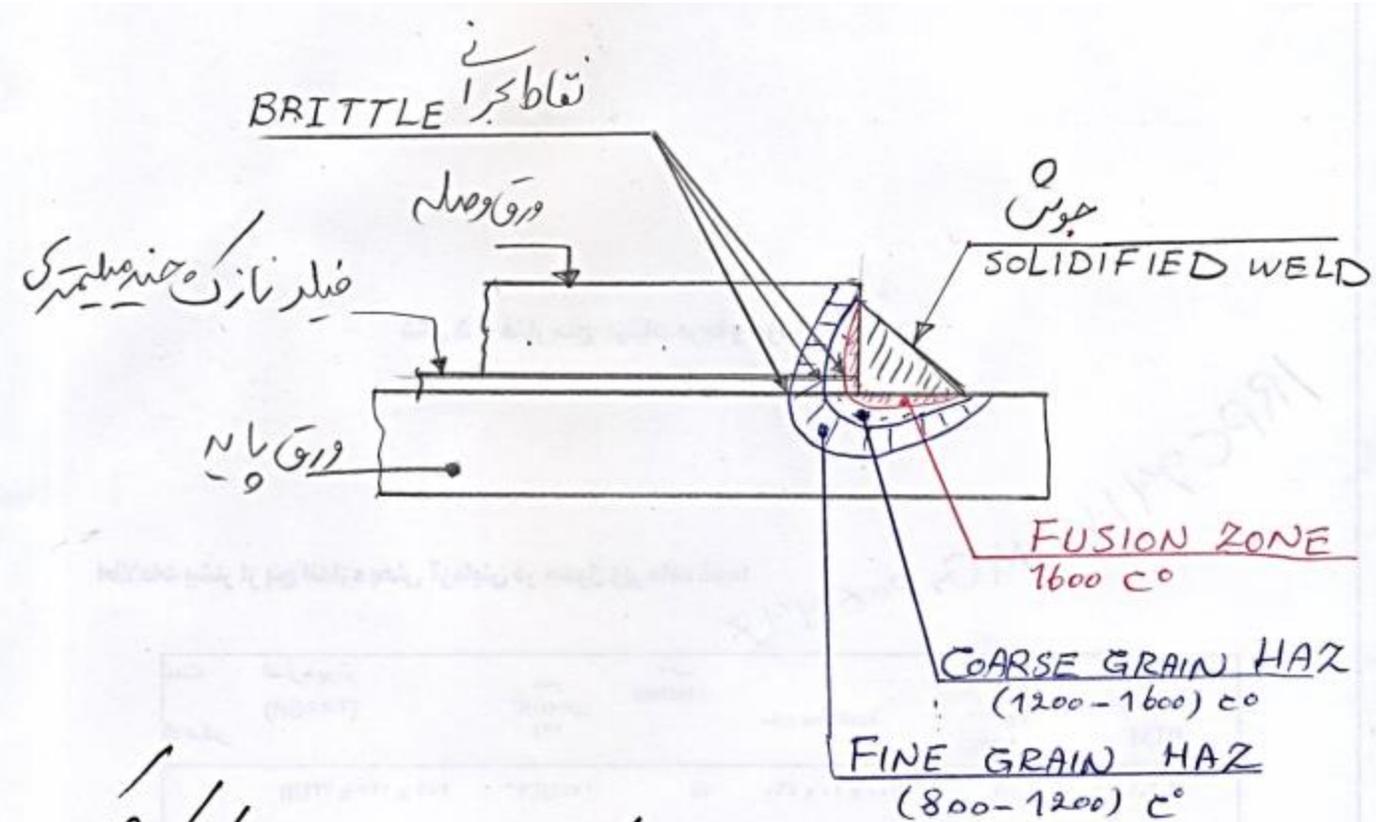


ایراد اول:

در این نقاط اتمهای کربن فرصت کافی برای خروج از شبکه بلوری آهن ندارند و بنابراین فاز بلوری Fe_3C تشکیل می شود که Cementite نامیده شده و سخت و شکننده Brittle است. در زیر ورق نازک فیلر هم این اتفاق ممکن است رخ دهد.

ایراد دوم:

در نقطه مذکور معمولاً در تست UT ایراد L.O.F (عدم همجواری دو ورق Lack of Fusion) یا شکاف عدم ذوب گزارش می شود.



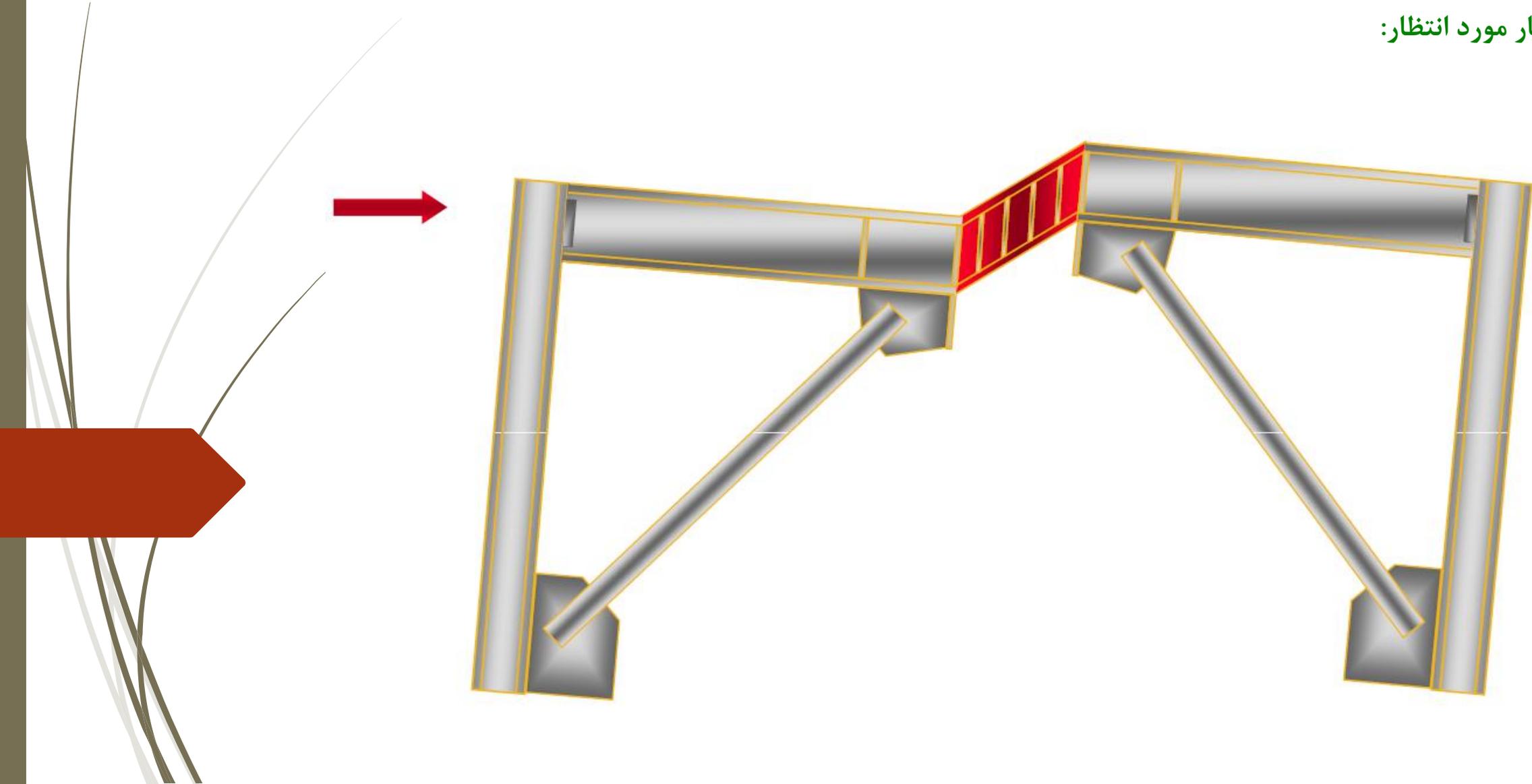
خلاصه ضوابط لرزه ای

قاب مهاربند برون محور (واگرا) :



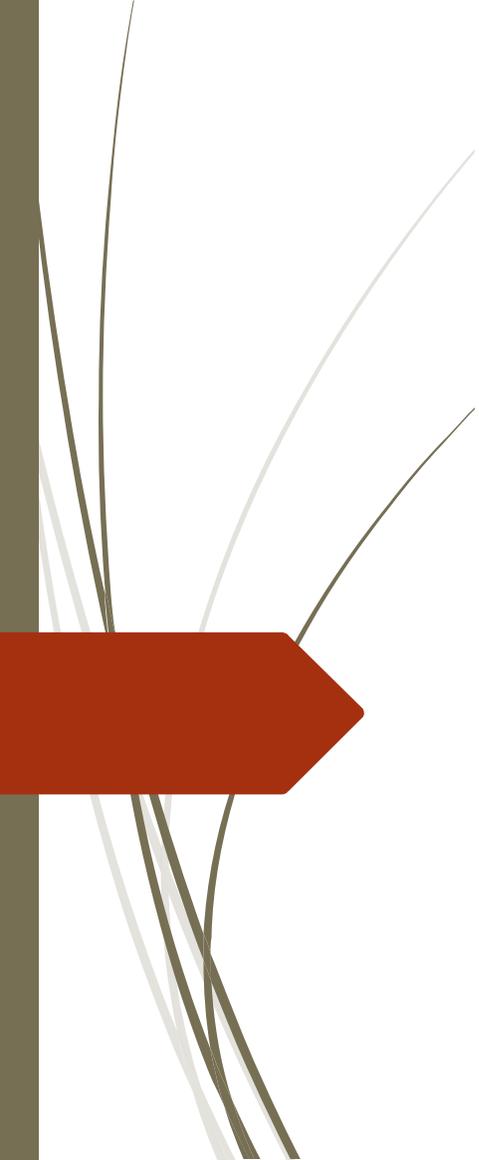
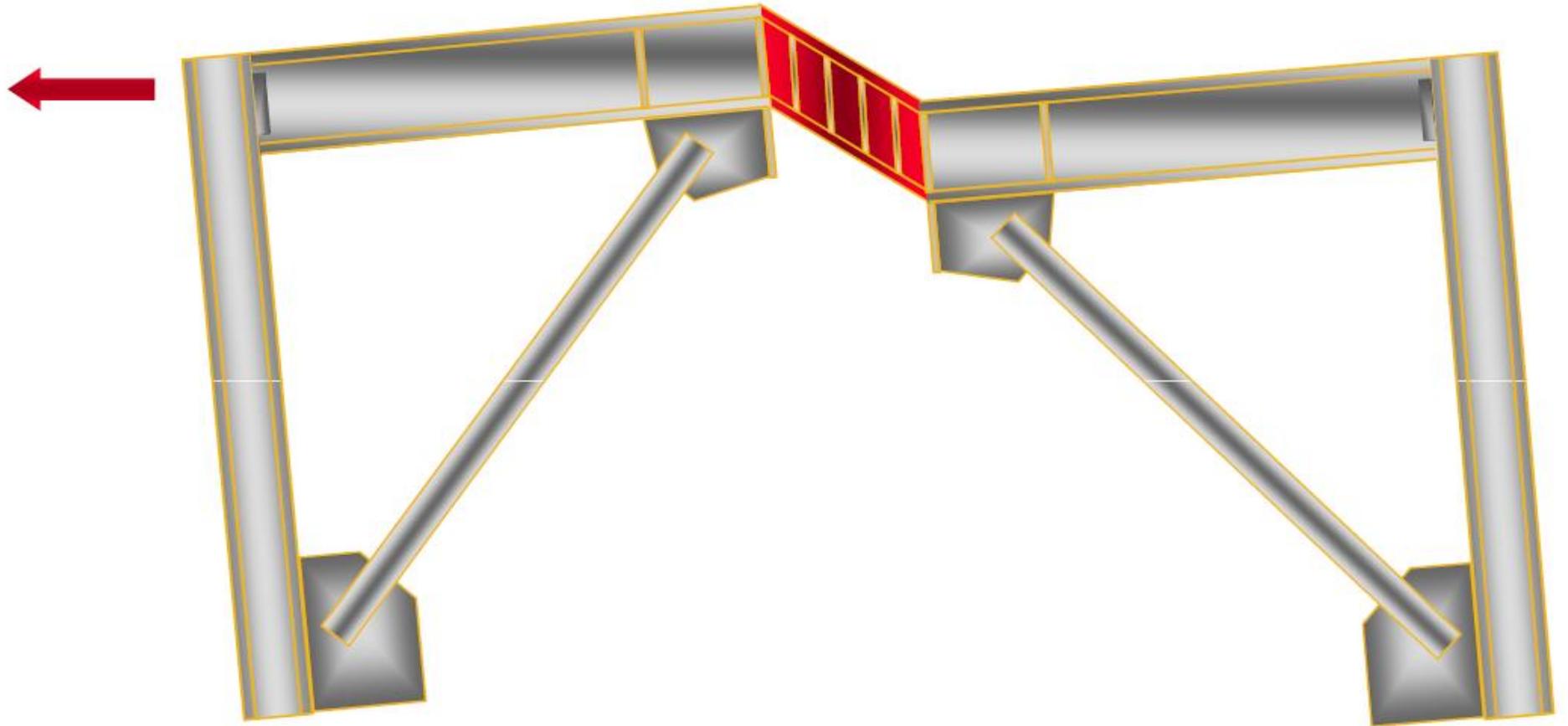
ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

شکل رفتار مورد انتظار:



ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

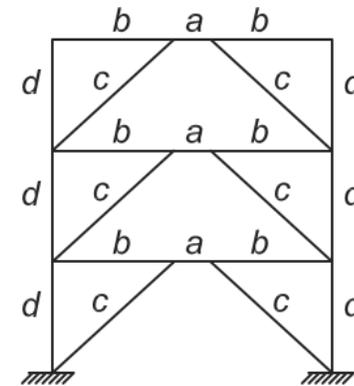
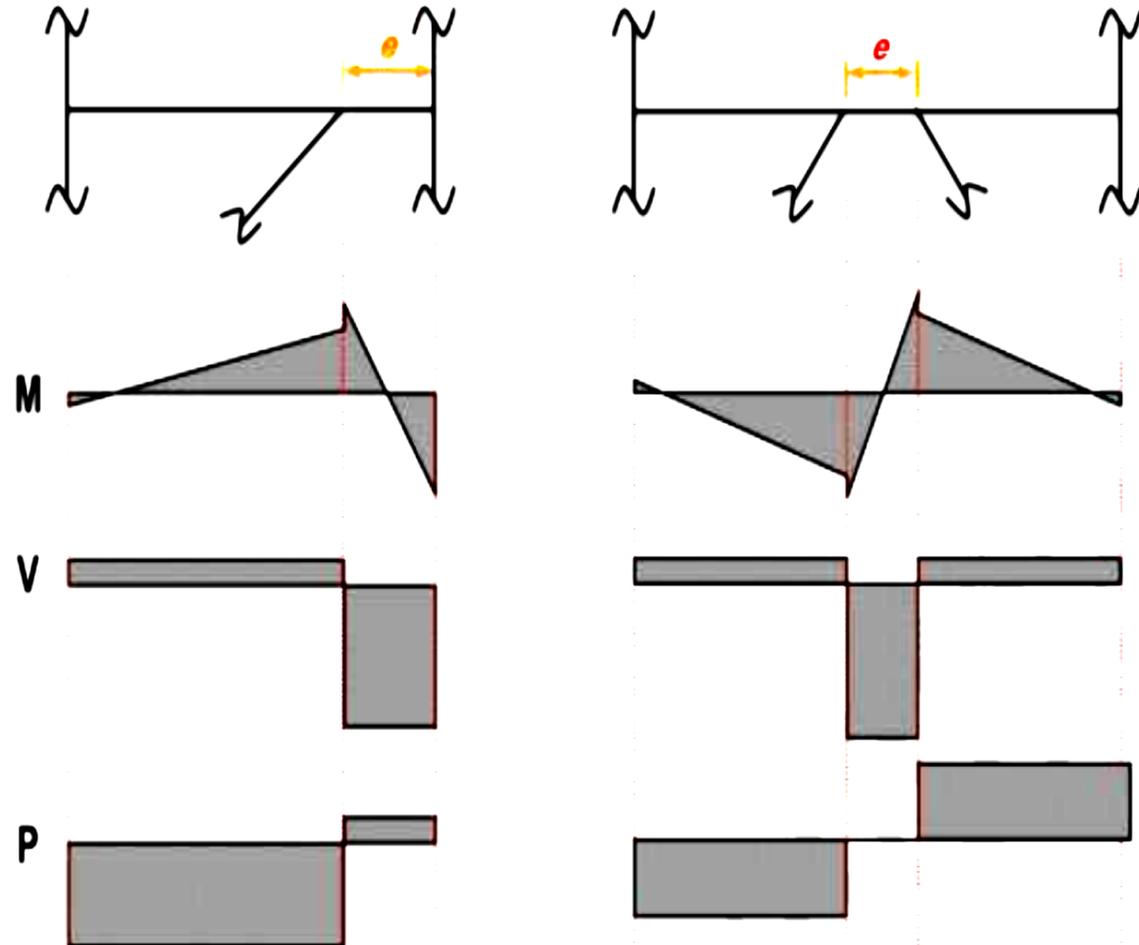
شکل رفتار مورد انتظار:



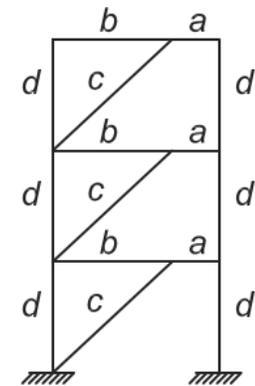
فاکتور بحرانی در رفتار غیرارتجاعی تیرپیوند طول آن است. طول تیر پیوند مکانیزم تسلیم و مد شکست نهایی را کنترل می کند.

ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

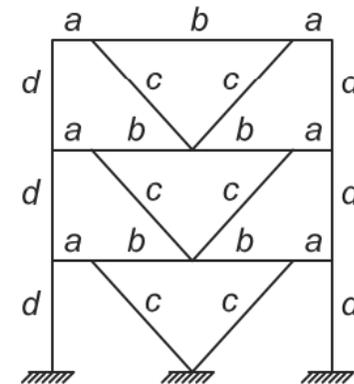
a = link
 b = beam segment outside of link
 c = diagonal brace
 d = column



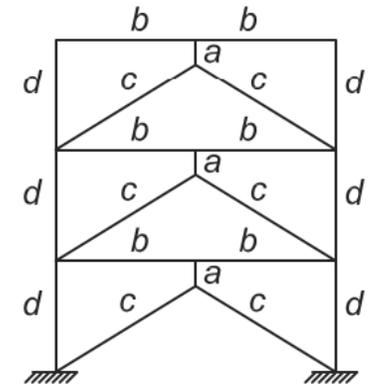
(a)



(b)



(c)

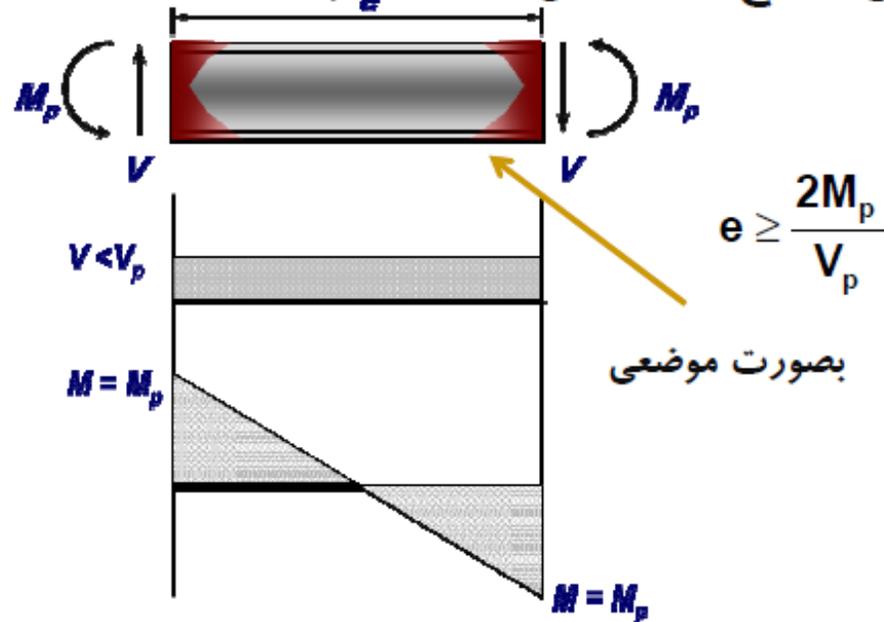


(d)

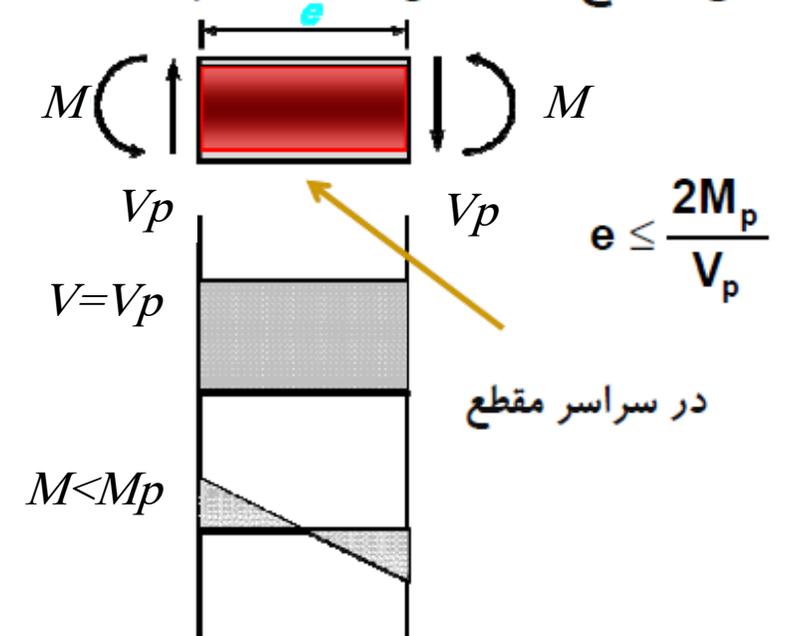
ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

نیروها در انواع خرابی:

وقتی مقطع در خمش جاری شود:



وقتی مقطع در برش جاری شود:



ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

آیین نامه ها با در نظر گرفتن سخت شدگی کرنشی، طول تیر پیوند را برای ضوابط مربوط به تسلیم برشی و خمشی با محدودیت بیشتری همراه می کنند.

$$e \leq \frac{1.6M_p}{V_p} \quad \text{تسلیم برشی:}$$

$$e \geq \frac{2.6M_p}{V_p} \quad \text{تسلیم خمشی:}$$

$$\frac{1.6M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2.6M_p}{V_p} \quad \text{اندرکنش برش و خمش:}$$

ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۴-۳-۶-۴ اتصالات تیرهای پیوند به ستون

اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید دارای شرایط زیر باشند:

(الف) اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید به صورت صلب (گیردار کامل) طراحی شوند.

(ب) اتصالات تیرهای پیوند به ستون باید مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۴-۳-۱ توانایی دوران

غیرالاستیک تیر پیوند را بدون کاهش مقاومت دارا باشند.

ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

◦ دوران مجاز طراحی تیر پیوند:

$$e \leq 1.6 \frac{M_p}{V_p}$$

◦ ۰/۰۸ رادیان برای

$$e \geq 2.6 \frac{M_p}{V_p}$$

◦ ۰/۰۲ رادیان برای

◦ در حالتی که اندرکنش بین خمش و برش وجود دارد:

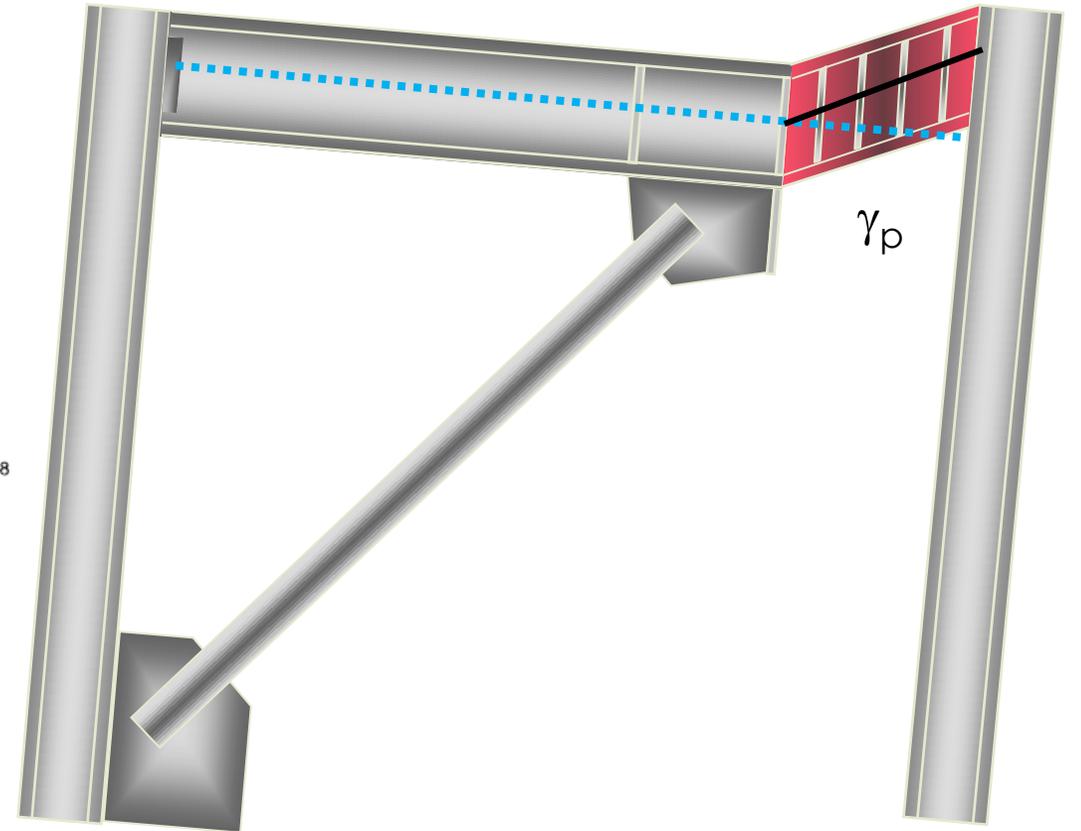
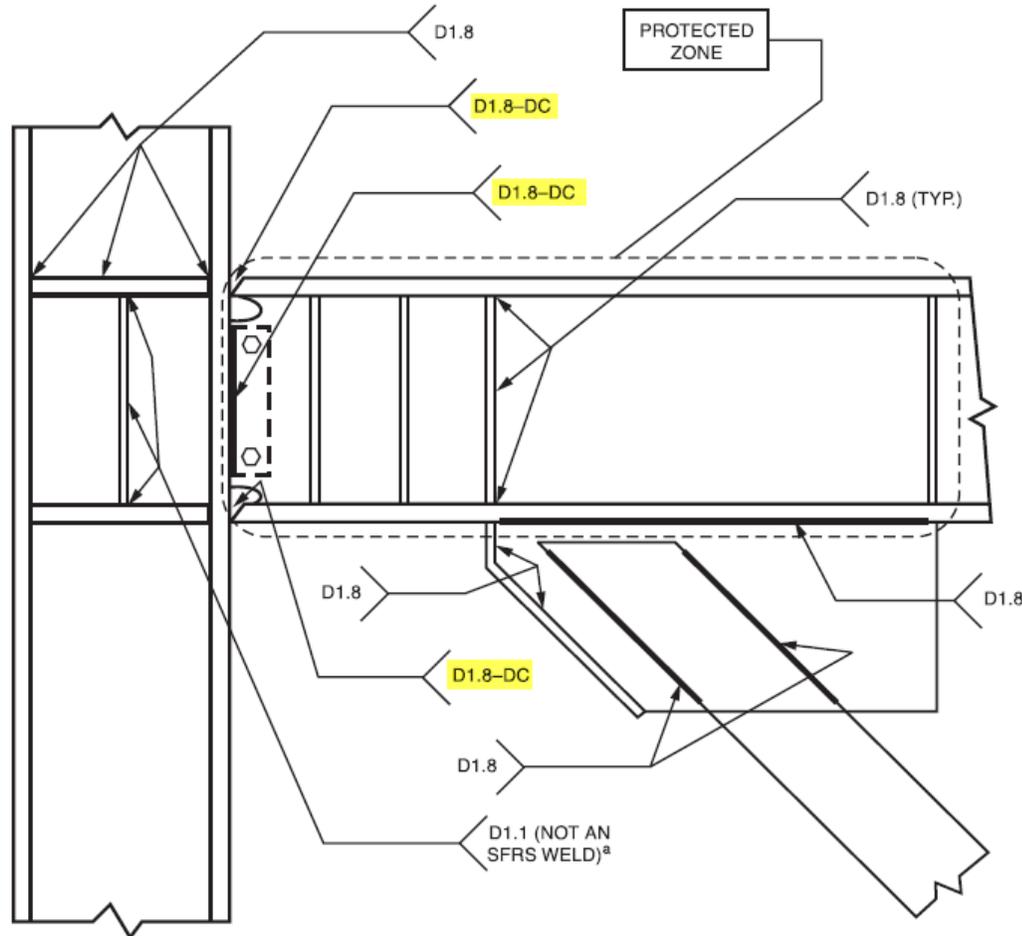
$$1.6 \frac{M_p}{V_p} \leq e \leq 2.6 \frac{M_p}{V_p} \Rightarrow \gamma_p \leq 0.04 \left(4.4 - 1.5e \frac{V_p}{M_p} \right)^{rad}$$

◦ * مقدار دوران بایستی برای جایجایی واقعی سازه تعیین شود و نه جایجایی حاصل از تحلیل خطی $(\Delta_m = C_d \Delta_{eu})$.

◦ * بهترین مقطع برای تیر پیوند، تیری است که دارای کمترین مساحت جان و بیشترین ظرفیت خمشی باشد. (با رعایت شرایط فشرده‌گی)

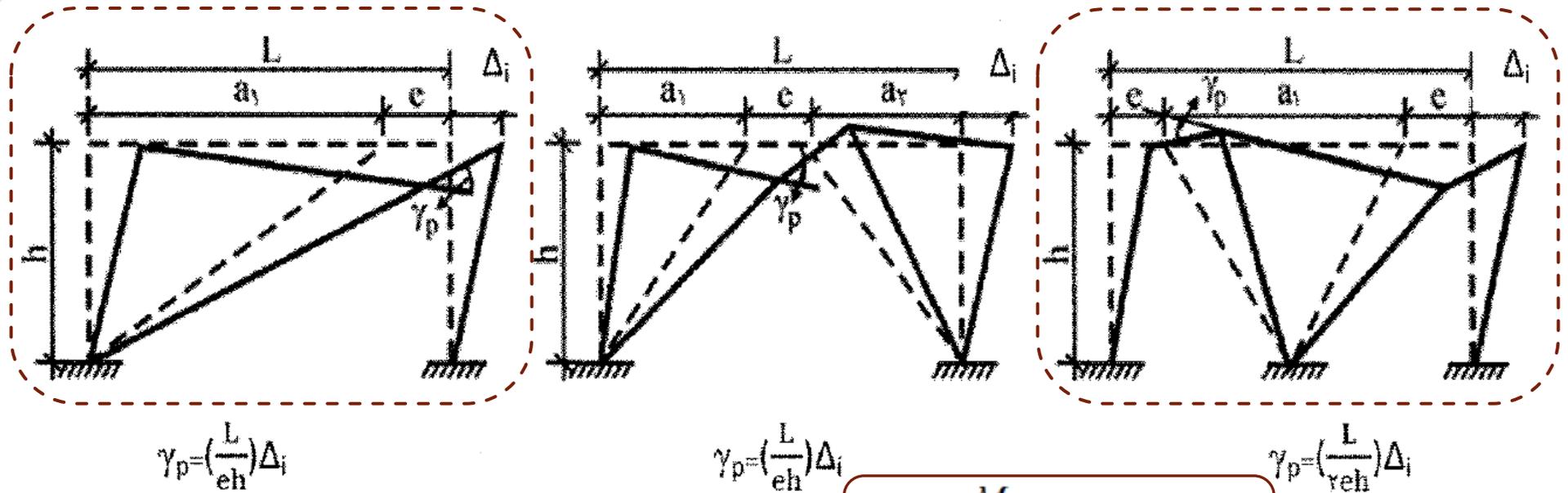
◦ * استفاده تیرهای لانه زنبوری ممنوع است.

ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)



ضوابط لرزه ای قابهای مهاربند برون محور (واگرا)

رابطه دوران با تغییر شکل جانبی و ابعاد دهانه مهاربندی:



ANSI/AISC 341-16

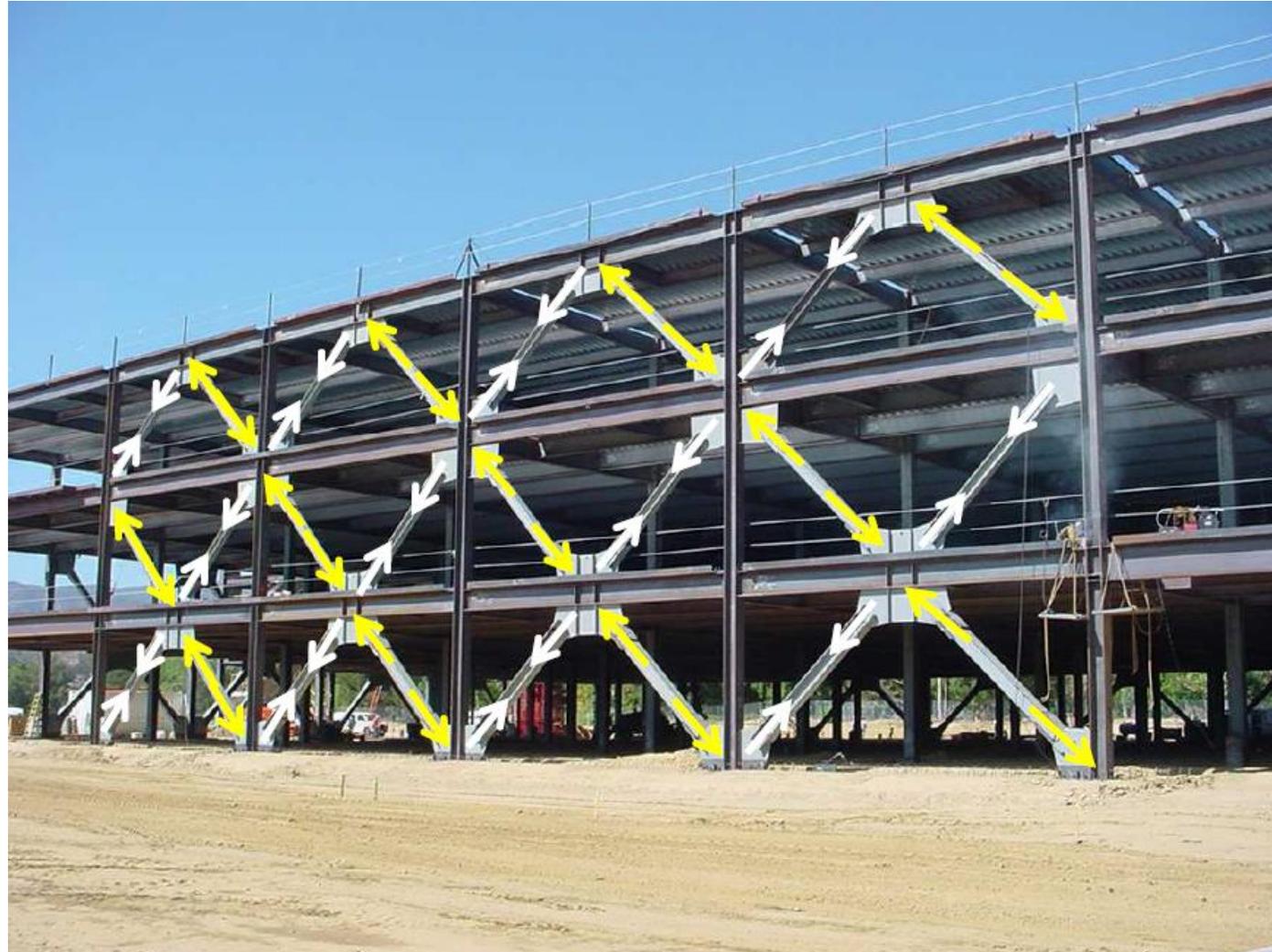
$$e > 2.26 \frac{M_p}{V_p} \Rightarrow \gamma_p \leq 0.04$$

At the time of publication of the Provisions, development of satisfactory link-to-column connection details is the subject of ongoing research. Designers are therefore advised to consult the research literature for the latest developments. **Until further research on link-to-column connections is available, it may be advantageous to avoid EBF configurations with links attached to columns.**

متناسب با دوران بین ۰,۰۲ تا ۰,۰۴
الزامات اتصالات قابهای خمشی
متوسط تا ویژه را ارضا نمایند.

