الزامات لرزه ای در

اجرای

قابهای خمشی فولادی

Structural Welding Code

Seismic Supplement

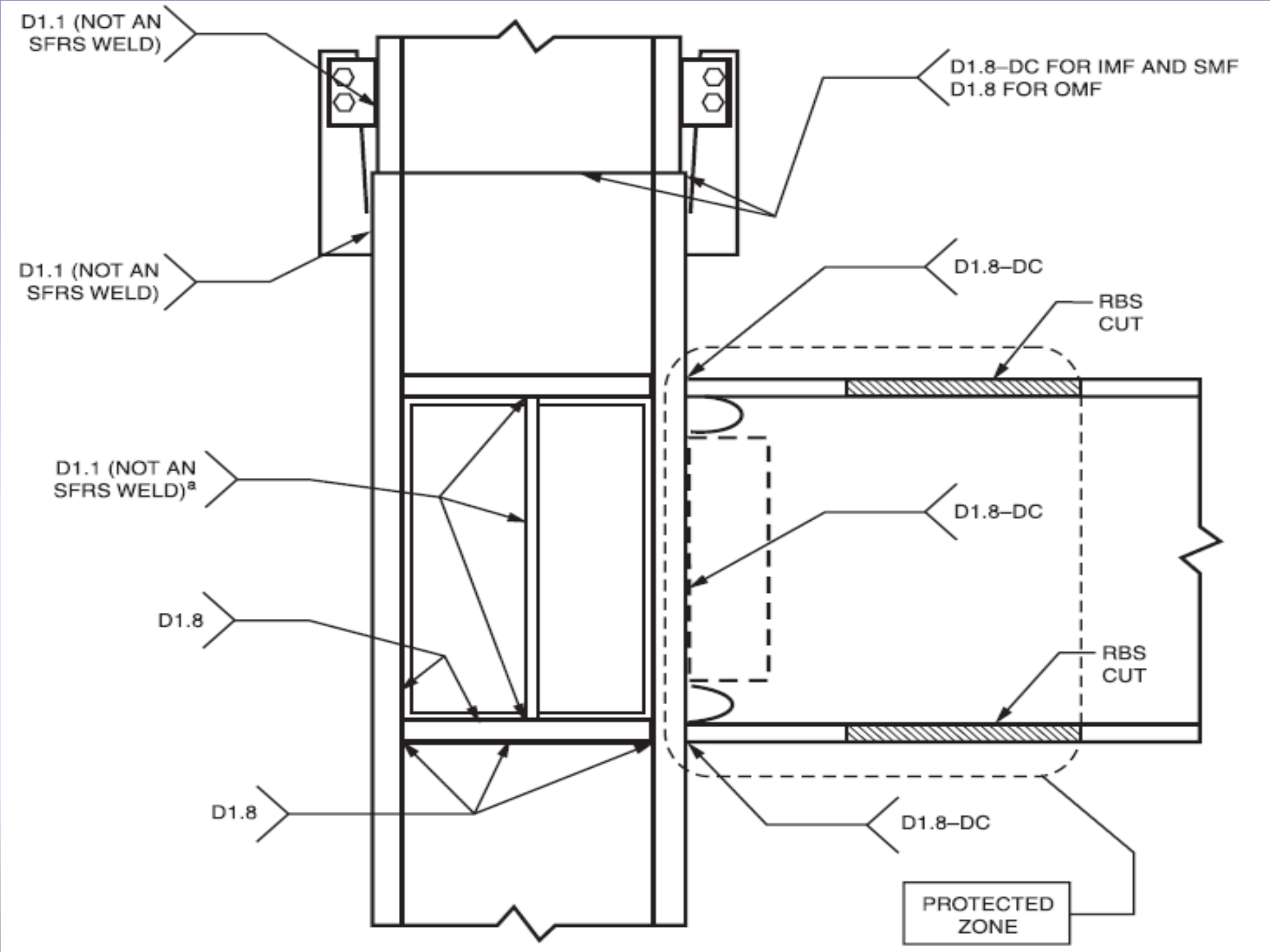
3. Terms and Definitions

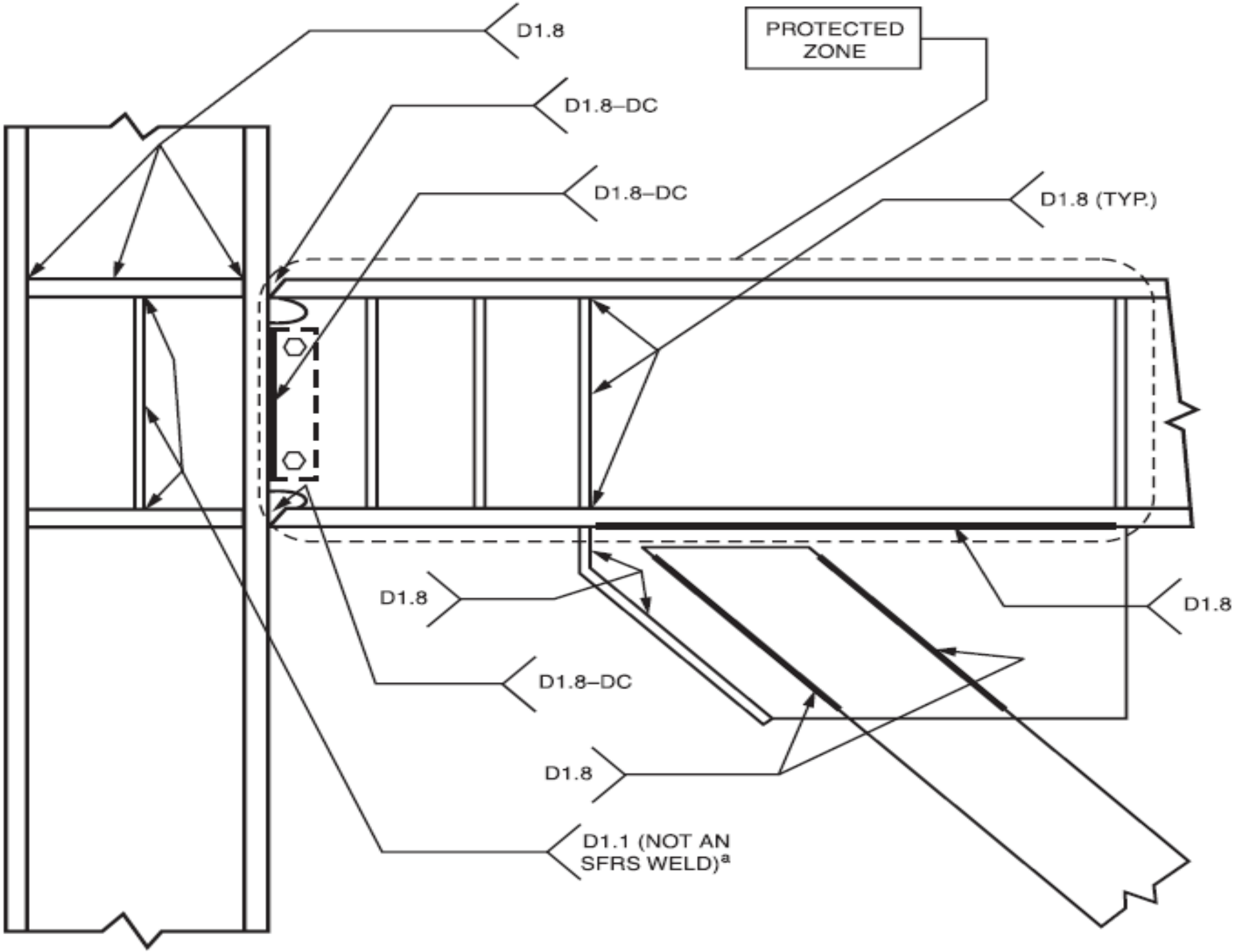
➢ 3.1 Seismic Force Resisting System (SFRS)

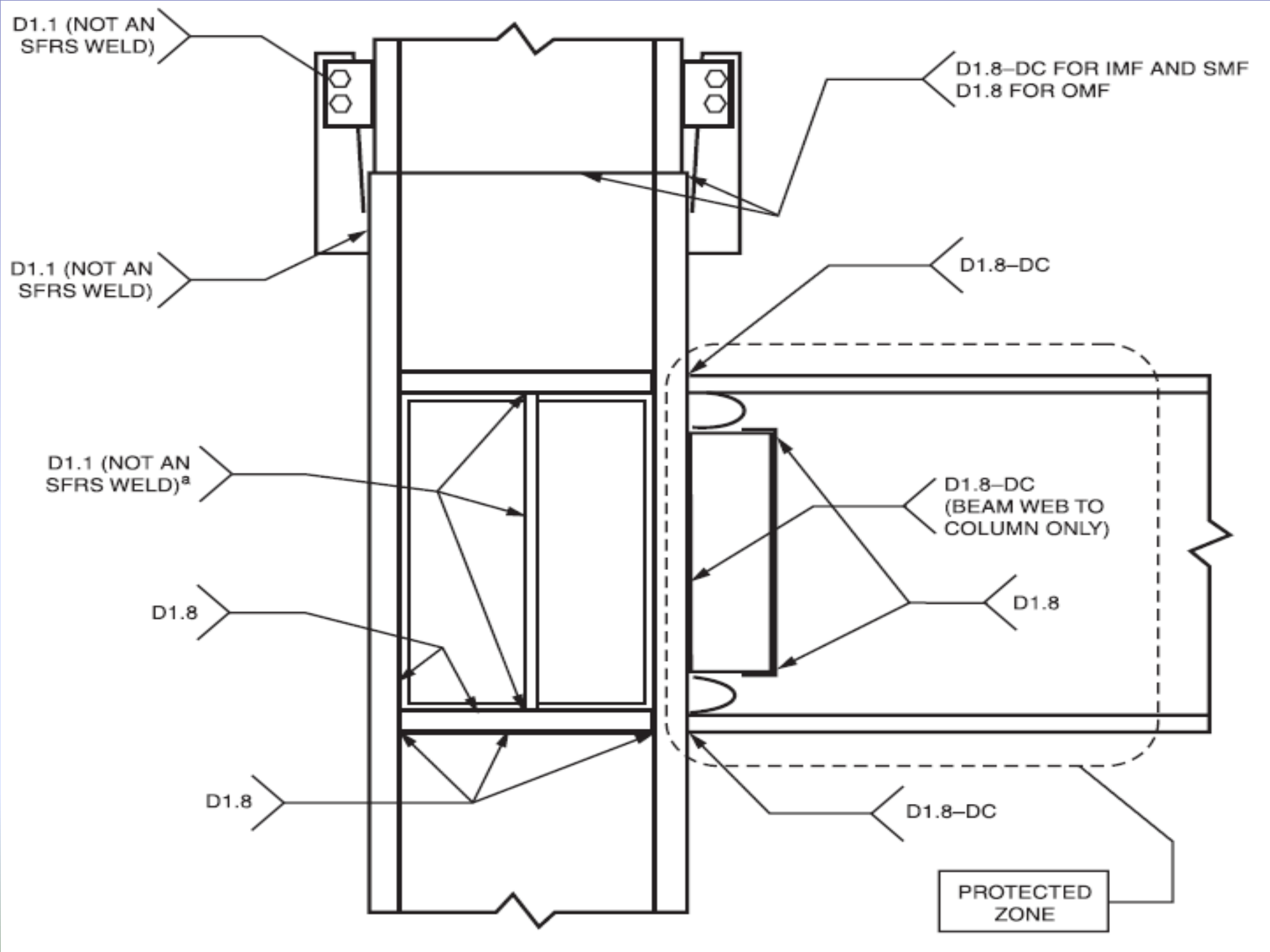
- *The assembly of structural elements in the building that resists seismic loads, as indicated by the Engineer in the Contract Documents. Included in the SFRS are the columns, beams, girders and braces, and the connections between these elements, specifically designed to resist seismic loads, either alone or in combination with other loads. The SFRS does not include other structural members not designed to resist seismic loads.*

➢ 3.2 Demand Critical Welds

- *Welds designated by the Engineer in the Contract Documents, and required to meet specific requirements of this code.*
- *Demand Critical welds are designed based on expected yield level or higher stress demand, or are those joints the failure of which would result in significant degradation in the strength and stiffness of the SFRS.*


D1.1 (NOT AN SFRS WELD)
D1.8–DC FOR IMF AND SMF
D1.8 FOR OMF
D1.1 (NOT AN SFRS WELD)
D1.8–DC
RBS CUT
D1.1 (NOT AN SFRS WELD)[a]
D1.8–DC
D1.8
RBS CUT
D1.8
D1.8–DC
PROTECTED ZONE


D1.8
PROTECTED ZONE
D1.8–DC
D1.8–DC
D1.8 (TYP.)
D1.8
D1.8
D1.8–DC
D1.8
D1.1 (NOT AN SFRS WELD)[a]


D1.1 (NOT AN SFRS WELD)
D1.1 (NOT AN SFRS WELD)
D1.1 (NOT AN SFRS WELD)[a]
D1.8
D1.8
D1.8–DC FOR IMF AND SMF
D1.8 FOR OMF
D1.8–DC
D1.8–DC (BEAM WEB TO COLUMN ONLY)
D1.8
D1.8–DC
PROTECTED ZONE

➢ 3.3 Protected Zone

- *That portion of a member of the SFRS, designated by the Engineer in Contract Documents in which inelastic straining is anticipated to occur and to which special limitations in these provisions apply with regard to attachments and fabrication.*

➢ 3.4 Quality Assurance Plan (QAP)