ضوابط اتصالات لرزه ای

قاب مهاربند هم محور (همگرا)ی ویژه:



اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت اول - ضرایب رفتار قاب مهاربند و محدودیت ها

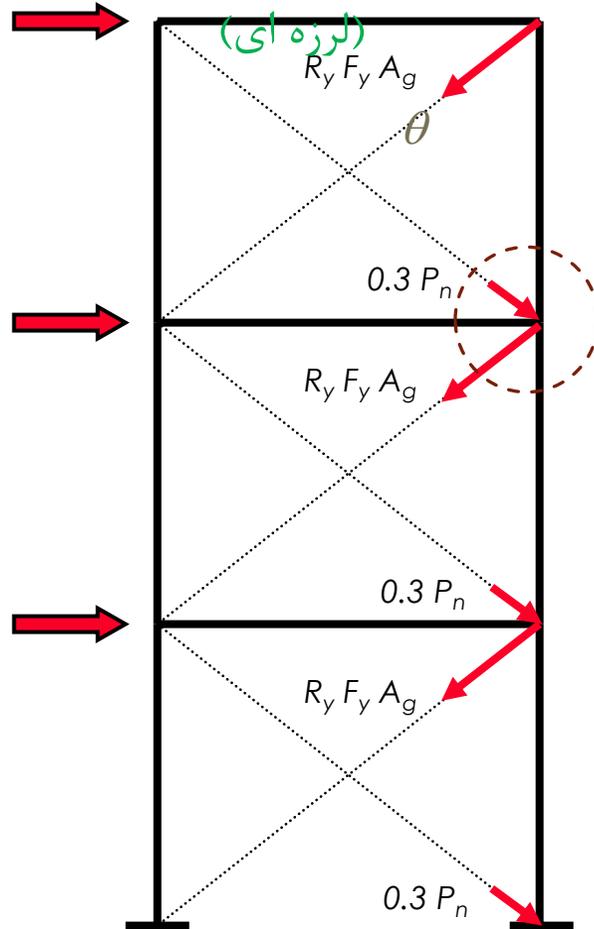
R-ASCE7-10	R-2800-3th	R-2800-4th	سیستم مقاوم در برابر نیرویهای جانبی	قاب ساختمانی
۸	۵	۷	۵- مهاربندی واگرای ویژه فولادی	
۸	-	۷	۶- مهاربندی کمانش تاب	
۳.۲۵	۴.۳	۳.۵	۷- مهاربند همگرای معمولی فولادی	
۶	-	۵.۵	۸- مهاربند همگرای ویژه فولادی	

افزایش ویرایش ۴	0.7R-3th	Cd-4h	H-ASCE7-10(D,E)	H-2800-3th	H-2800-4th	سیستم مقاوم در برابر نیرویهای جانبی	قاب ساختمانی
۱.۱۴	۳.۵	۴	۵۰-۷۵	۵۰	۵۰-۷۵	۵- مهاربندی واگرای ویژه فولادی	
-	-	۵	۵۰-۷۵	-	۵۰	۶- مهاربندی کمانش تاب	
۱.۱۷	۳	۳.۵	۱۰.۷	-	۱۵	۷- مهاربند همگرای معمولی فولادی	
-	-	۵	۵۰-۷۵	۵۰	۵۰-۷۵	۸- مهاربند همگرای ویژه فولادی	

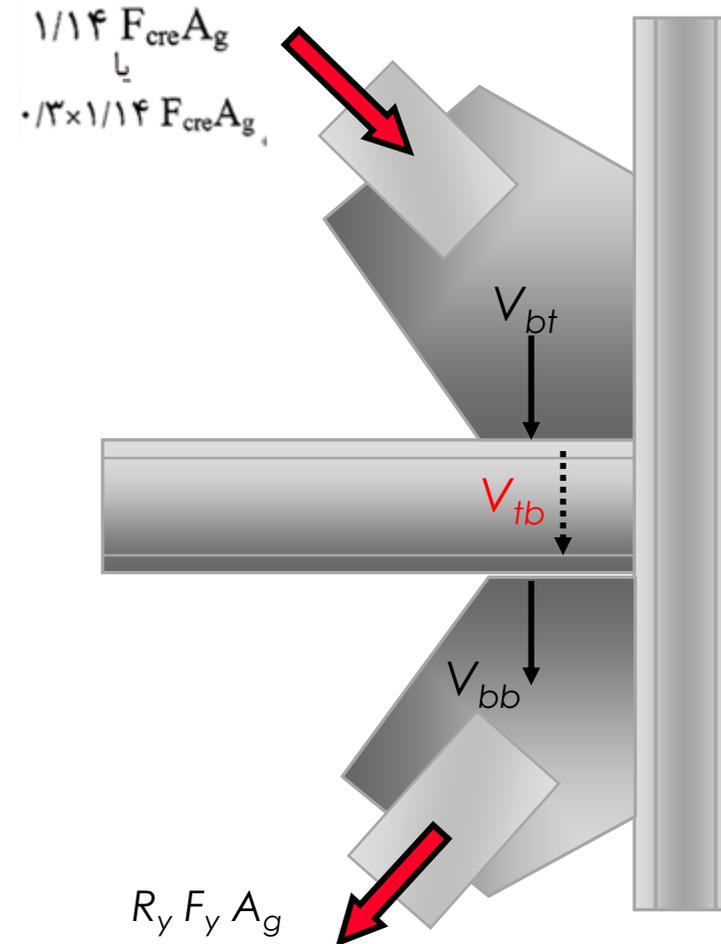
مقاومت فشاری موردنیاز اتصالات اعضای مهاربندی باید حداقل برابر کوچکترین مقدار از بین $R_y F_y A_g / \alpha_s$ و $1.14 F_{cre} A_g / \alpha_s$ در نظر گرفته شود

اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

ویرایش ۱۴۰۱ ۱۰-۳-۴-۲-۳ الزامات تحلیل



قسمت دوم - اتصال تیر به ستون (بند ۱۰-۳-۱۱-۲)



نکته ۱:

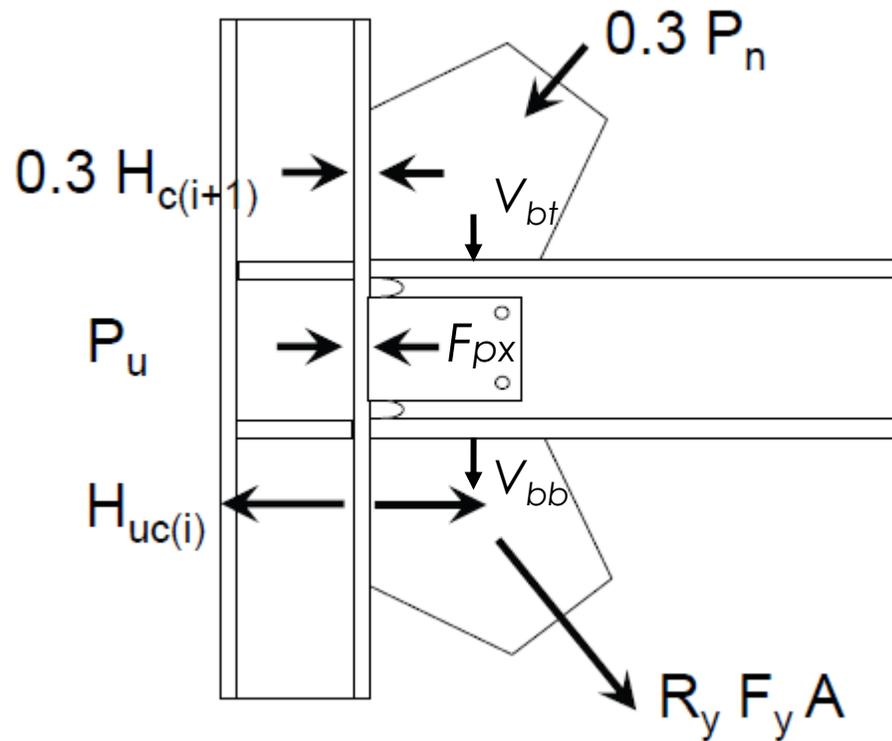
در بررسی اثر مهاربند بر اتصال تیر، باید کمترین و بیشترین نیروهای فشاری مهاربند دیده شود. همچنین علاوه بر کنترل رفتار تیر در فشار (بحث قبلی)، کنترل موضعی جان تیر تحت برش متمرکز V_{tb} برآیند مهاربندها و نیروی محوری P_U نیز باید انجام شود.

اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت دوم - اتصال تیر به ستون (بند ۱۰-۳-۱۱-۲)

نکته ۲:

در کنترل نیروی محوری اتصال علاوه بر اینکه نیروی محوری مهاربند فشاری بالا (یا پایین) کاهنده بوده و لذا برابر کمترین مقدار خود فرض می شود $(0.3P_n)$ ، اثرات کاهنده نیروی محوری جمع کننده ها (F_{px}) نیز می تواند لحاظ شود: (حداکثر فشار)



$$① \quad P_u = H_{uc(i)} - 0.3 H_{c(i+1)} - F_{px}$$

$$② \quad V_{tb} = V_{bt} + V_{bb} \quad \text{حداکثر برش اتصال}$$

نکته ۳:

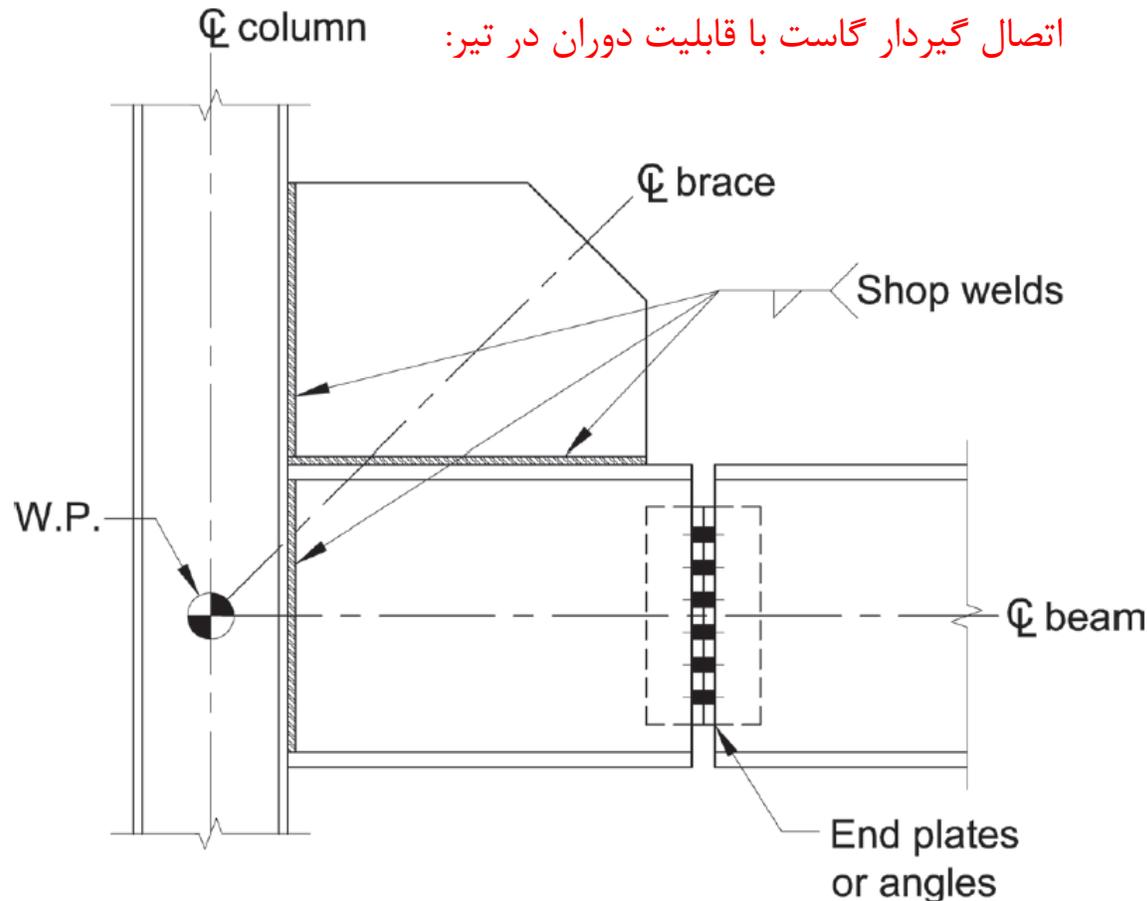
برای کنترل جان نبشی تحت تنشهای فوق از معیار **وون میزز** و برای جوش ها از **برآیند** نیروهای فوق استفاده می شود.

اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت دوم - اتصال تیر به ستون (بند ۱۰-۳-۱۱-۲)

جمع بندی :

اتصال گیردار گاست با قابلیت دوران در تیر:



۱- تیر دهانه مهاربندی باید برای نیروی محوری فشاری ناشی از اختلاف نیروهای کششی و فشار پس کمانش مهاربند ها (و در نبود قید دیافراگم) طراحی شود.

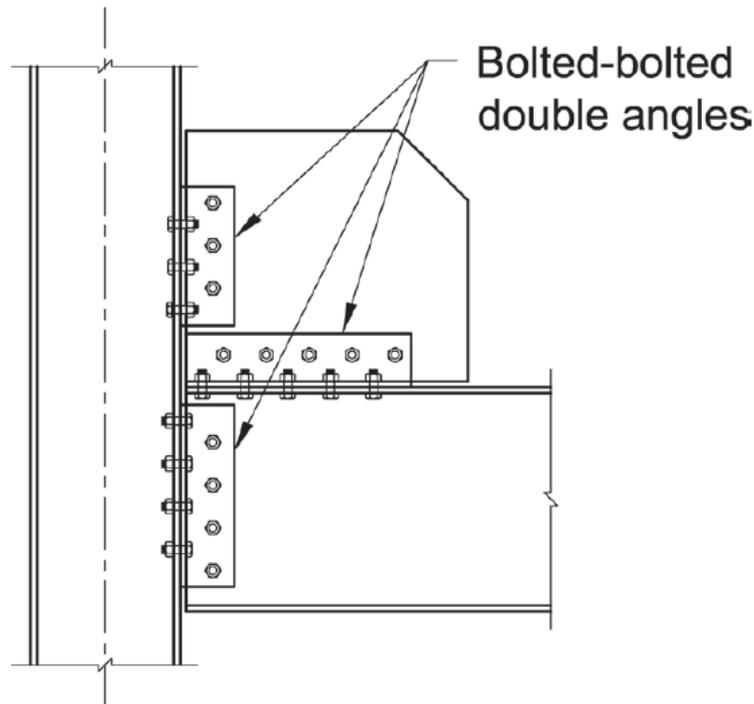
۲- اتصال تیر به ستون باید یکبار برای برش حداکثر و یکبار برای نیروی محوری فشاری حداکثر ناشی از اثرات اتصال مهاربند (اسلاید قبلی) طراحی شود.

۳- اتصال باید اجازه دوران حداقل 0.025 رادیان را به تیر در محل اتصال و یا قبل از اتصال گاست (شکل روبرو) بدهد و یا به صورت گیردار کامل و البته می تواند مطابق ضوابط قاب خمشی معمولی طراحی شود.
(AISC 341-16, F-6b)

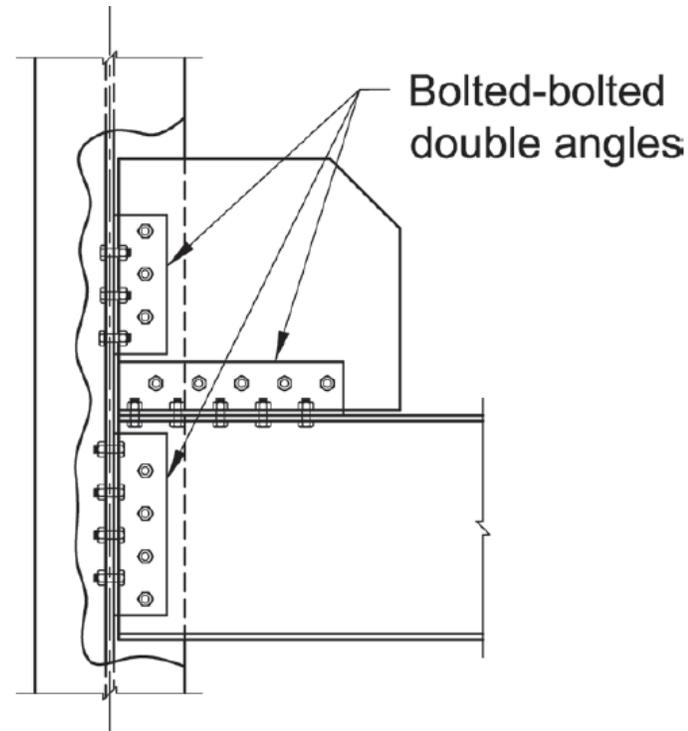
اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت چهارم - اتصال تیر به ستون

اتصال گاست با قابلیت دوران :



(a) All-bolted unstiffened gusset connection to column flange



(b) All-bolted gusset connection to column web

اتصال باید اجازه دوران حداقل 0.025 رادیان را به تیر در محل اتصال و یا قبل از اتصال گاست (شکل روبرو) بدهد و یا به صورت گیردار کامل و البته می تواند مطابق ضوابط قاب خمشی معمولی طراحی شود.

(AISC 341-16, F-6b)

اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت چهارم - اتصال تیر به ستون (ویرایش ۱۴۰۱)

۱۰-۳-۴-۲-۶-۲ اتصال تیر به ستون

در قابهای مهاربندی شده همگرای ویژه اگر اتصال ورق گنست (ورق اتصال) هم به تیر و هم به ستون صورت گیرد، در این صورت اتصال تیر به ستون باید مطابق یکی از حالت‌های زیر باشد:

الف) پیکربندی اتصال مطابق ضوابط بند ۱۰-۲-۹-۱-۲-الف به صورت یک اتصال ساده (مفصلی)

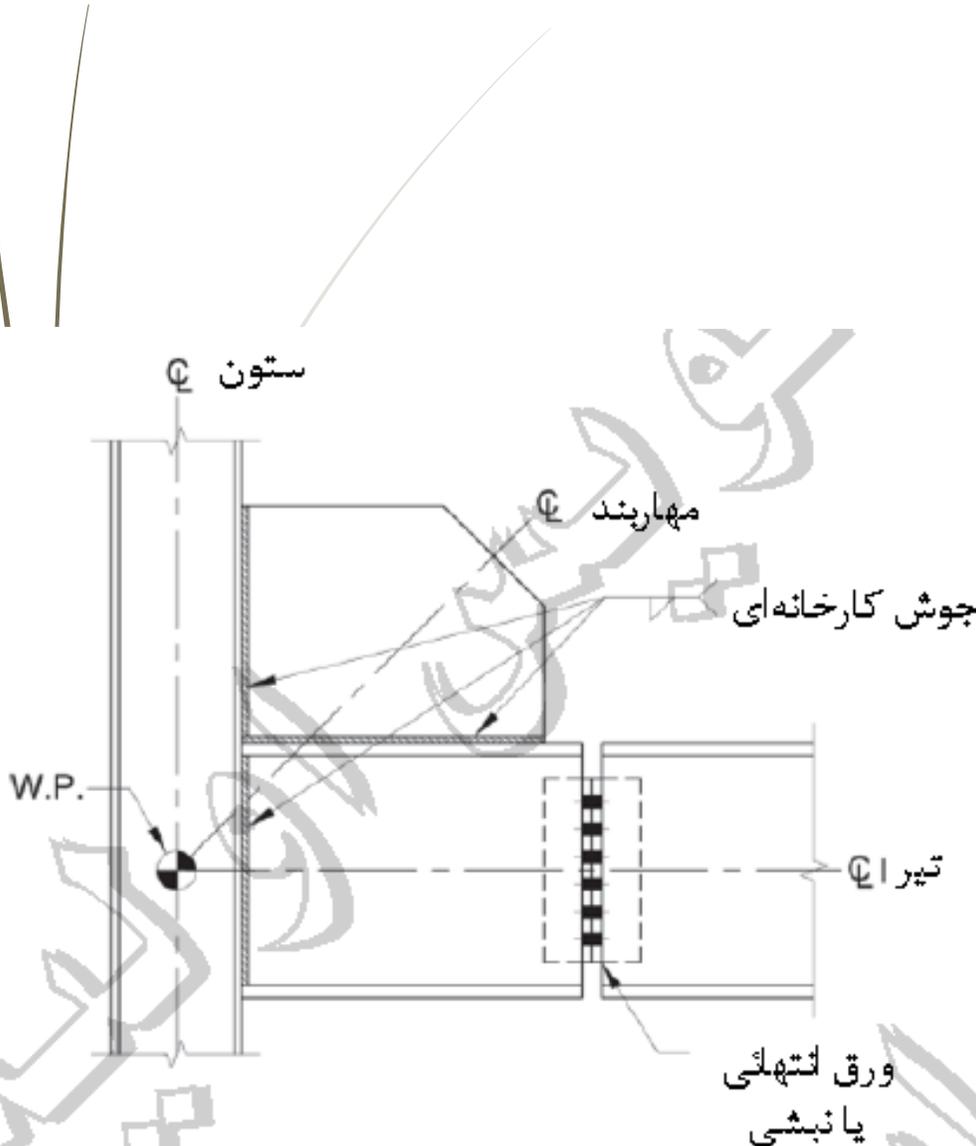
باشد به نحوی که حداقل 0.025 رادیان قابلیت دوران داشته باشد. در شکل ۱۰-۳-۴-۲-۱۰

چند نمونه از پیکربندی‌های متداول اتصال مفصلی تیر به ستون که این الزام قابلیت دوران را

تأمین می‌نمایند نشان داده شده است

ب) اتصال تیر به ستون به صورت یک اتصال صلب خمشی مطابق الزامات اتصالات گیردار در

قاب‌های خمشی معمولی طراحی شود.



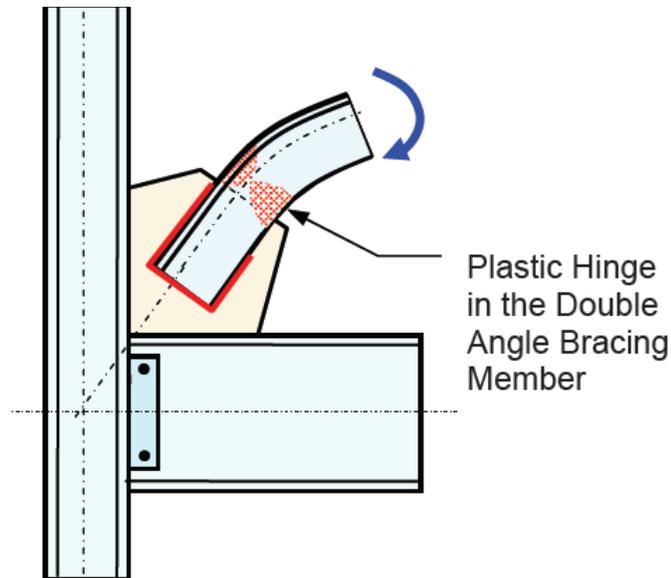
اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت سوم - ضوابط لرزه ای طراحی اتصال - کمانش مهاربند فشاری

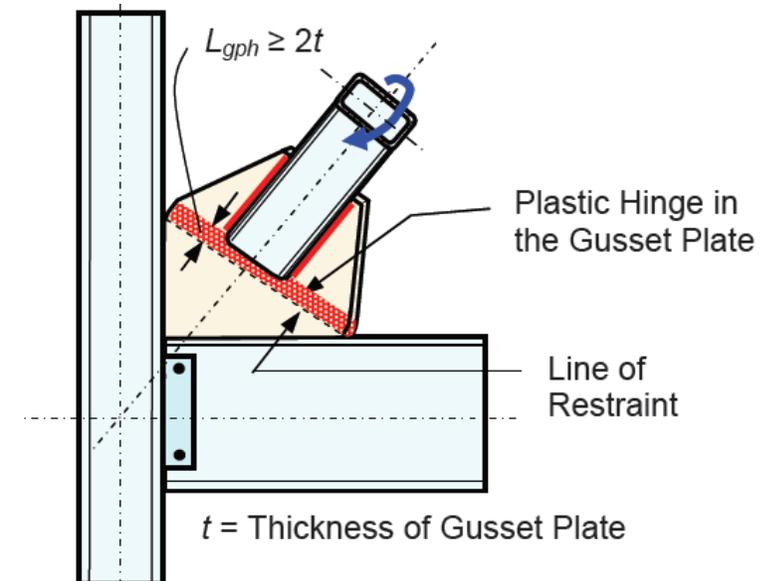
۱۰-۳-۱۱-۳ اتصال مهاربندی‌ها

پ) سازگاری اتصال با کمانش مهاربندی‌ها

به منظور سازگاری اتصال با کمانش مهاربندی‌ها، اتصالات مهاربندی‌ها باید یکی از الزامات زیر را برآورده نمایند.



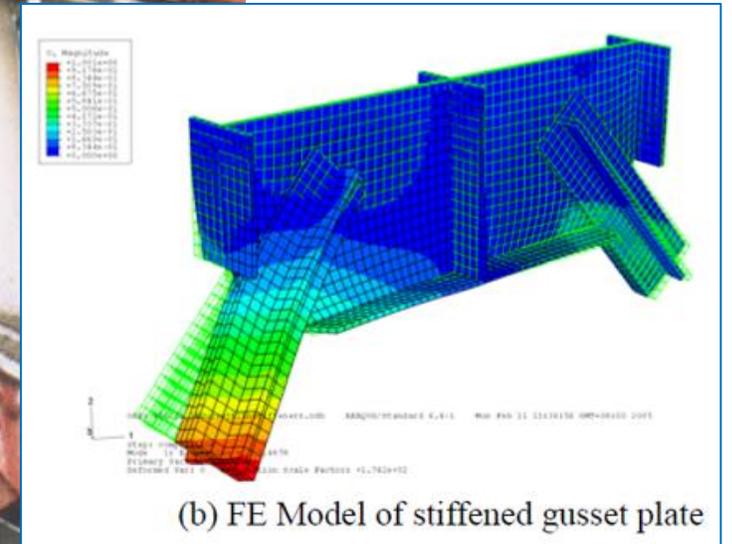
(a) In-Plane Buckling of Member



(b) Out-of-Plane Buckling of Member

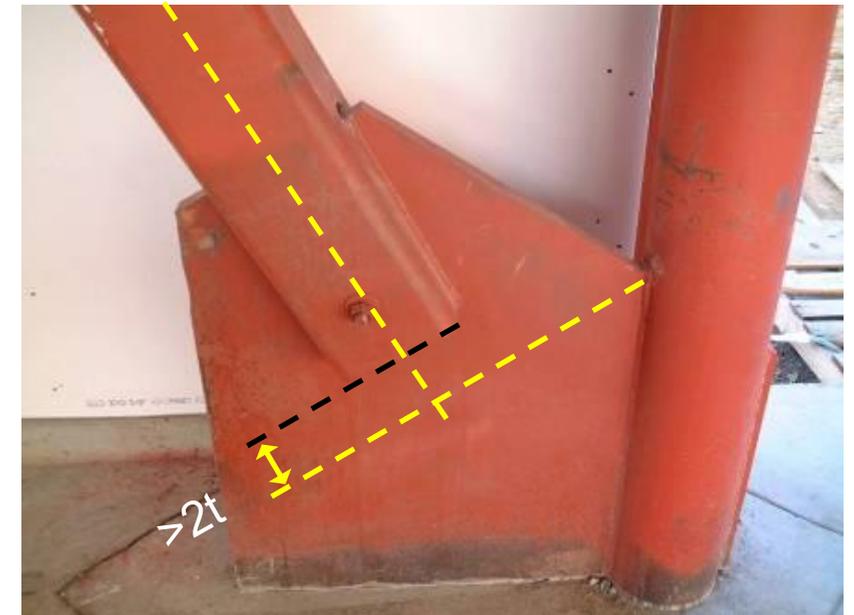
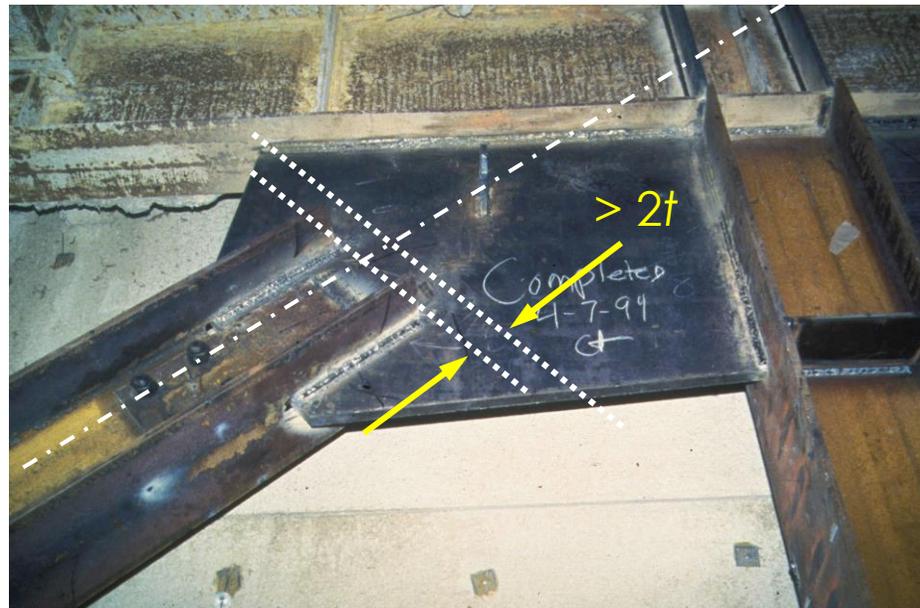
اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

(۱) اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی مورد نیاز حداقل برابر $1/1 R_y M_p$ باشد که در آن، M_p لنگر خمشی پلاستیک مقطع عضو مهاربندی حول محور کمانش بحرانی مقطع است.



اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

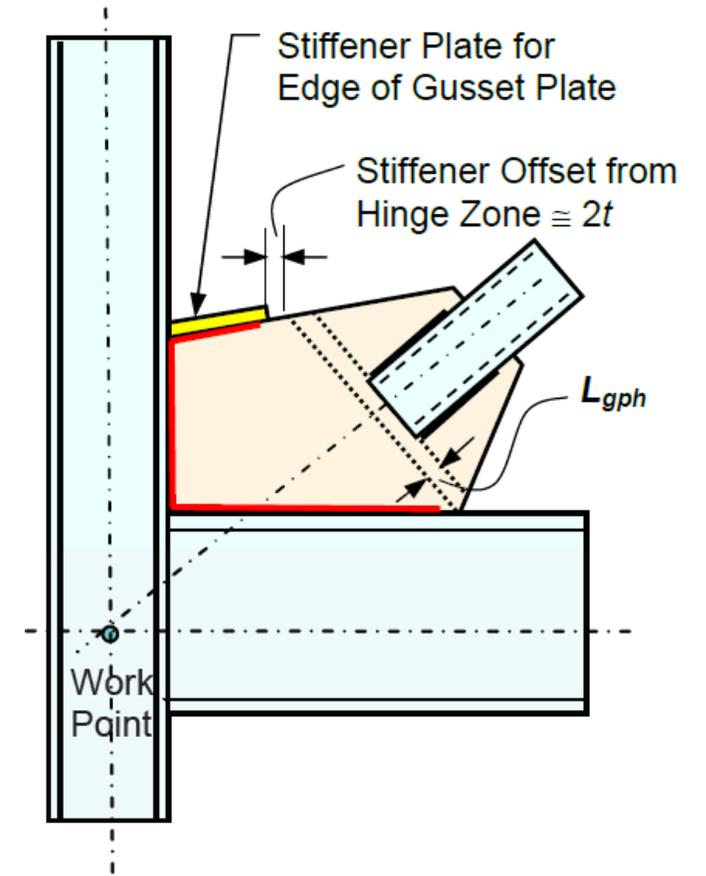
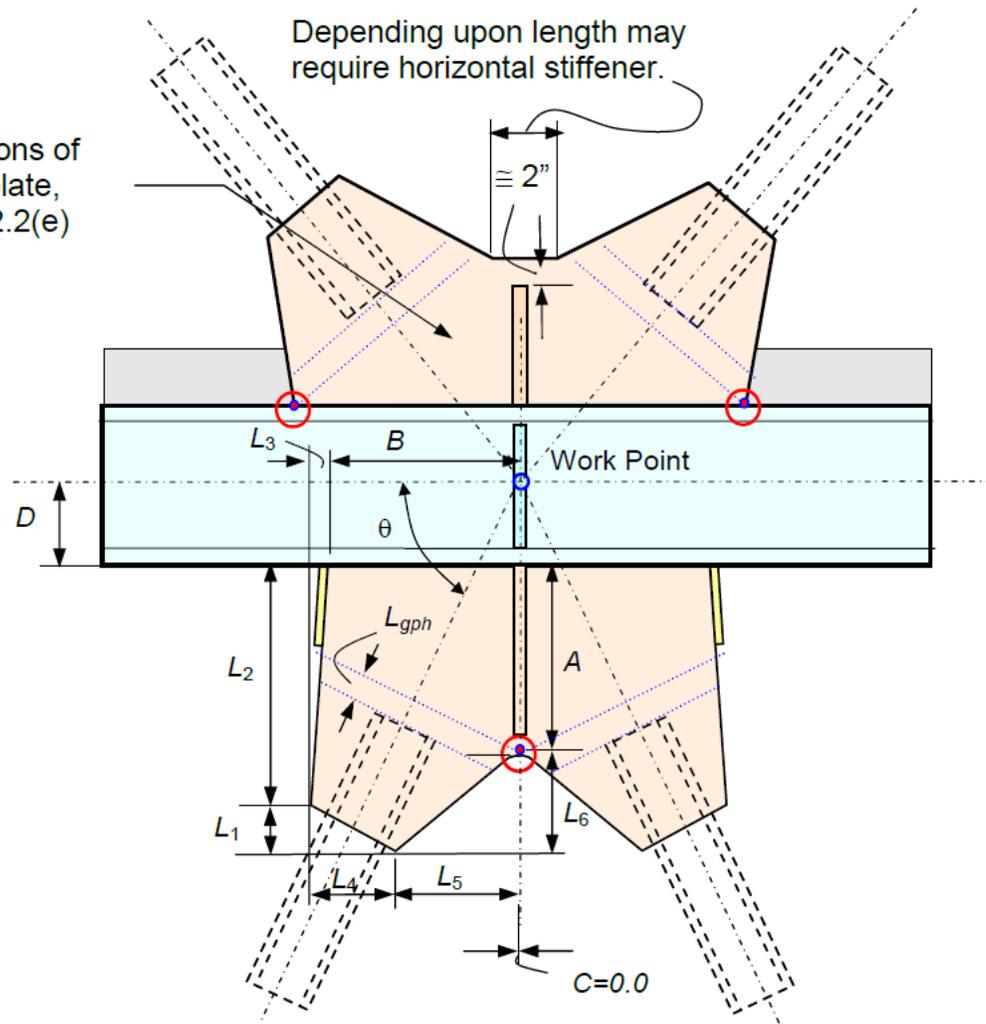
(۲) سازگاری با دوران غیرالاستیک حاصل از تغییرشکل‌های پس از کمانش در خارج از صفحه مهاربندی از طریق مهیا نمودن شرایط کمانش بحرانی مهاربندی در خارج از صفحه قاب و قطع مهاربندی به اندازه دو برابر ضخامت صفحه اتصال ($2t$) قبل از خط تکیه‌گاهی ورق اتصال (خط آزاد خمش). در این مبحث رعایت ضابطه تکمیلی خاصی برای کنترل کمانش لبه آزاد ورق اتصال الزامی نیست.



اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت چهارم - ورق سخت کننده

For dimensions of top gusset plate, see Figure 2.2(e)



اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

۱۰-۳-۴-۲-۶-۳ اتصال اعضای مهاربندی (ویرایش ۱۴۰۱)

ب) مقاومت خمشی موردنیاز

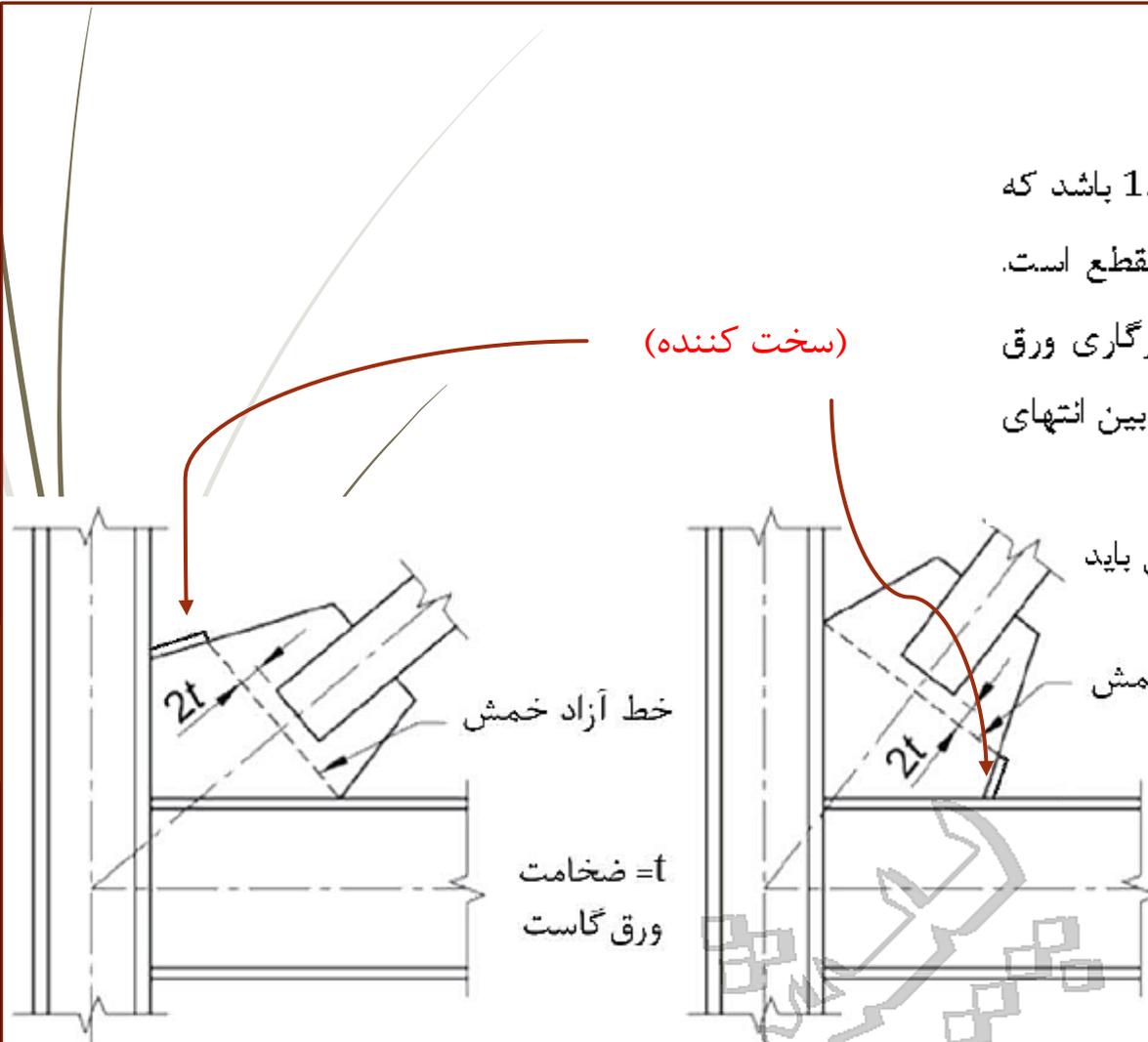
اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی موردنیاز حداقل برابر $1.1R_yM_p/\alpha_s$ باشد که در آن، M_p لنگر خمشی پلاستیک مقطع عضو مهاربندی حول محور کماتش بحرانی مقطع است. در صورت حاکم بودن کماتش خارج از صفحه مهاربندی و تأمین شرایط مناسب سازگاری ورق اتصال با کماتش خارج از صفحه، نظیر تأمین فاصله حداقل $2t$ مطابق شکل ۱۰-۳-۴-۲-۳ بین انتهای مهاربند تا خط آزاد خمش، لزومی به در نظر گرفتن مقاومت خمشی موردنیاز نیست.