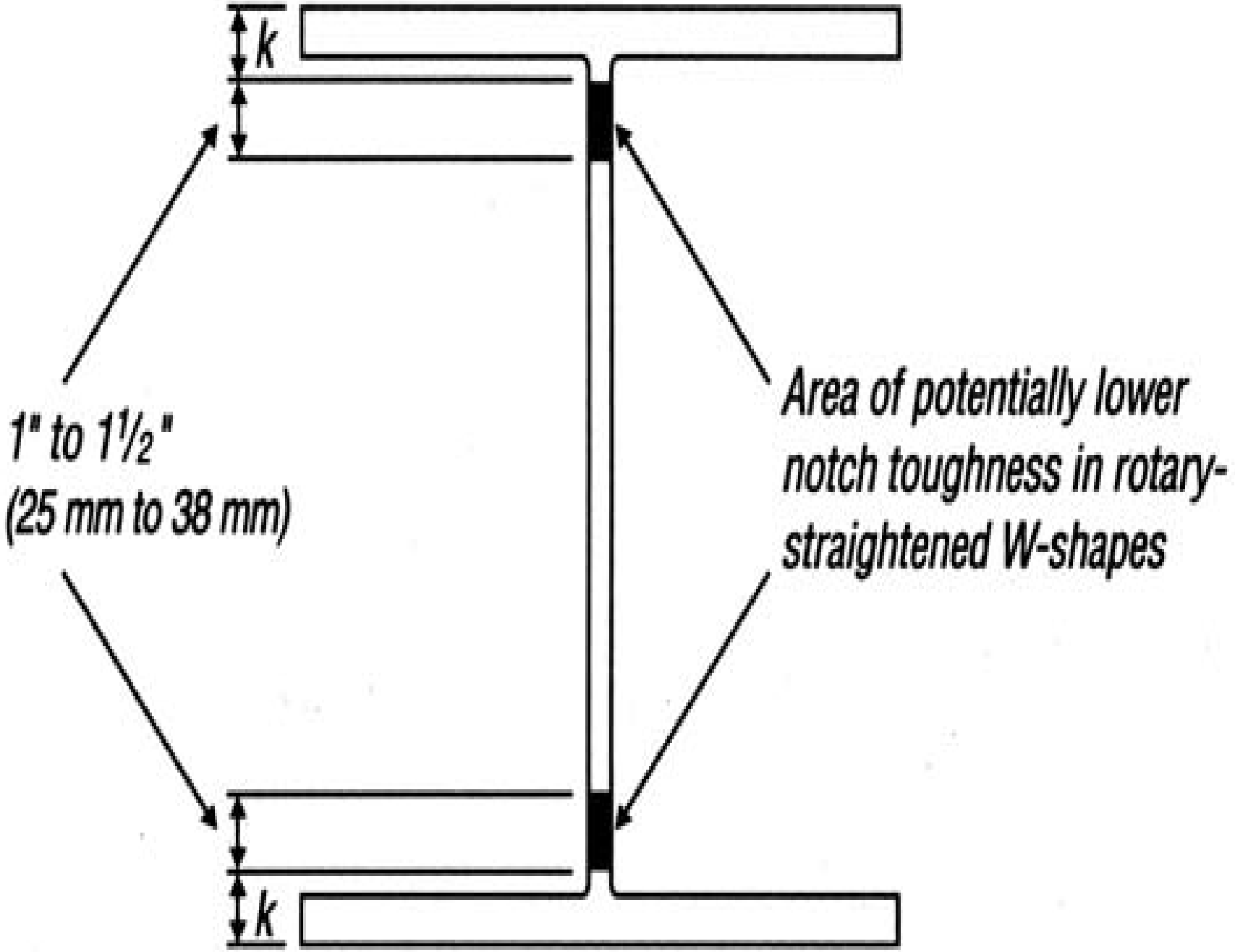
- *The written description of qualifications, procedures, quality inspections, resources, and records to be used to provide assurance that the structure complies with the Engineer's quality requirements, specifications, jurisdictional requirements, and Contract Documents.*

➢ 3.5 Lowest Anticipated Service Temperature (LAST)

- *The lowest one (1) hour average temperature with a 100-year mean recurrence interval.*

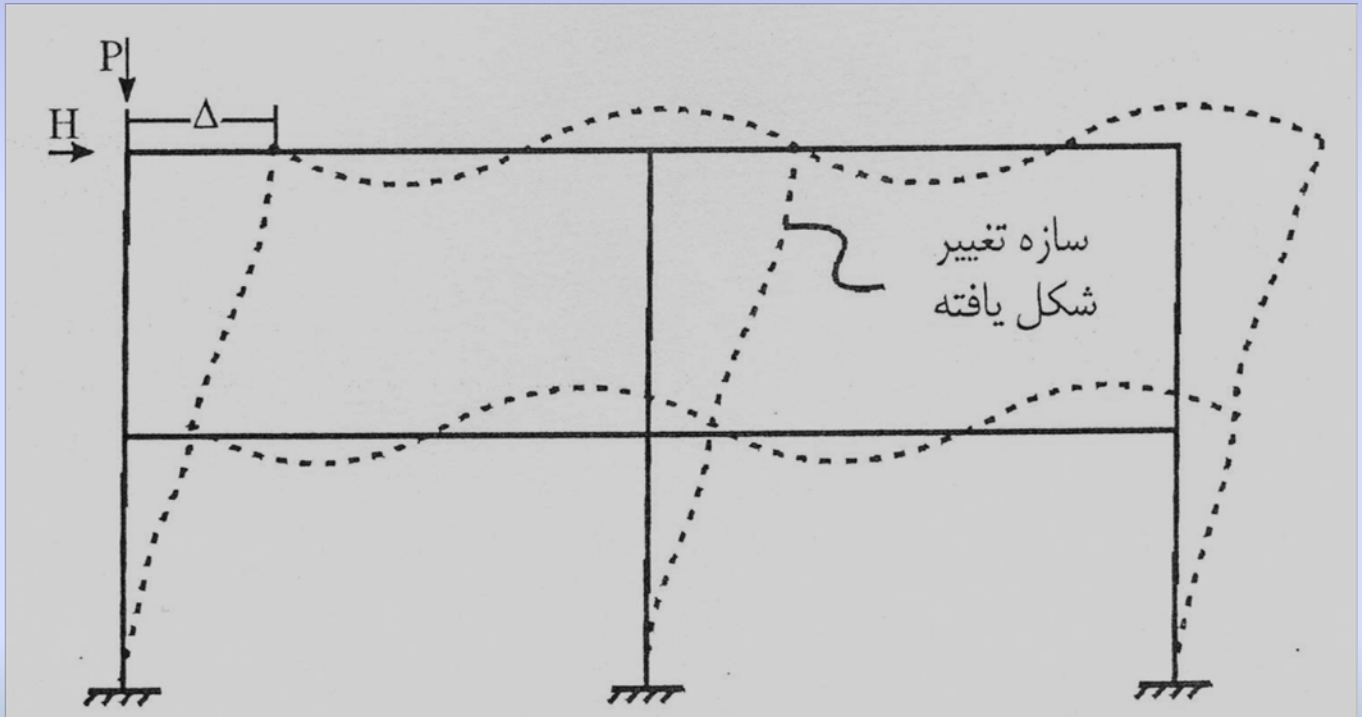
➢ 3.6 k-Area

- *The region of the web that extends from the tangent point of the web and the flange-web fillet (AISC k dimension) a distance 1-1/2 in [40 mm] into the web beyond the k detail dimension.*
- *In rotary straightened sections, a localized region known as the k-area may exhibit significantly altered mechanical properties due to cold working during mill processing . Property changes are known to include an increase in hardness, yield strength, ultimate tensile strength, yield tensile ratio, and a decrease in notch toughness*