برای کماتش خارج از صفحه اعضای مهاربندی، جوش‌های متصل به تیر و ستون ورق اتصال باید تبصره: در صورت تأمین فاصله $2t$ (مطابق شکل ۱۰-۳-۴-۲-۳)، به جای استفاده از الزام فوق این جوش‌ها می‌توانند بر اساس بزرگ‌ترین مقدار به دست آمده از حالت‌های زیر طراحی شوند:

۱- نیروهای ایجادشده در لبه‌های ورق اتصال ناشی از مقاومت فشاری موردنیاز اتصال عضو مهاربندی (مطابق بند ب)

۲- نیروهای ایجادشده در لبه‌های ورق اتصال ناشی از 0.3 مقاومت فشاری موردنیاز اتصال عضو مهاربندی در ترکیب با اثر مقاومت خمشی مورد انتظار ورق اتصال نسبت به محور

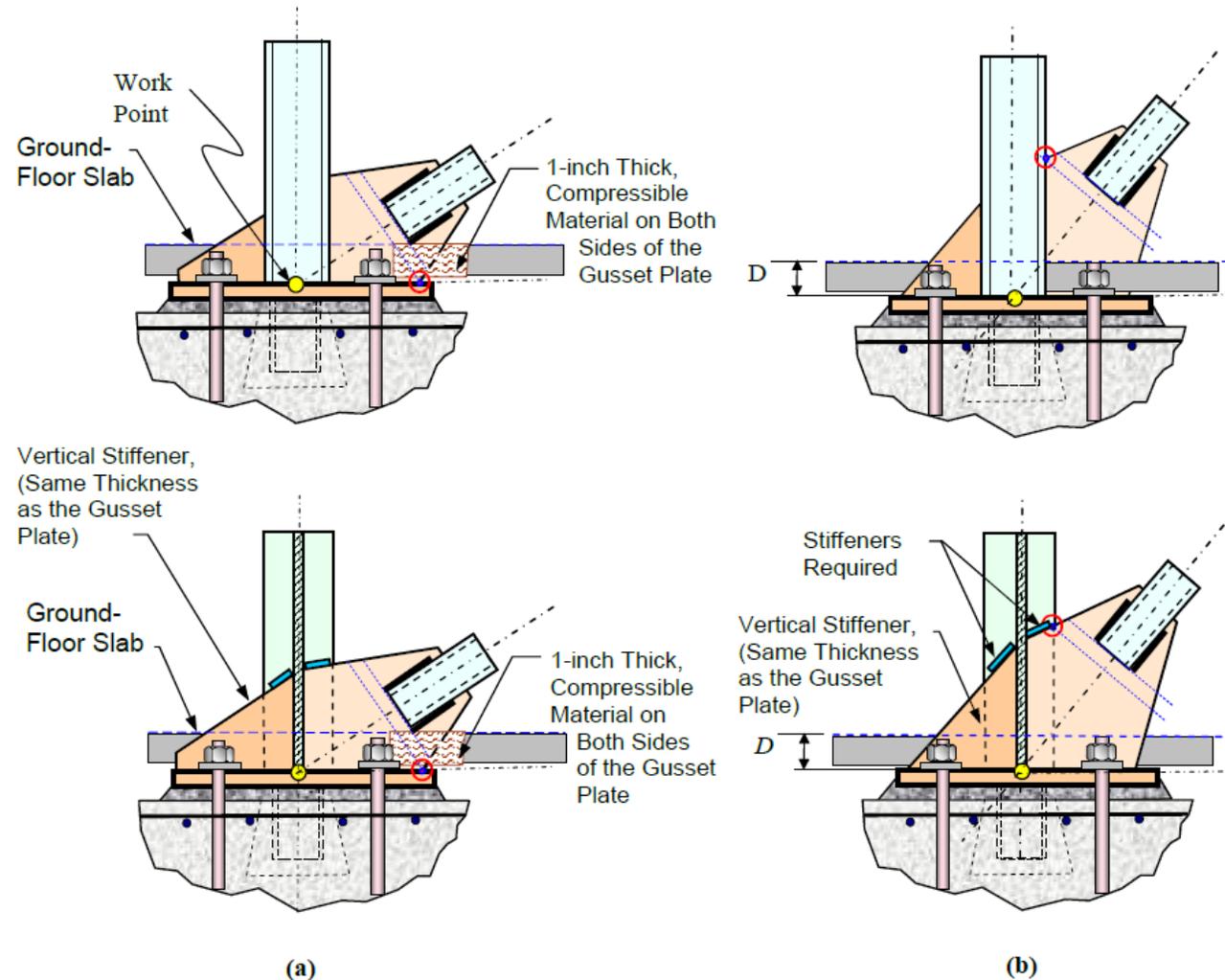
ضعیف آن در محل خط آزاد خمش



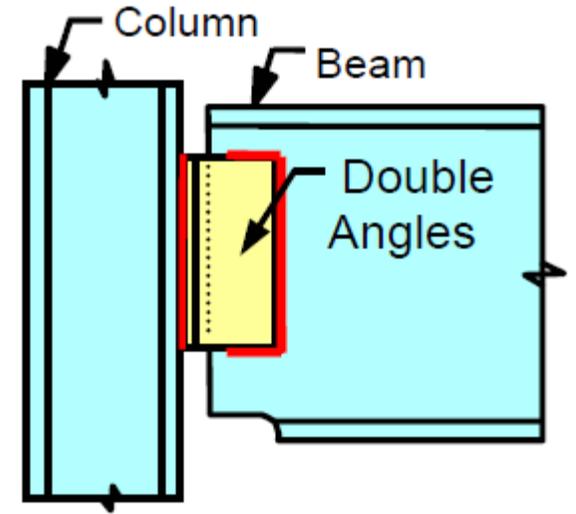
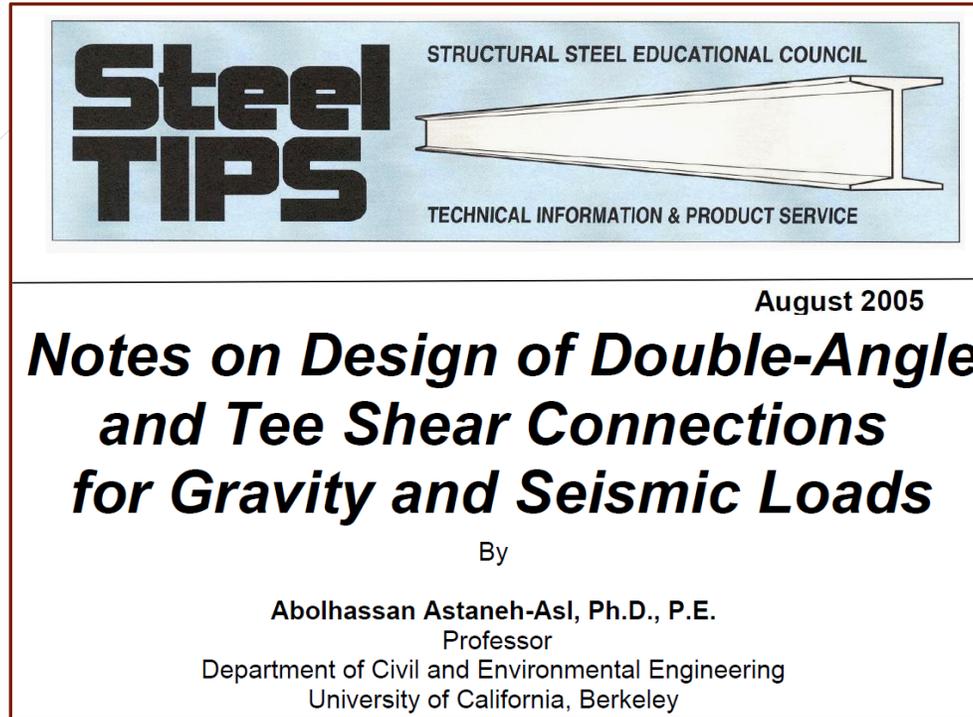
شکل ۱۰-۳-۴-۲-۳: سازگاری ورق اتصال (ورق گاست) با کماتش خارج از صفحه عضو مهاربندی

اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت پنجم - اتصال به کف ستون



طراحی اتصالات ساده (لرزه ای)

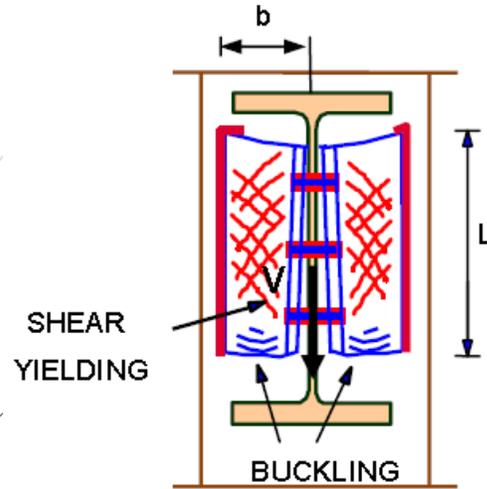


(d) Welded-Welded

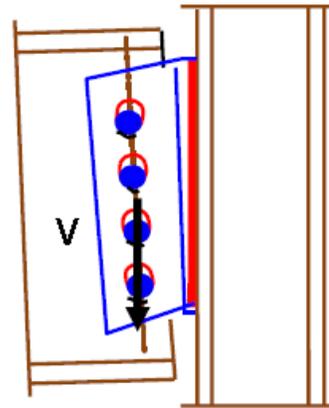
مدهای خرابی:

1. Yielding of the gross area of the angle legs (ductile)
2. Bearing yielding of the bolt holes in the angles and/or the beam web (ductile)
3. Fracture of the edge distance of the bolts (brittle)
4. Shear fracture of the net area of the angles (brittle)
5. Fracture of the bolts (brittle)
6. Fracture of the welds (brittle)

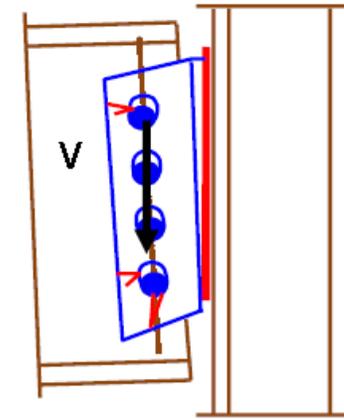
طراحی اتصالات ساده (لرزه ای)



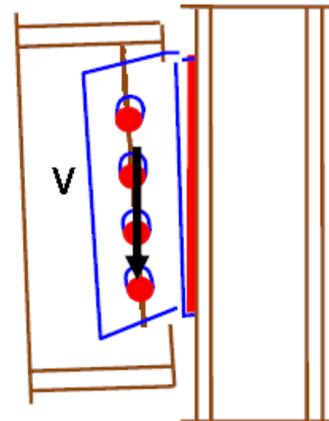
1. Shear Yielding of Legs



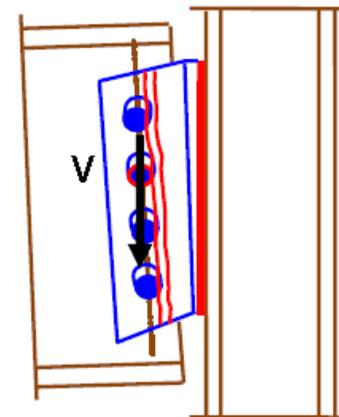
2. Bearing Failure



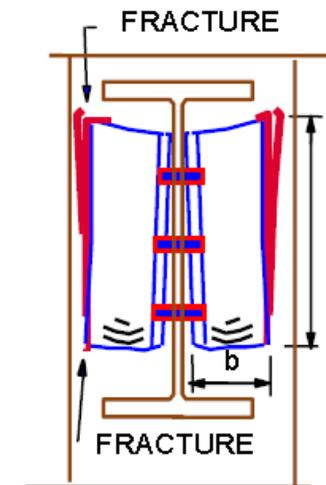
3. Edge Distance or Bolt Spacing Failure



4. Shear Failure of Bolts



5. Shear Fracture of 2L Net Areas



6. Fracture of Welds

طراحی اتصالات ساده (لرزه ای)

۳-۱۰ طراحی اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند

در ساختمان‌های بلندتر از ۵ طبقه تمام اجزای سازه‌ای که جزئی از سیستم باربر جانبی نیستند ولی از طریق دیافراگم‌های کف‌ها با سیستم باربر جانبی مرتبط هستند، باید برای اثر ناشی از تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طرح طبقه، بند (۳-۵-۲)، طراحی شوند. در این محاسبات، در صورت نیاز، اثر $P-\Delta$ باید منظور گردد.

۳-۵-۲ مقدار Δ_M که با منظور کردن اثر $P-\Delta$ در محاسبه Δ_M به دست می‌آید نباید از مقدار مجاز Δ_a زیر تجاوز نماید.

- در سایر ساختمان‌ها (بلندتر از ۵ طبقه) $\Delta_a = 0.020h$

بنابراین مطابق روابط فوق دوران نسبی مجاز طبقه ۰.۰۲ رادیان است! پس اگر اتصال بتواند این میزان دوران را به همراه مقادیر زیر (قبل از گسیختگی) تامین کند مشکلی نخواهد داشت!

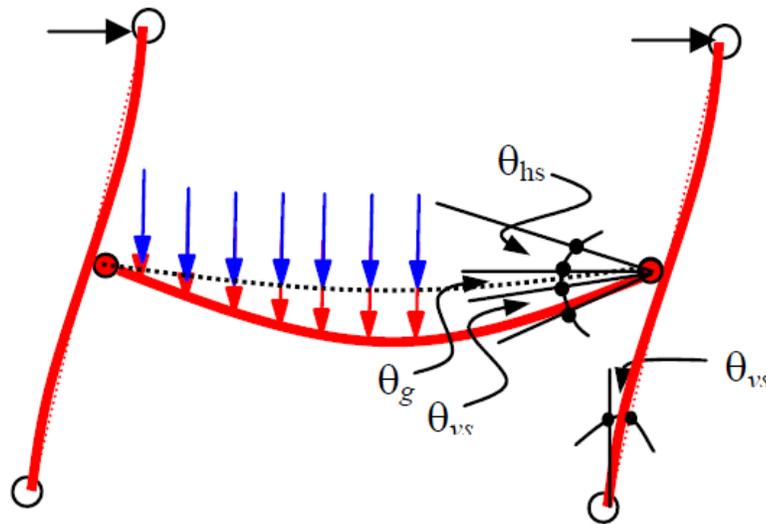
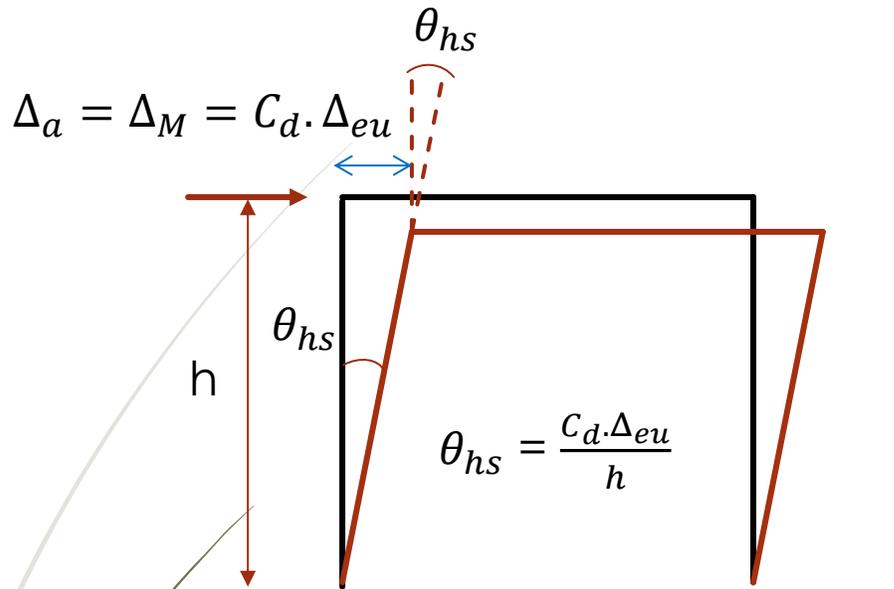
$$\theta_t = \theta_g + \theta_{vs} + \theta_{hs} = 0.024 \sim 0.034$$

$\theta_g = 0.004 \text{ rad}$ دوران ناشی از بار ثقلی موثر

$\theta_{hs} = 0.02 \text{ rad}$ دوران ناشی از بار جانبی

$\theta_{vs} = 0.01 \text{ rad}$ دوران ناشی از زلزله قائم $(0.5 \times 0.02 \text{ rad})$

AISC 341-16 ,
Minimum Rot :
0.025 rad

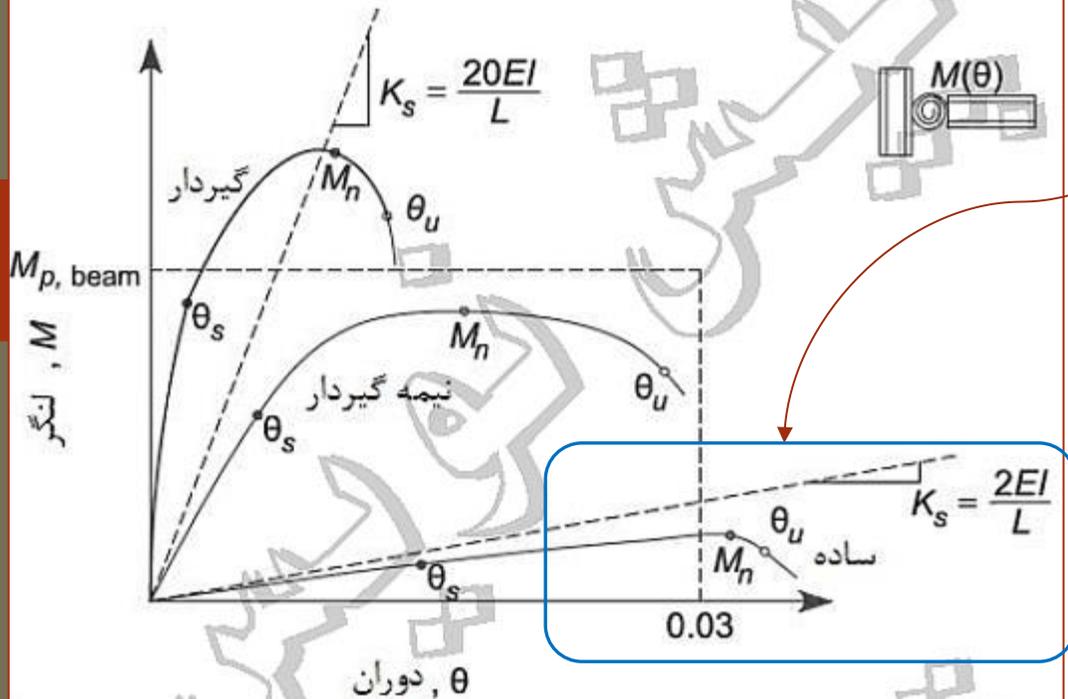


طراحی اتصالات ساده (لرزه ای) (ویرایش ۱۴۰۱)

۱۰-۳-۲-۱۶ الزامات همسازی اعضای غیر باربر لرزه‌ای

در ساختمان‌هایی که در آن‌ها بخشی از اعضا و اتصالات جزئی از سیستم باربر لرزه‌ای نیستند، اما از طریق دیافراگم‌های کف با سیستم باربر لرزه‌ای مرتبط هستند، اعضا و اتصالات غیر باربر لرزه‌ای باید بتوانند بارهای ثقلی و آثار P-Δ ناشی از آن‌ها در حضور تغییرمکان جانبی نسبی غیرخطی طرح را تحمل نمایند. در صورتی که در این بخش از ساختمان اتصالات تیرها به ستون‌ها مفصلی باشد، رعایت ضابطه دیگری غیر از آنچه در فصل ۲-۱۰ این مبحث آمده است، الزامی نیست. اما چنانچه اتصالات تیرها به ستون‌ها گیردار باشند، این اتصالات باید الزامات مربوط به قاب‌های خمشی معمولی را تأمین نمایند.

۱۰-۲-۹-۲-۱ انواع اتصالات ساختمانی

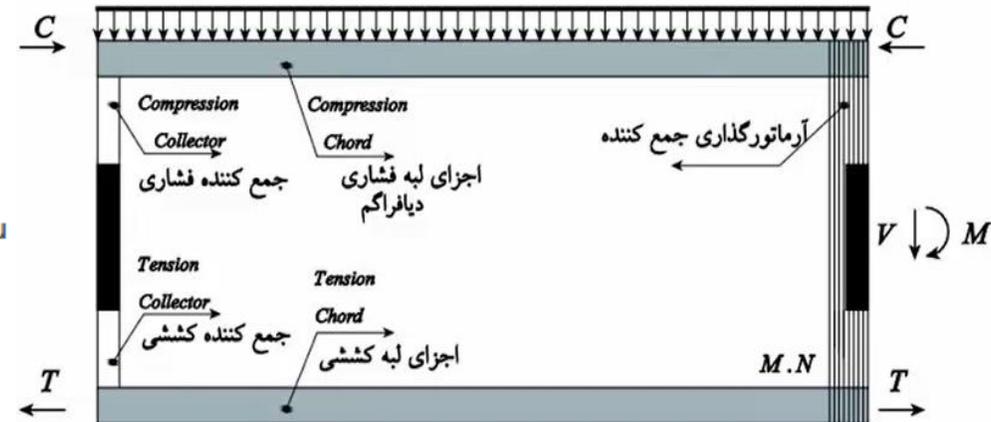
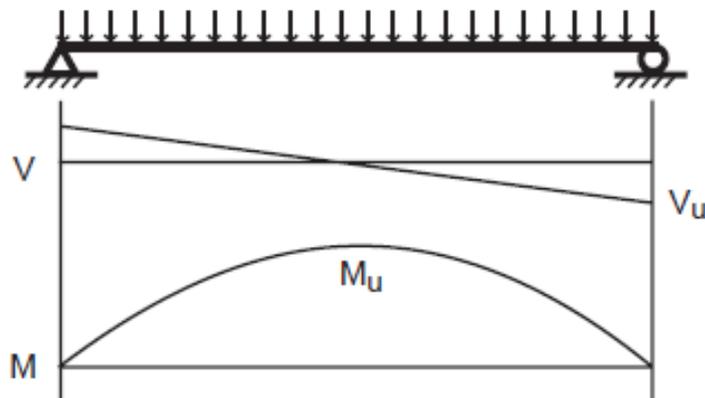
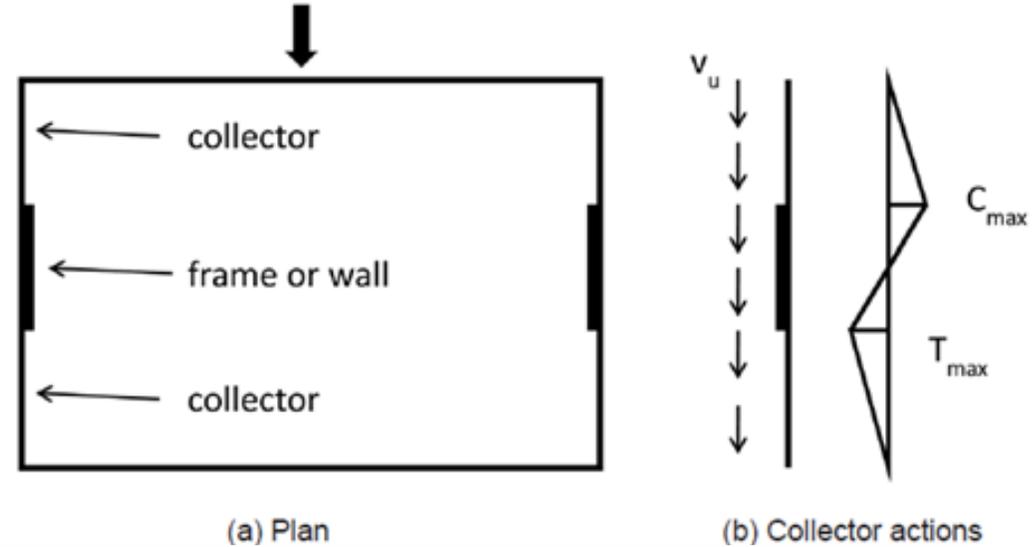
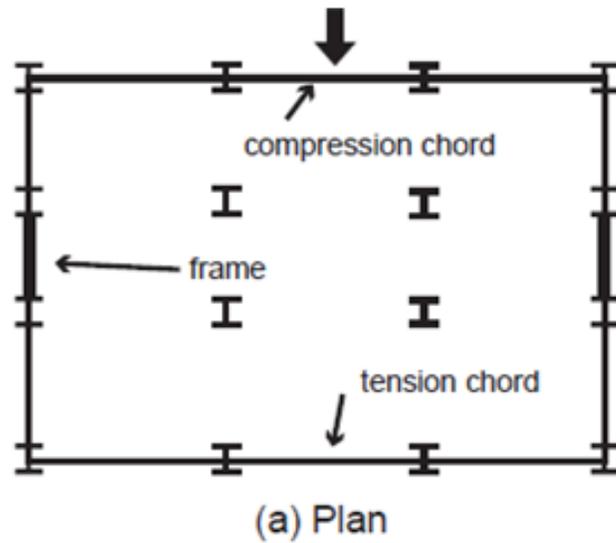


یادآوری: (دوران نبشی)

$$\theta = \frac{12R_u e g_e^3}{t^3 L^3 E} \geq \frac{2\Delta}{L} \text{ تیر (0.008 rad) (اتصال جوشی)}$$

$$\theta = \frac{3R_u e g_e^3}{t^3 L^3 E} \geq \frac{2\Delta}{L} \text{ تیر (اتصال پیچی پرمقاومت)}$$

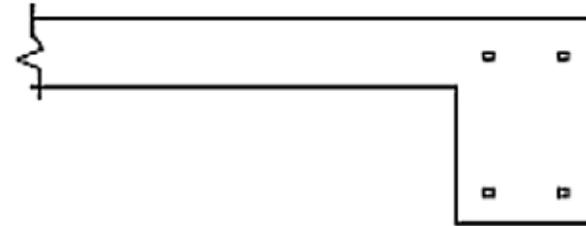
اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت ششم - اتصال به سقف (اتصال جمع کننده ها)



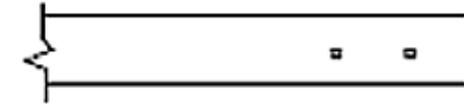
اتصالات لرزه ای قابهای مهاربند هم محور ویژه

انواع تیر لبه به قرار زیر است :

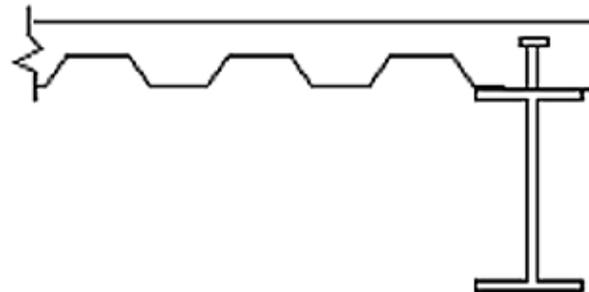
نکته: برای انتقال نیروهای محوری در طول لبه تیر لازم است اولاً برابر کشش موجود، میلگرد طولی قرار داده شود، ثانياً چنانچه فشار موجود (بدون ضریب اضافه مقاومت) از $0.2f'_c$ بیشتر شود می بایست خاموت گذاری انجام شود.
(۵-۷-۸-۲۰-۹)



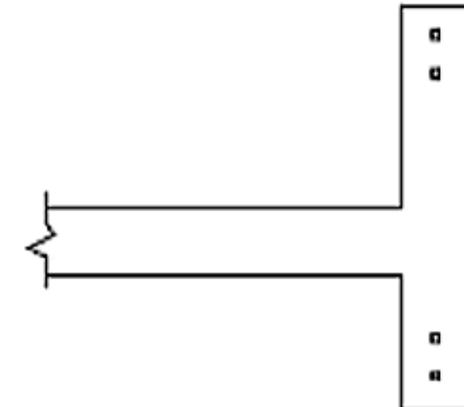
تیر کناری



لبه دال

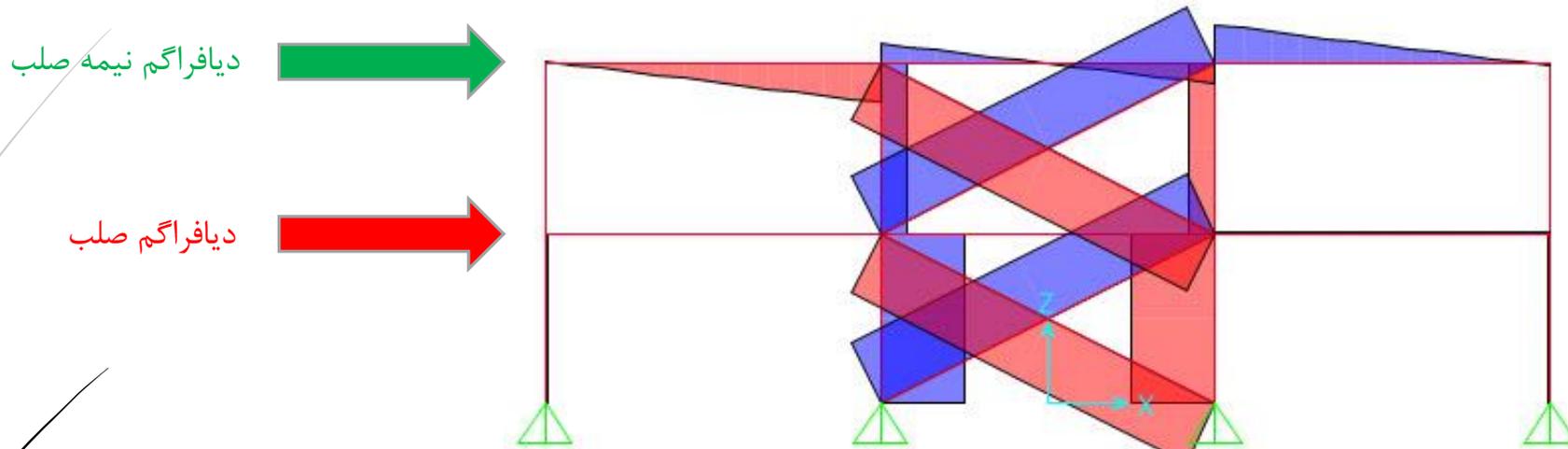


تیر مرکب



تیر همبند

اتصال جمع کننده ها به دال:



استاندارد ۲۸۰۰

نیروی محوری وقتی بار در تمام طول قاب اعمال شده است

ویرایش ۱۴۰۱

۱۰-۳-۲-۵ دیافراگم‌ها، اجزای مرزی دیافراگم و جمع کننده

الف) دیافراگم‌های کف و اجزای مرزی در بخش خارجی آن باید بر اساس ترکیبات بارگذاری متعارف شامل زلزله طرح مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ طراحی شوند. اجزای جمع کننده شامل اتصال دیافراگم به سیستم باربر جانبی لرزه‌ای باید بر اساس ترکیبات بارگذاری شامل زلزله تشدید یافته طراحی شوند.

ب) کلیه دیافراگم‌ها (باربر یا غیر باربر لرزه‌ای) باید الزامات زیر را تأمین نمایند:

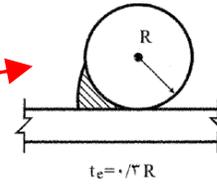
۱- برای انتقال بار بین دیافراگم‌ها و اعضای مرزی، اجزای جمع کننده و اعضای افقی سیستم باربر جانبی، پیش‌بینی جزئیات مناسب الزمی است.

۱-۵ ملاحظات کلی سازه‌ای

آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله / ۳

۱-۵-۱ کلیه عناصر باربر ساختمان باید به نحو مناسبی به هم پیوسته باشند تا در زمان زلزله عناصر مختلف از یکدیگر جدا نشده و ساختمان به‌طور یکپارچه عمل کند. در این مورد کف‌ها باید به عناصر قائم باربر، قاب‌ها و یا دیوارها، به نحو مناسبی متصل باشند، به‌طوری که بتوانند به‌صورت یک دیافراگم عمل نموده و نیروهای زلزله را به عناصر باربر جانبی منتقل نمایند.

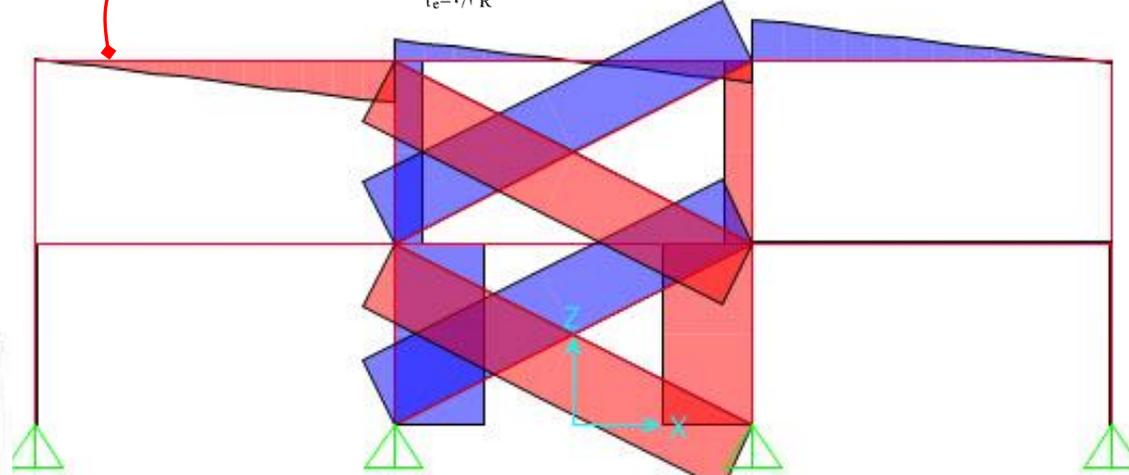
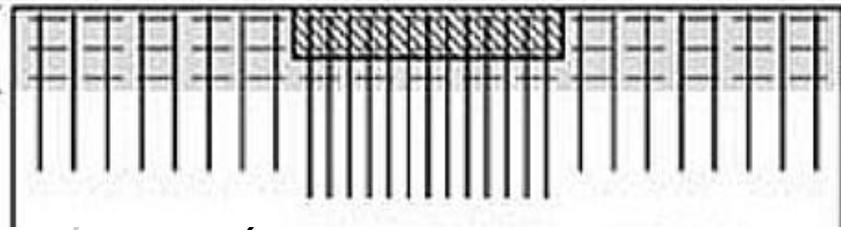
اتصال جمع کننده ها به دال:



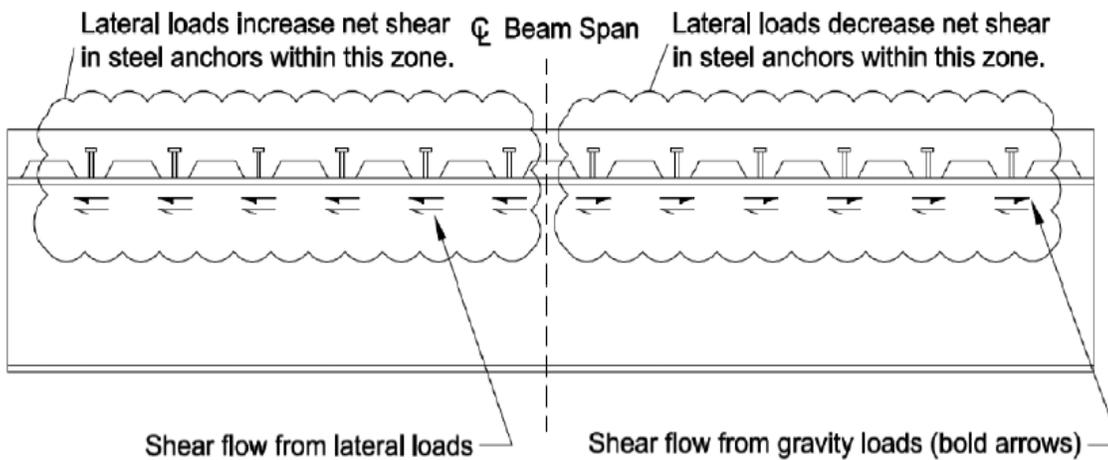
دیافراگم نیمه صلب



دیافراگم صلب



نیروی محوری وقتی بار در تمام طول قاب اعمال شده است



AISC360-16

Fig. C-I7.1. Shear flow at collector beams.

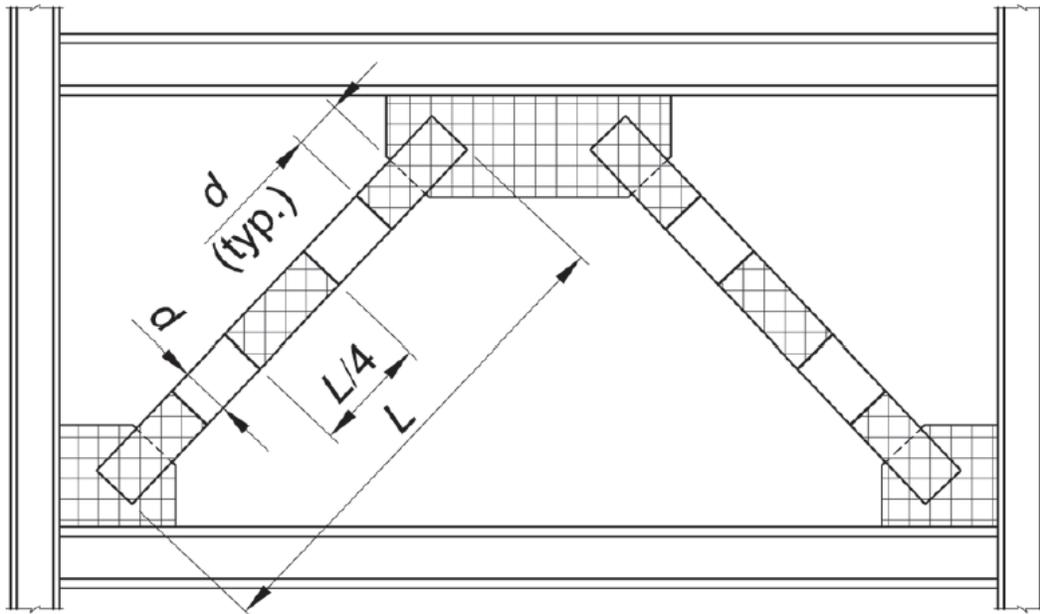
جدول ۹-۸-۱ ضریب‌های اصطکاک

ضریب اصطکاک: μ	شرایط سطح تماس	ردیف
1.4λ	بتن ریخته شده به صورت یک پارچه	الف
1.0λ	بتن قرار گرفته در مجاور بتن سخت شده که تمیز و عاری از لایه‌ی ضعیف بوده، و عمداً به عمق تقریبی ۶ میلی متر مضرس شده باشد.	ب
0.6λ	بتن قرار گرفته در مجاور بتن سخت شده که تمیز و عاری از لایه‌ی ضعیف بوده، و به صورت عمودی زیر نشده باشد.	پ
0.7λ	بتن قرار گرفته در مجاور فولاد ساختمانی نورد شده، که تمیز و عاری از رنگ بوده، و انتقال برش در عرض سطح تماس توسط گل میخ یا میلگرد آجدار جوش شده یا سیم‌های جوش شده انجام می‌شود.	ت

۱۰-۳-۲- ناحیه حفاظت شده اعضا

ناحیه حفاظت شده در یک عضو از سازه، که به ناحیه شکل پذیر عضو نیز موسوم است، به ناحیه ای از عضو اطلاق می شود که انتظار می رود در آن مفصل پلاستیک تشکیل شود. نظر به اهمیت این ناحیه و رفتار حساس آن در حرکات رفت و برگشتی سازه، این ناحیه باید عاری از هر گونه عملیاتی که موجب دگرگونی عملکرد عضو در این ناحیه می شود، باشد. ناحیه حفاظت شده در دو انتهای تیر، فاصله بین بر ستون تا نصف عمق تیر از محل تشکیل مفصل پلاستیک به سمت داخل دهانه در نظر گرفته می شود. همچنین ناحیه حفاظت شده برای مهاربندی های ویژه در تمام طول عضو و برای تیرهای پیوند قاب های مهاربندی شده واگرا تمام طول آن می باشد.