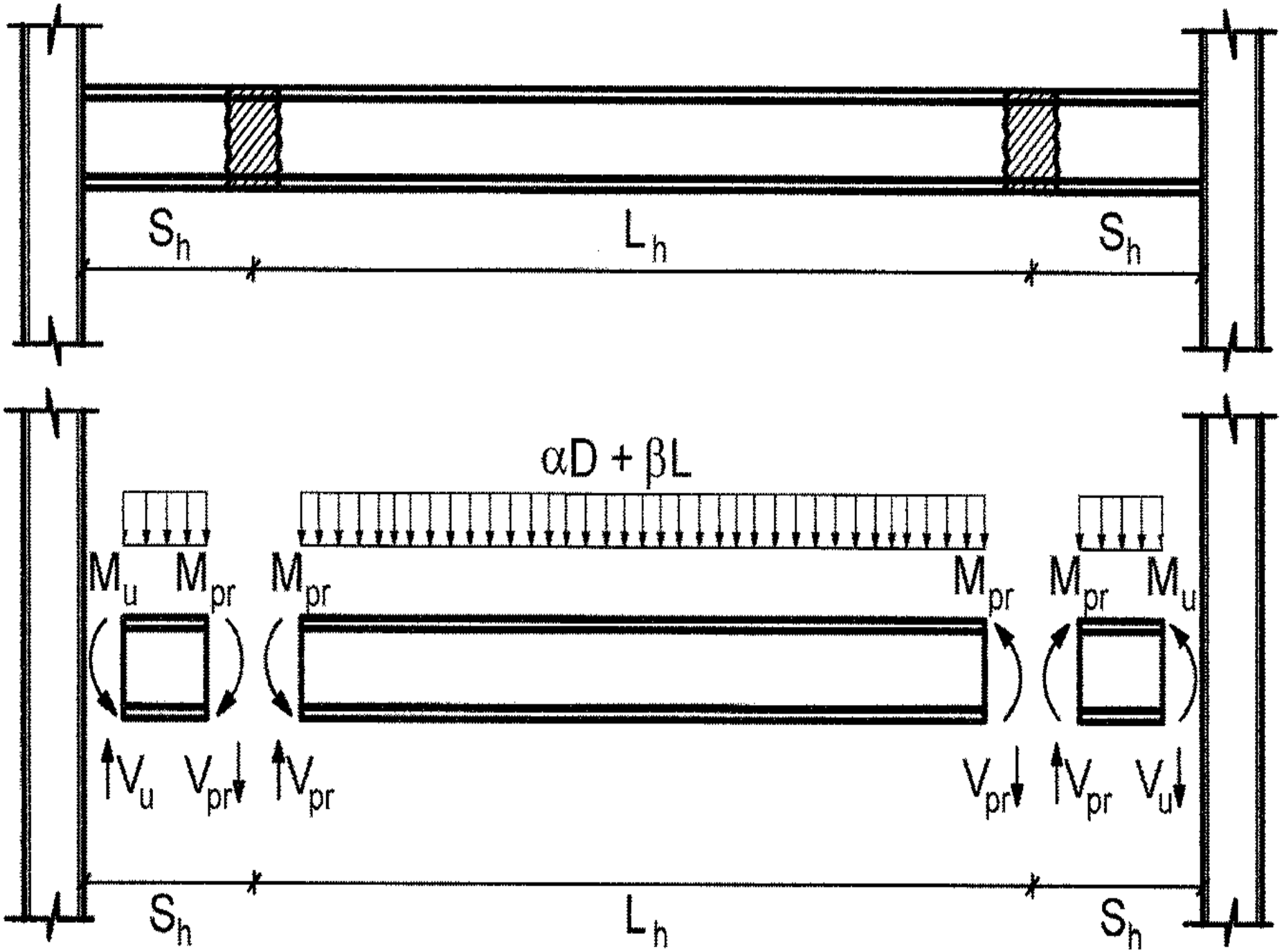

k
1" to 1½"
(25 mm to 38 mm)
Area of potentially lower notch toughness in rotary-straightened W-shapes
k