تبصره: در مهاربند های همگرای ویژه ضربدری ناحیه حفاظت شده را می توان فاصله بین انتهای اتصال در محل ضربدری و انتهای عضو مهاربندی در نظر گرفت.

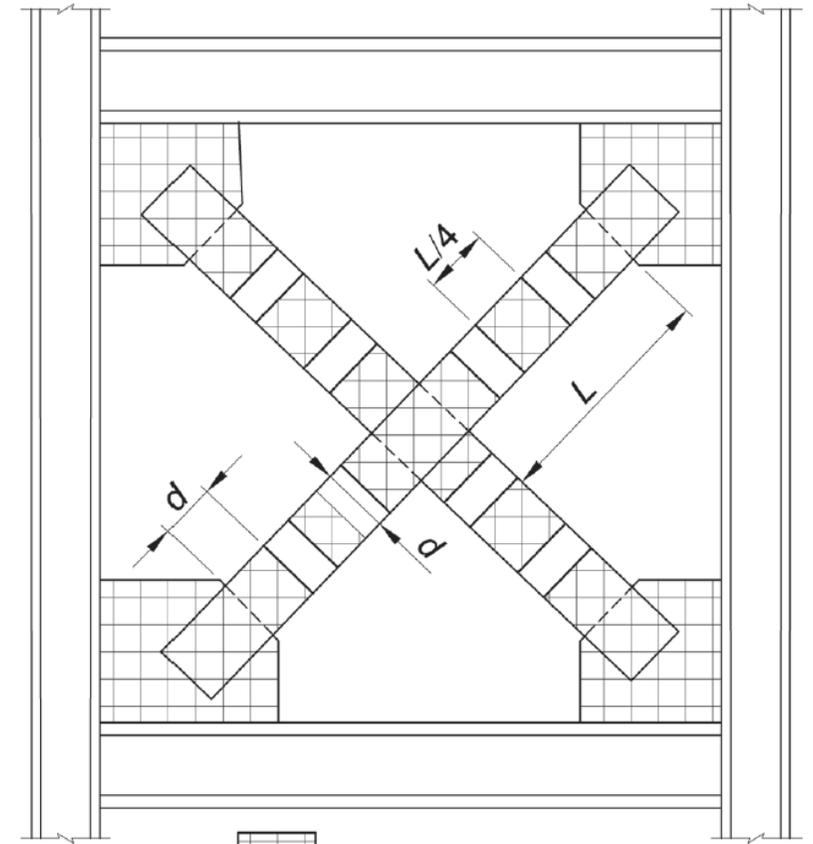


Protected Zone

قابهای مهاربند هم محور ویژه

قسمت هفتم - نواحی محافظت شده :

AISC 341

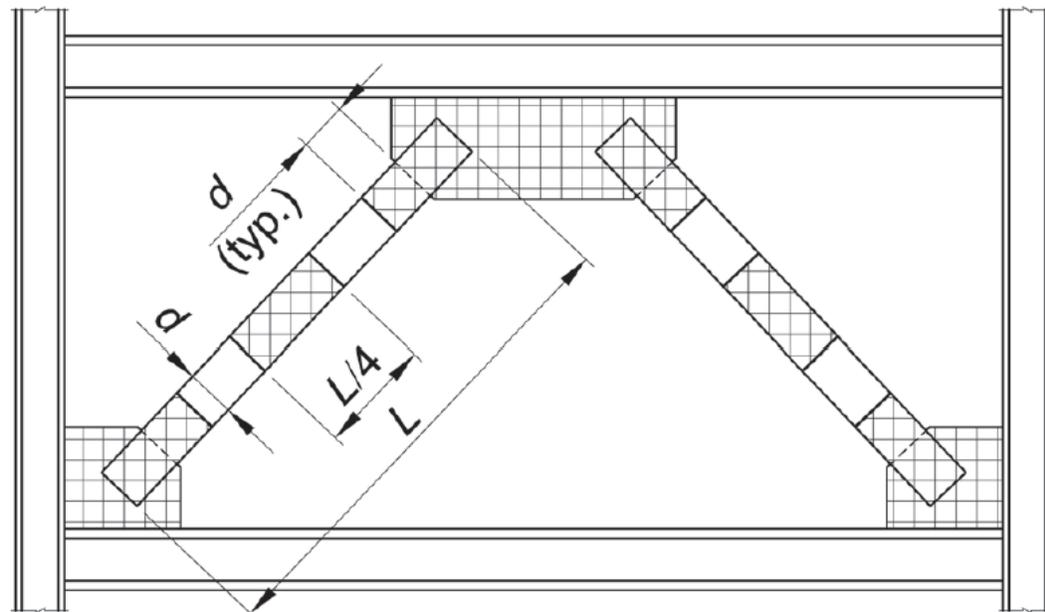


Protected zone

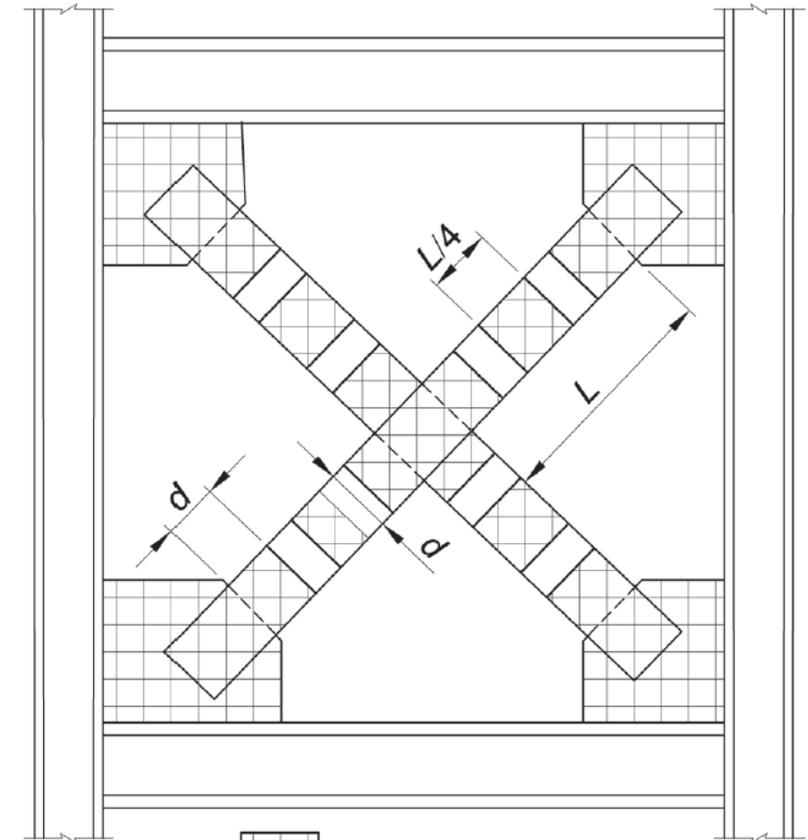
قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت هفتم - نواحی محافظت شده :

AISC 341 ↓

ج) در مهاربندی‌های با مقطع ساخته‌شده (تشکیل‌شده از چند نیمرخ و اتصال‌دهنده‌ها)، فاصله اتصال‌دهنده‌های اعضا باید به گونه‌ای انتخاب شوند که نسبت لاغری (a/r_i) که در آن a فاصله اتصال‌دهنده‌ها از یکدیگر و r_i شعاع ژیراسیون حداقل تک نیمرخ است) هر عضو ما بین اتصال‌دهنده‌ها از 0.4 برابر ضریب لاغری حاکم عضو ساخته‌شده بیشتر نشود. مجموع مقاومت‌های برشی طراحی اتصال‌دهنده‌ها باید برابر یا بیشتر از مقاومت کششی طراحی هر عضو باشد. فاصله اتصال‌دهنده‌ها باید به طور یکنواخت اختیار شده و تعداد آنها در طول عضو از دو عدد کمتر نباشد. اتصال‌دهنده‌ها نباید در یک چهارم میانی طول آزاد مهاربندی‌ها تعبیه شوند. در مواردی که کمانش مهاربندی‌ها حول محور بحرانی کمانش ایجاد برش در اتصال‌دهنده‌ها نمی‌شود، رعایت شرط $a/r_i \leq 0.4(KL/r)_{max}$ برای تک تک اعضا الزامی نیست.



Protected Zone



Protected zone

قابهای مهاربند هم محور ویژه ویرایش ۱۴۰۱

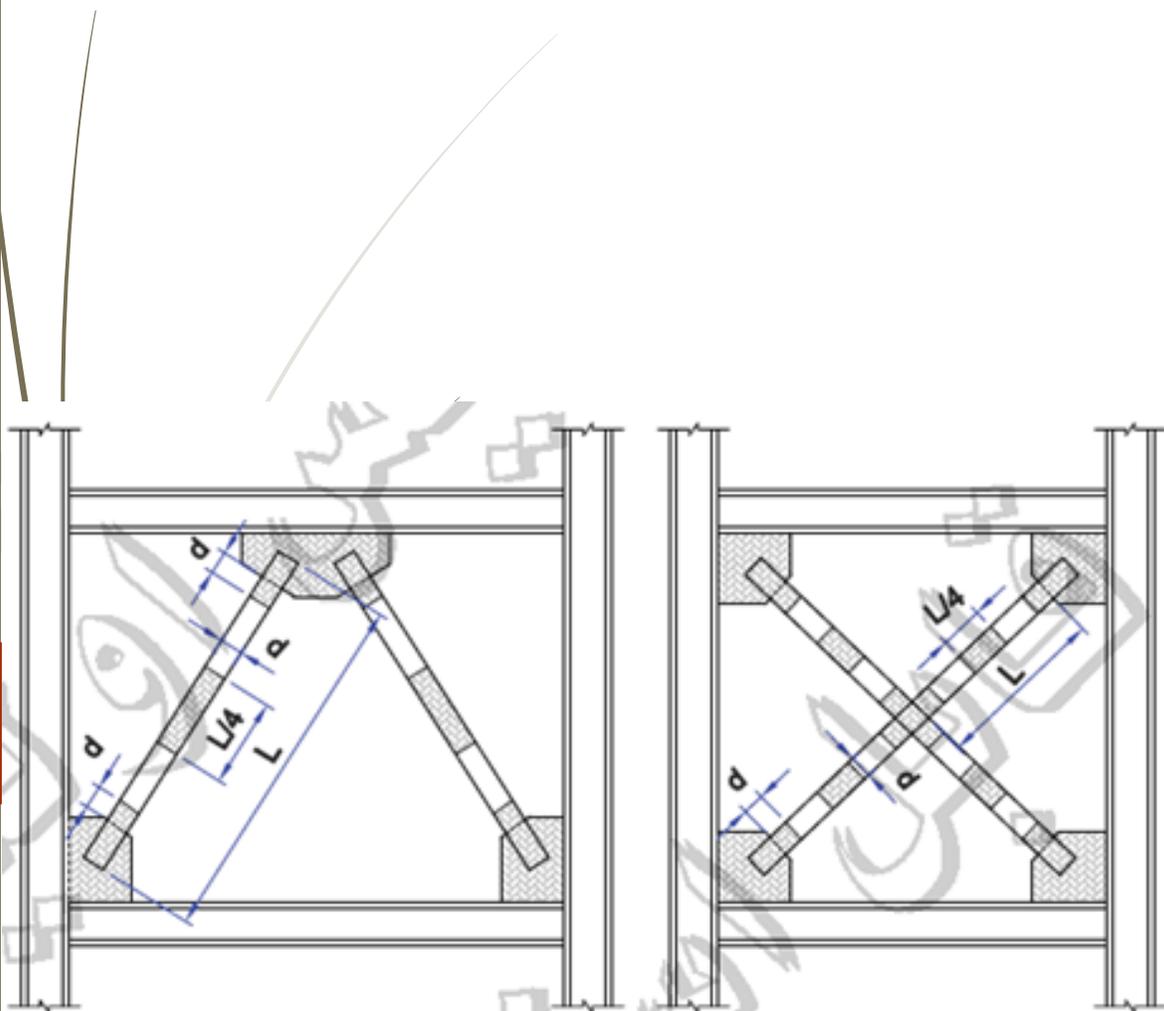
۱۰-۳-۴-۲-۵-۳ نواحی حفاظت شده

در قابهای مهاربندی شده همگرای ویژه، مطابق شکل ۱۰-۳-۴-۲-۱، نواحی حفاظت شده که باید الزامات بخش ۱۰-۳-۴-۱۷ را تأمین نمایند، شامل موارد زیر است:

الف) برای مهاربندها یک چهارم طول در قسمت میانی عضو و در دو انتها فاصله‌ای به طول عمق مقطع عضو در صفحه کم‌ش از بر اتصال عضو مهاربندی به سمت داخل عضو

ب) اجزای اتصال مهاربندها به تیرها و ستون‌ها

تبصره: به‌کارگیری اجزای موردنیاز طراحی (از قبیل بست‌ها، لقمه‌ها، ورق‌های تقویتی و وسایل اتصال آن‌ها) در نواحی حفاظت شده با رعایت الزامات بخش ۱۰-۳-۴-۱۷ بلا مانع است.



نواحی حفاظت شده

نواحی حفاظت شده

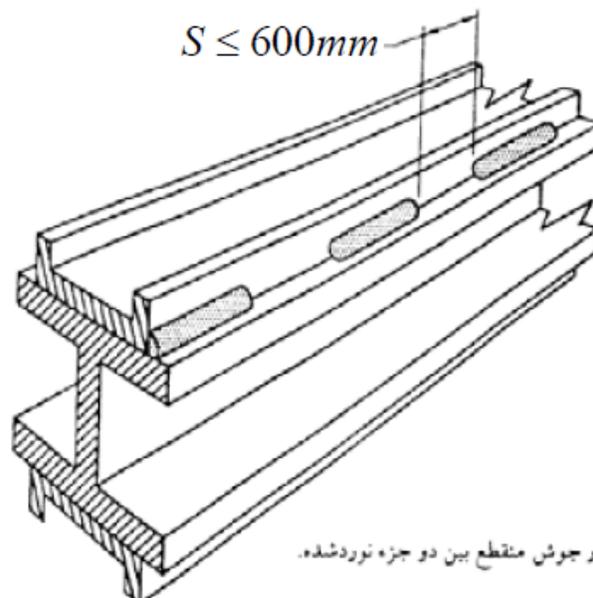
شکل ۱۰-۳-۴-۱: نواحی حفاظت شده در مهاربندهای همگرای ویژه

قابهای مهاربند هم محور ویژه ۱۰-۲-۳-۵ اعضای کششی ساخته شده از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق (اعضای مرکب)

اعضای کششی مرکب از چند نیمرخ یا نیمرخ و ورق

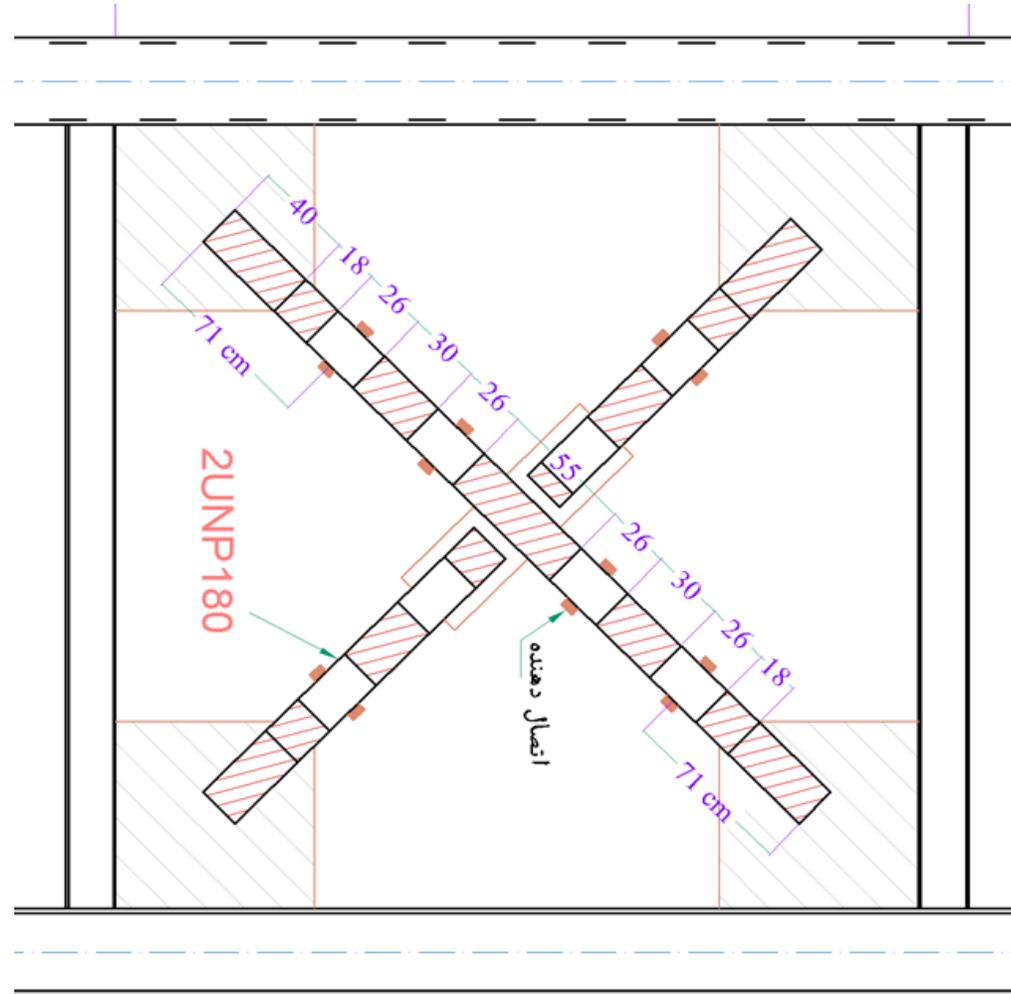
در اعضای کششی که از دو (یا تعداد بیشتری) مقطع در تماس با یکدیگر تشکیل می‌شوند، فاصله طولی وسایل اتصال اجزا باید ترجیحاً به میزانی باشد که ضریب لاغری هر عنصر بین وسایل اتصال از ۳۰۰ تجاوز ننماید. علاوه بر آن فاصله محور به محور وسایل اتصال و یا فاصله آزاد بین نوارهای جوش منقطع نباید از ۶۰۰ میلی‌متر بیشتر شود.

$$S \leq 600mm$$



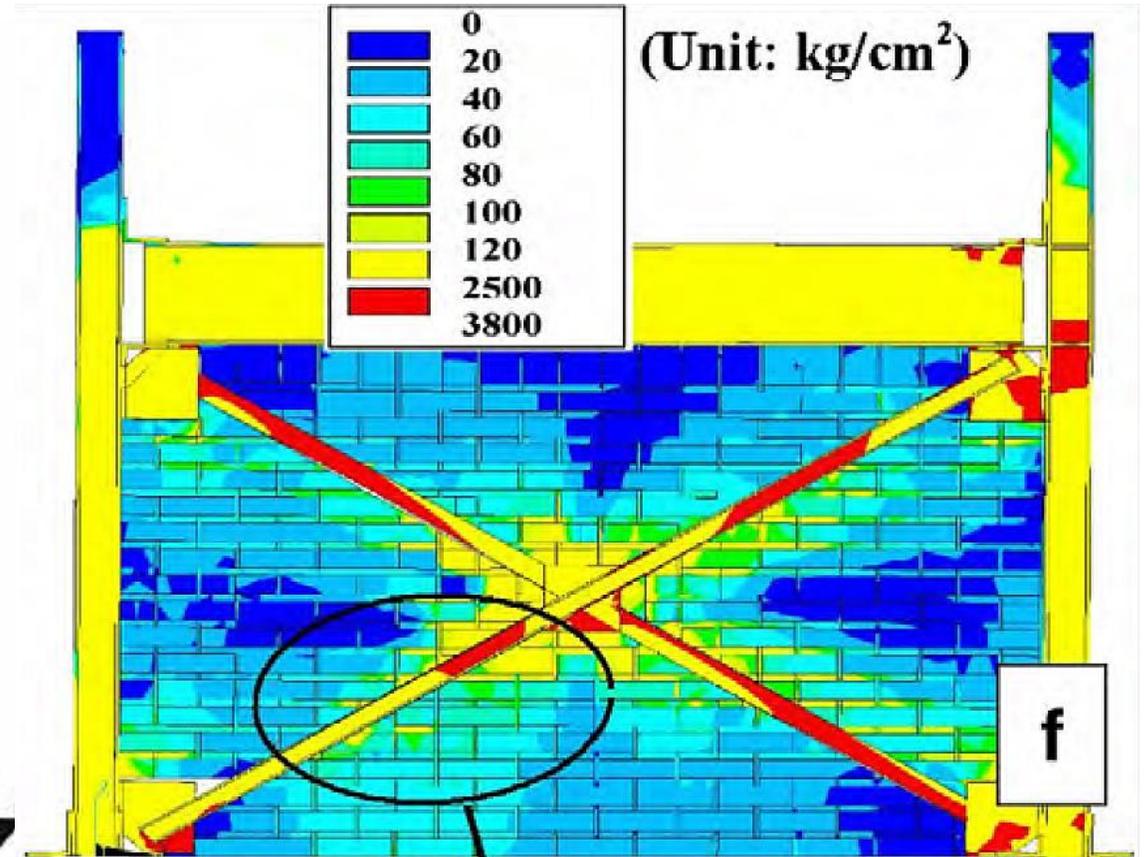
مداکثر فاصله آزاد در جوش منقطع بین دو جزء نوردشده.

قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت هفتم - نواحی محافظت شده :



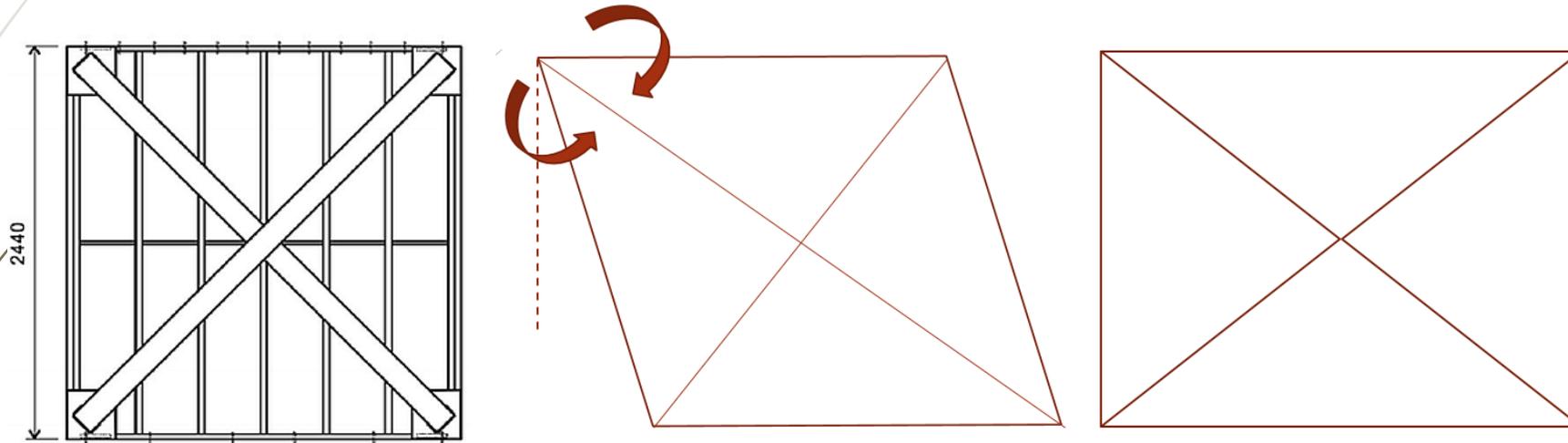
Analytical Study of the Seismic Performance of Steel-Braced Frames with Masonry Infill

Roohollah Ahmady Jazany; Iman Hajirasouliha; Abdolreza S. Moghadam; Hossein Kayhani [Show all authors](#)



قابهای مهاربند هم محور ویژه قسمت هشتم - اثر میانقاب روی اتصال

جمع شدن زاویه کنج دهانه مهاربند باعث فشرده شدن مصالح بنایی و در نتیجه شکست اتصال به علت فشار آجر به مهاربند می شود!

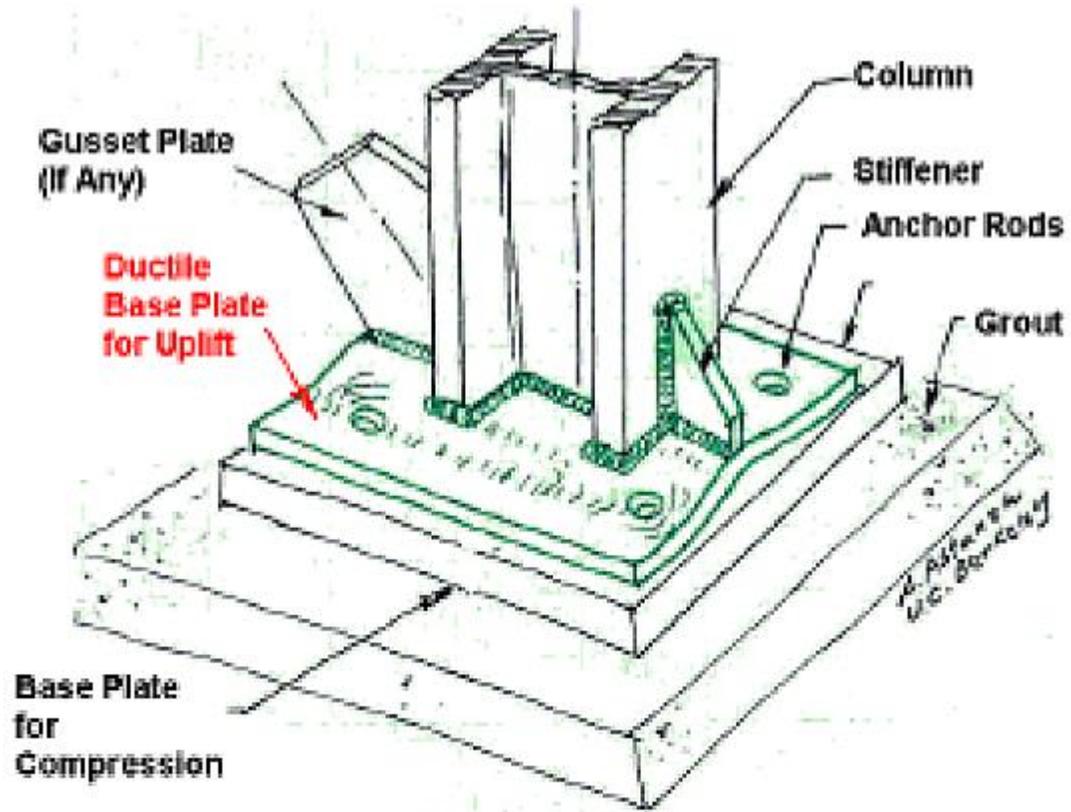


پ ۶-۱-۴-۲-۹- اجرای دیوار در دهانه‌های مهاربندی

در دهانه‌های مهاربندی در تمام ساختمان‌ها، دیوار باید در جهت داخل صفحه از قاب سازه‌ای جداسازی شود. اجرای دیوار در محور مهاربند یا با هرگونه تماس یا اتصال به مهاربند با توجه به اینکه مانع از عملکرد صحیح و رفتار مناسب مهاربند می‌شود ممنوع می‌باشد دیوار باید خارج از محور مهاربند و با جزئیات جداسازی ارائه شده در این پیوست اجرا شود. در صورت نیاز می‌توان برای عدم نمایان بودن مهاربند از دو دیوار در دو سمت مهاربند که فاقد هر گونه اتصال و درگیری با مهاربند می‌باشند استفاده کرد.

Drywall

طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون)



طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون)

قسمت اول - شکل و نوع اتصال جوش ستون به کف ستون AISC 341

Demand Critical Welds

The following welds are demand critical welds and shall satisfy the requirements of Sections A3.4b and I2.3:

- (a) Groove welds at column splices
- (b) Welds at column-to-base plate connections

Exception: Welds need not be considered demand critical when both of the following conditions are satisfied.

- (1) Column hinging at, or near, the base plate is precluded by conditions of restraint.
- (2) There is no net tension under load combinations including the overstrength seismic load.

۱۰-۳-۳-۳-۳ جوش های بحرانی لرزه ای | ویرایش ۱۴۰۱

ب) جوش های اتصال ستون به کف ستون.

استثناء: در صورتی که آزمایش ها یا تحلیل ها نشان دهند که امکان تشکیل مفاصل پلاستیک در پای ستون یا در نزدیکی آن وجود ندارد و ضمناً تحت اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزله تشدید یافته در پای ستون برکنش محتمل نیست، جوش های این اتصال می توانند بحرانی لرزه ای محسوب نشوند.

طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون)

قسمت اول - شکل و نوع اتصال

آیا نیاز است شرایط آن مشابه اتصال تیر به ستون باشد؟ (AISC 341-E3.2) :

Basis of Design

SMF designed in accordance with these provisions are expected to provide significant inelastic deformation capacity through flexural yielding of the SMF beams and limited yielding of column panel zones, or, where equivalent performance of the moment-frame system is demonstrated by substantiating analysis and testing, through yielding of the connections of beams to columns. Except where otherwise permitted in this section, columns shall be designed to be stronger than the fully yielded and strain-hardened beams or girders. Flexural yielding of columns at the base is permitted.

بنابراین ستون صرفاً قرار است وارد ناحیه پلاستیک شود و بحث کرنشهای سخت شوندگی در پای ستون مطرح نمی باشد.

طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون) : مبحث دهم ۱۳۹۲

۱۰-۳-۵-۳ الزامات طراحی لرزه ای کف ستون ها

کف ستون کلیه ستون های باربر و غیرباربر جانبی و اتصالات آنها به ستون و شالوده علاوه بر تأمین ضوابط فصل ۱۰-۲ این مبحث باید به طور مجزا قادر به تحمل نیروهای زیر باشند.

(۱) بیشترین نیروهای داخلی (شامل نیروی محوری، نیروهای برشی و لنگرهای خمشی به طور همزمان) تحت اثر ترکیبات بار متعارف.

(۲) بیشترین نیروی محوری (بدون حضور نیروهای برشی و لنگرهای خمشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزله تشدید یافته و با در نظر گرفتن مفاد تبصره های ۱ و ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱.

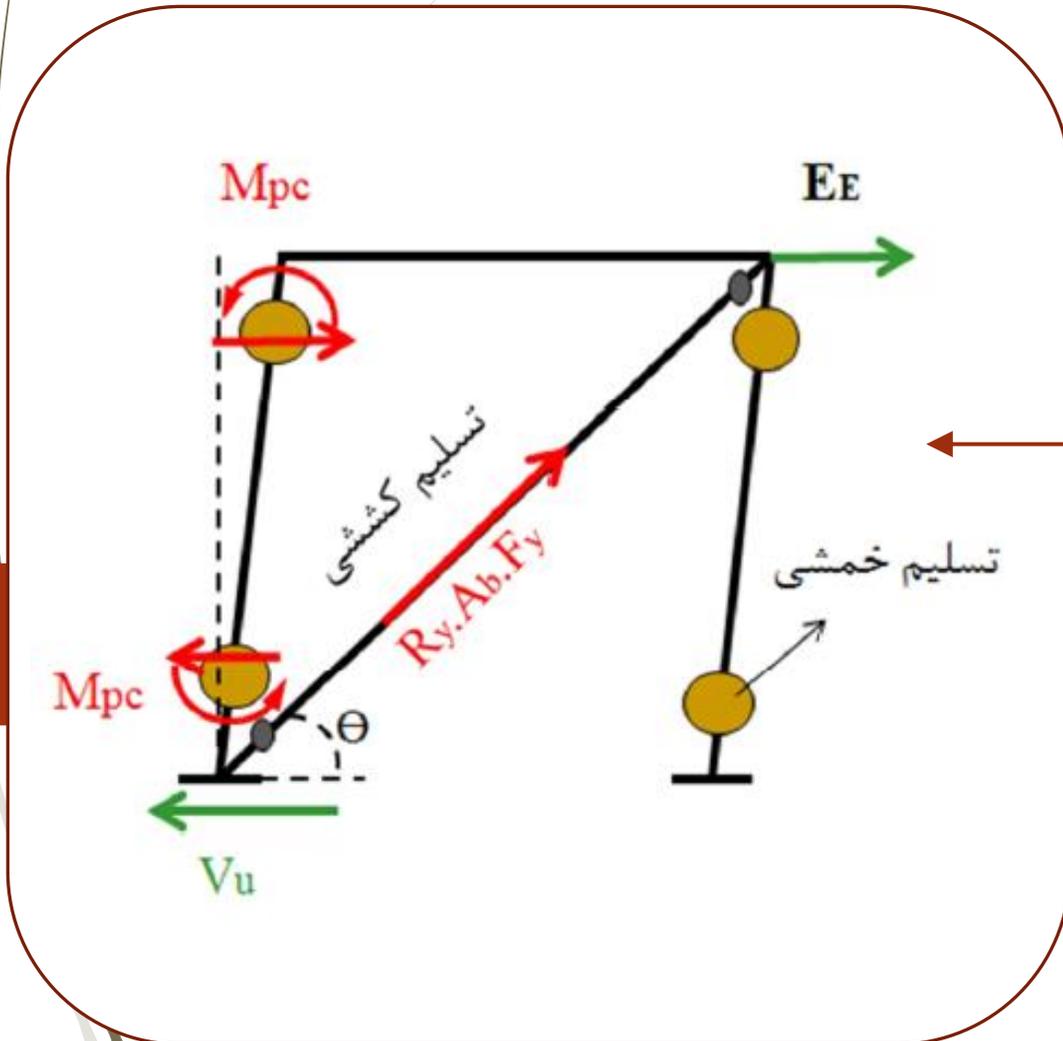
(۳) در هر دو امتداد محوره های اصلی ستون و به طور مجزا نیروی برشی برابر مجموع مولفه های

افقی مقاومت های مورد نیاز اتصال مهاربندی و برش ظرفیتی ستون برابر $\frac{\sum M_{pc}}{H_s}$ که در آن $\sum M_{pc}$ مجموع لنگرهای خمشی پلاستیک ستون در دو سمت وصله در امتداد مورد نظر و H_s ارتفاع طبقه است. در محاسبه و طراحی کف ستون این نیروی برشی باید بدون حضور نیروهای محوری و لنگرهای خمشی در نظر گرفته شود.

(۴) در هر دو امتداد اصلی ستون و به طور مجزا لنگر خمشی برابر مجموع لنگرهای خمشی زیر و بدون حضور نیروهای برشی و محوری.

الف) برای مهاربندی های امتداد مورد نظر مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال مهاربند.

ب) برای ستون ها کمترین دو مقدار $1/11 R_y F_y Z_e$ و بیشترین لنگر خمشی (بدون حضور نیروهای محوری و برشی) تحت اثر ترکیبات بار زلزله تشدید یافته و با در نظر گرفتن مفاد تبصره ۲ از بند ۱۰-۳-۵-۱-۱؛ که در آن R_y نسبت تنش تسلیم مورد انتظار به حداقل تنش تسلیم تعیین شده مصالح ستون، F_y تنش تسلیم مصالح ستون و Z_e مدول پلاستیک مقطع ستون است.



طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون) - (AISC 341-16)



ضابطه خاصی وجود ندارد (نیروی ناشی از ترکیبات بار متعارف)

مولفه افقی مقاومت مورد نیاز اتصال مهاربند $0.7F_y.Z/H <$

برش ناشی از ترکیبات بار زلزله **تشدید یافته** $0.7F_y.Z/H <$ $2R_y.F_y.Z/H$

نکته:
اگر از ترکیبات بارگذاری تشدید یافته استفاده می شود این اثرات همزمان لحاظ می گردد.

لنگر ناشی از ترکیبات بار زلزله **تشدید یافته** $1.1R_y.F_y.Z$

طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون) - (نسخه ۱۴۰۱)



طراحی لرزه ای اتصالات پای ستون (کف ستون) - (ویرایش ۱۴۰۱)

۱۰-۳-۲-۱۴ الزامات لرزه‌ای کفستون‌ها

مقاومت‌های موردنیاز زیر که باید به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شوند، باشند.

الف) مقاومت محوری موردنیاز

مقاومت محوری موردنیاز کفستون ستون‌هایی که بخشی از سیستم‌های باربر لرزه‌ای هستند نباید از بزرگ‌ترین دو مقدار زیر کوچک‌تر در نظر گرفته شود:

۱- بار محوری محاسبه‌شده در محل گره اتصال پای ستون ناشی از ترکیبات بارگذاری شامل زلزله

تشدیدیافته؛

۲- بار محوری محاسبه‌شده در محل گره اتصال پای ستون ناشی از زلزله محدود به ظرفیت مقررشده در الزامات تحلیل هر سیستم (در صورت کاربرد).

تبصره: مقاومت محوری موردنیاز کفستون ستون‌هایی که بخشی از سیستم‌های باربر لرزه‌ای نیستند، می‌تواند براساس ترکیبات متعارف بارگذاری تعیین شود.

ب) مقاومت خمشی موردنیاز

در ستون‌هایی که دارای اتصال خمشی به شالوده هستند مقاومت خمشی موردنیاز کفستون ستون‌هایی که بخشی از سیستم باربر لرزه‌ای هستند، باید به شرح زیر از مجموع مقاومت موردنیاز خمشی اتصالات اعضای فولادی منتهی به کفستون در نظر گرفته شود:

۱- برای مهاربندها، مقاومت خمشی موردنیاز اتصال عضو مهاربندی به کفستون در صورت عدم

رعایت جزئیات سازگاری ورق اتصال با کمانش خارج از صفحه؛

۲- برای ستون‌ها حداکثر مقاومت خمشی مورد انتظار ستون مطابق رابطه $1.1R_y F_y Z / \alpha_s$

پ) مقاومت برشی موردنیاز

مقاومت برشی موردنیاز کفستون‌های کلیه ستون‌های باربر و غیر باربر لرزه‌ای باید به شرح زیر از مجموع مقاومت موردنیاز مؤلفه افقی اتصالات اعضای فولادی منتهی به ورق کفستون به دست آید؛ ولی در هر حال نباید از $F_y Z / (\alpha_s H)$ ستون کمتر باشد که در آن H ارتفاع طبقه و α_s برابر 1.0 در روش LRFD و برابر 1.5 در روش ASD است.

۱- برای مهاربندها، مؤلفه افقی مقاومت محوری موردنیاز اتصال عضو مهاربندی.

۲- برای ستون‌ها، کوچک‌ترین دو مقدار $2R_y F_y Z / (\alpha_s H)$ و نیروی برشی محاسبه‌شده تحت

اثر ترکیبات بارگذاری شامل زلزله تشدید یافته.