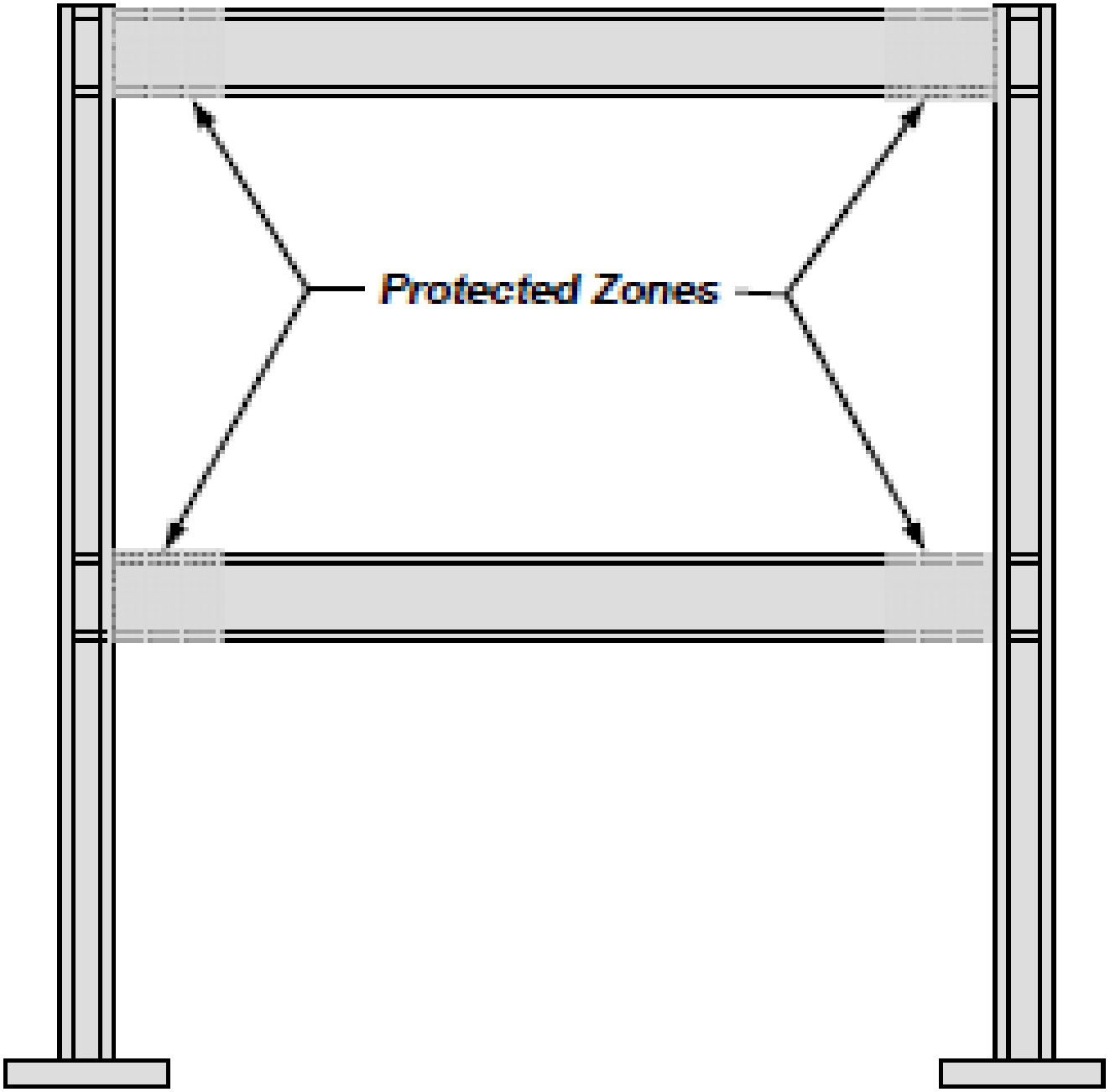
❑ سیستم قاب خمشی

- این سیستم دارای شکل پذیری قابل ملاحظه ای نسبت به سایر سیستم های باربر می باشد.هرچند به علت سختی نسبتاً کم ارضای محدودیت های تغییر مکان جانبی در ساختمانهای بلند ممکن است منجر به یک طرح غیر اقتصادی شود.



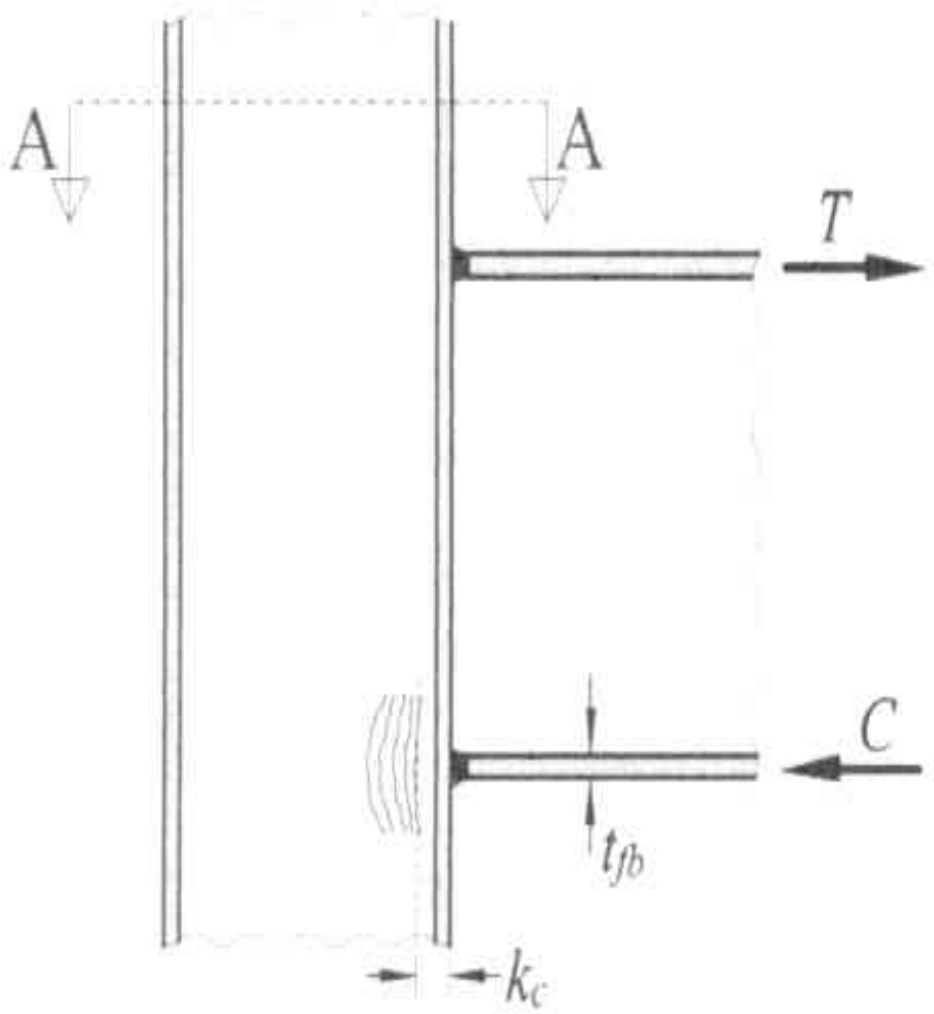
تغییر شکل قاب صلب خمشی


S_h
L_h
S_h
$\alpha D + \beta L$
M_u
M_{pr}
M_{pr}
M_{pr}
M_{pr}
M_u
V_u
V_{pr}
V_{pr}
V_{pr}
V_{pr}
V_u
S_h
L_h
S_h

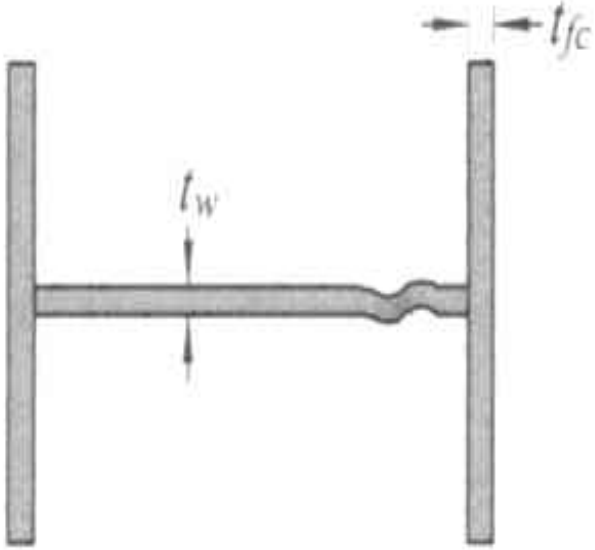

Protected Zones

(الف) بال ستون تحت کشش

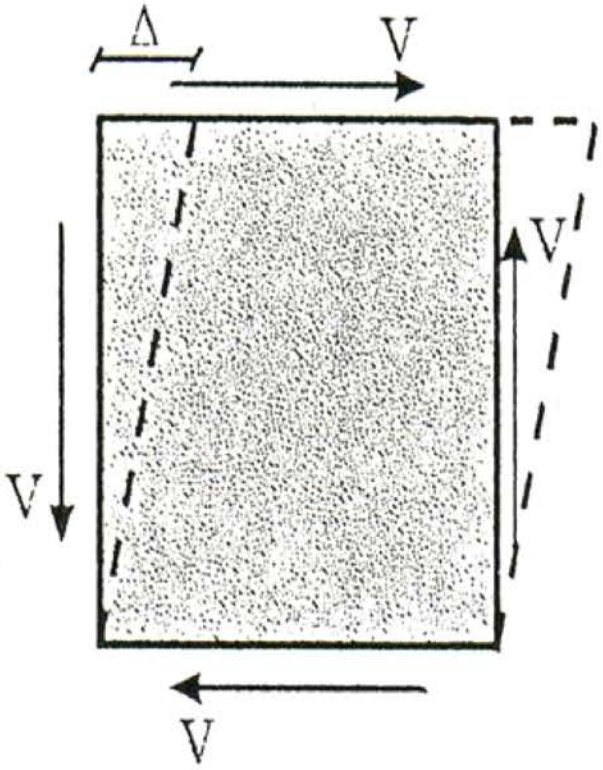
(ب) تغییر شکل بال ستون

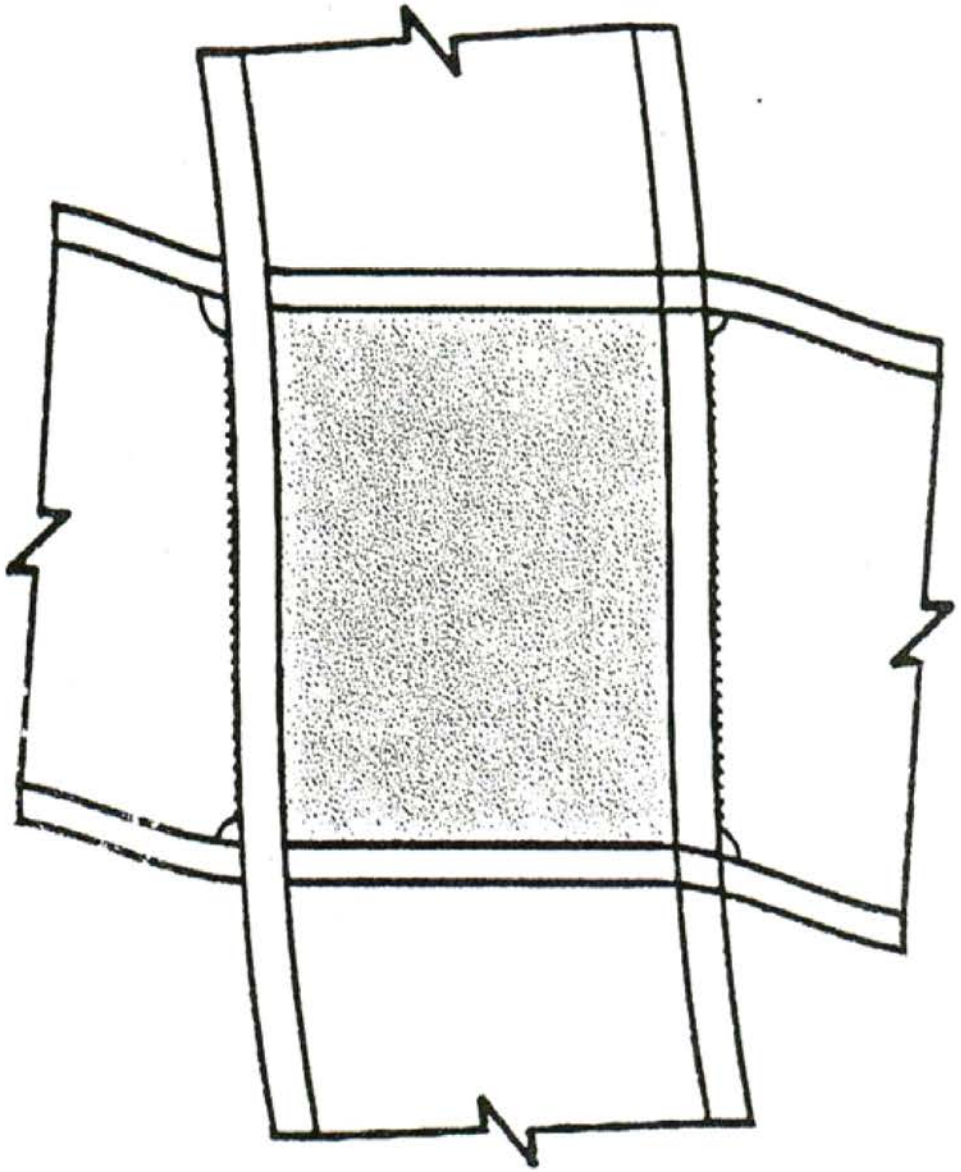


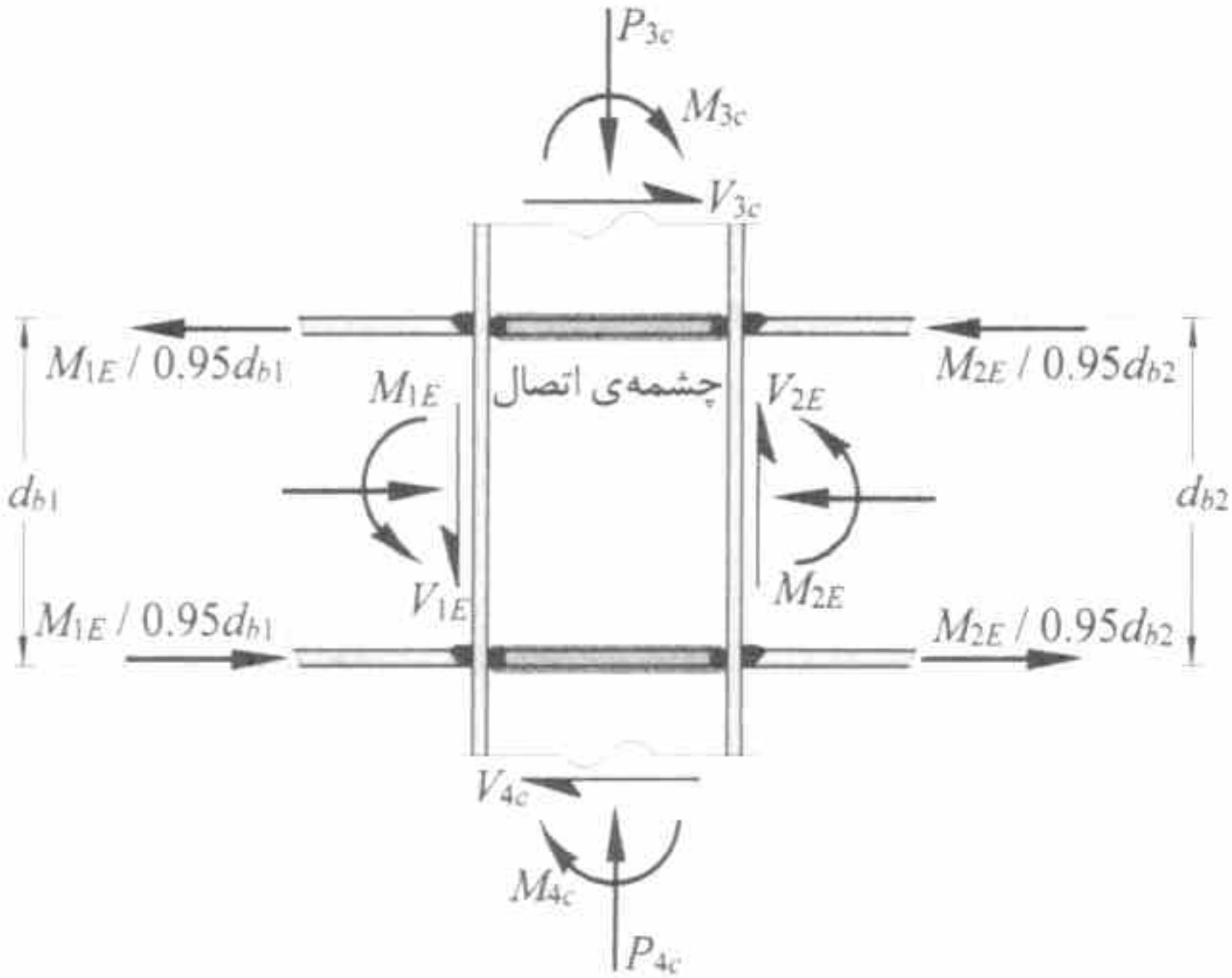
(الف) لهیدگی جان ستون

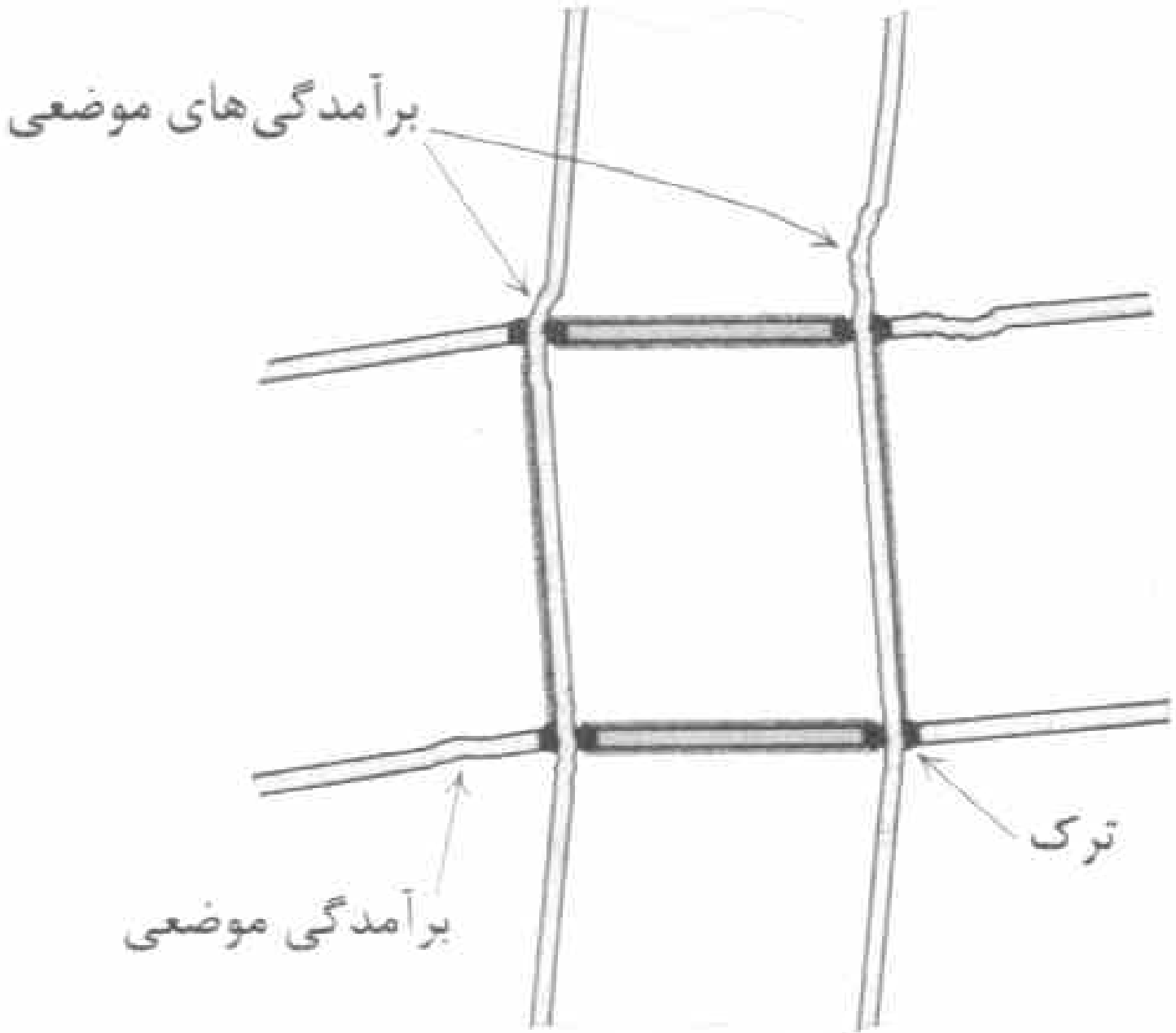


(ب) مقطع A-A تسلیم موضعی جان


Δ
V
V
V
V

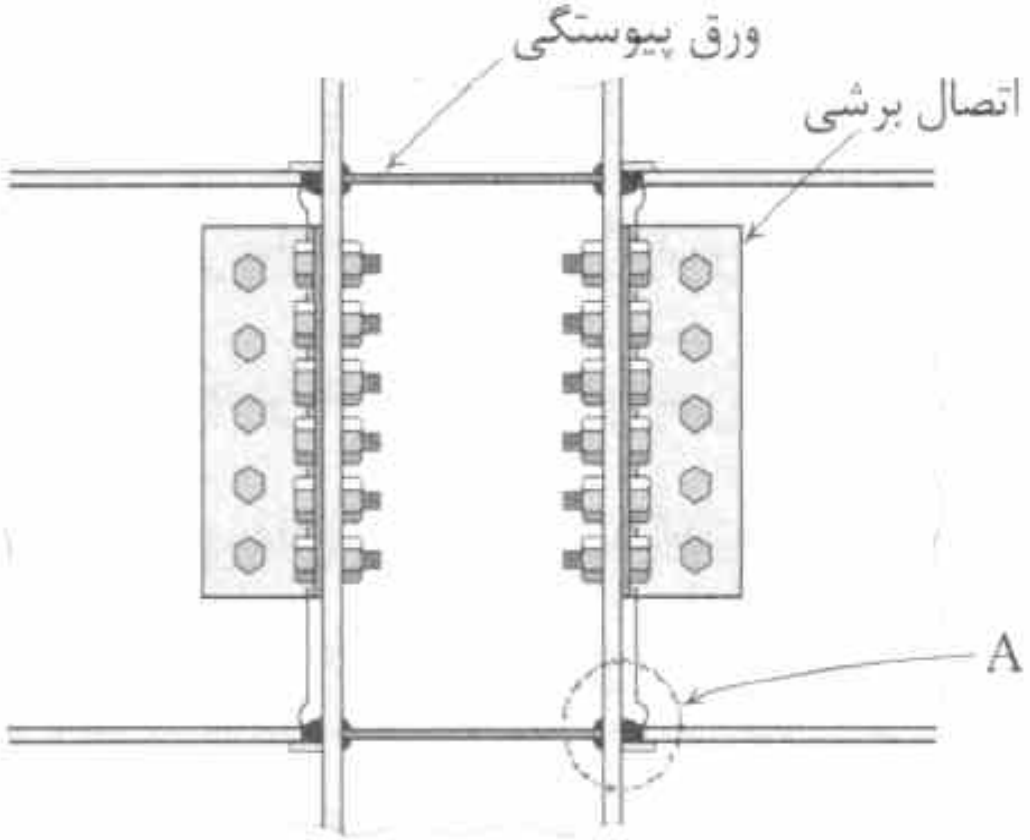



P_{3c}
M_{3c}
V_{3c}
$M_{1E} / 0.95d_{b1}$
M_{1E}
چشمه‌ی اتصال
V_{2E}
$M_{2E} / 0.95d_{b2}$
d_{b1}
d_{b2}
V_{1E}
M_{2E}
$M_{1E} / 0.95d_{b1}$
$M_{2E} / 0.95d_{b2}$
V_{4c}
M_{4c}
P_{4c}


برآمدگی‌های موضعی
ترک
برآمدگی موضعی

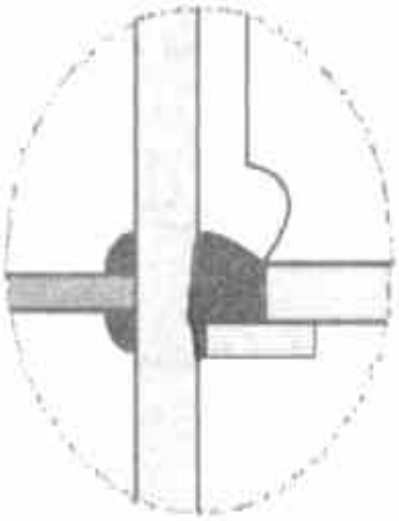
• علل اصلی انهدام اتصالات در قابهای خمشی

➢ جوش بال تحتانی تیر به ستون

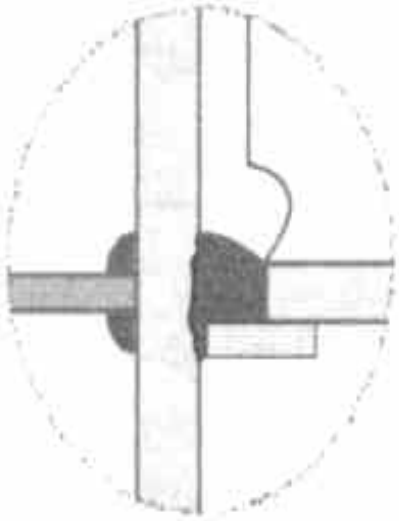


(الف) اتصال نمونه از قاب خمشی

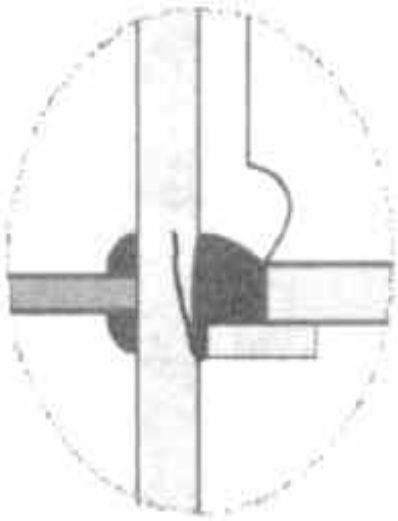
(ب) جزئیات قسمت



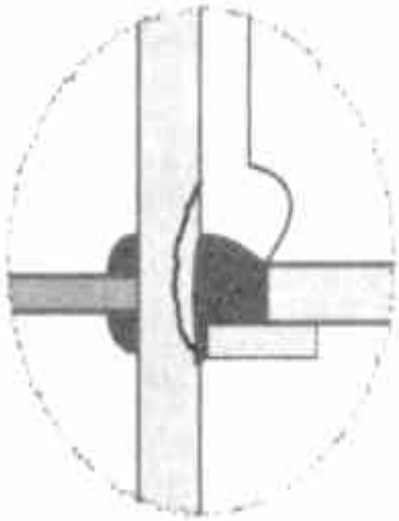
نمونه ۱



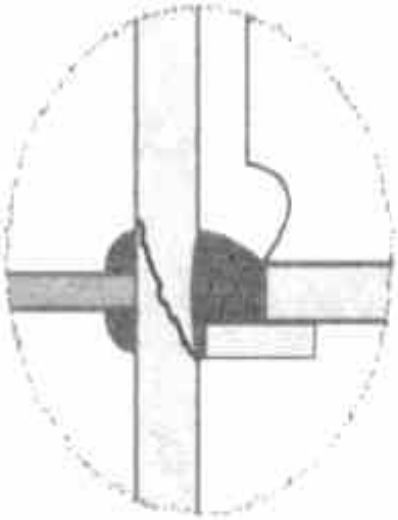
نمونه ۲



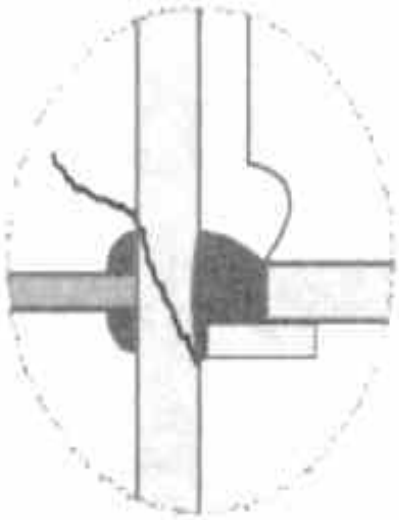
نمونه ۳



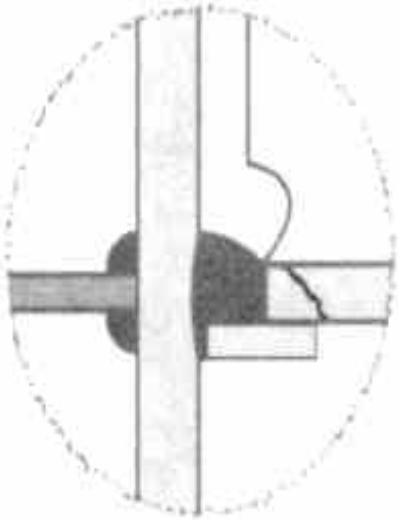
نمونه ۴



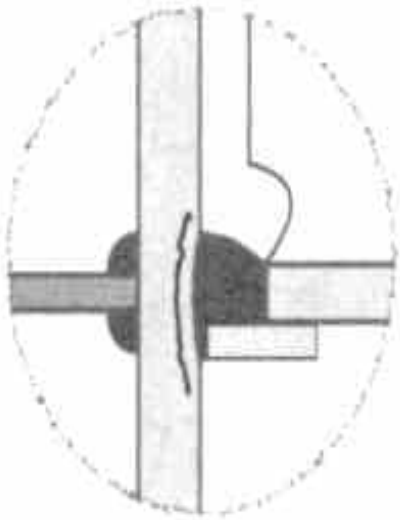
نمونه ۵



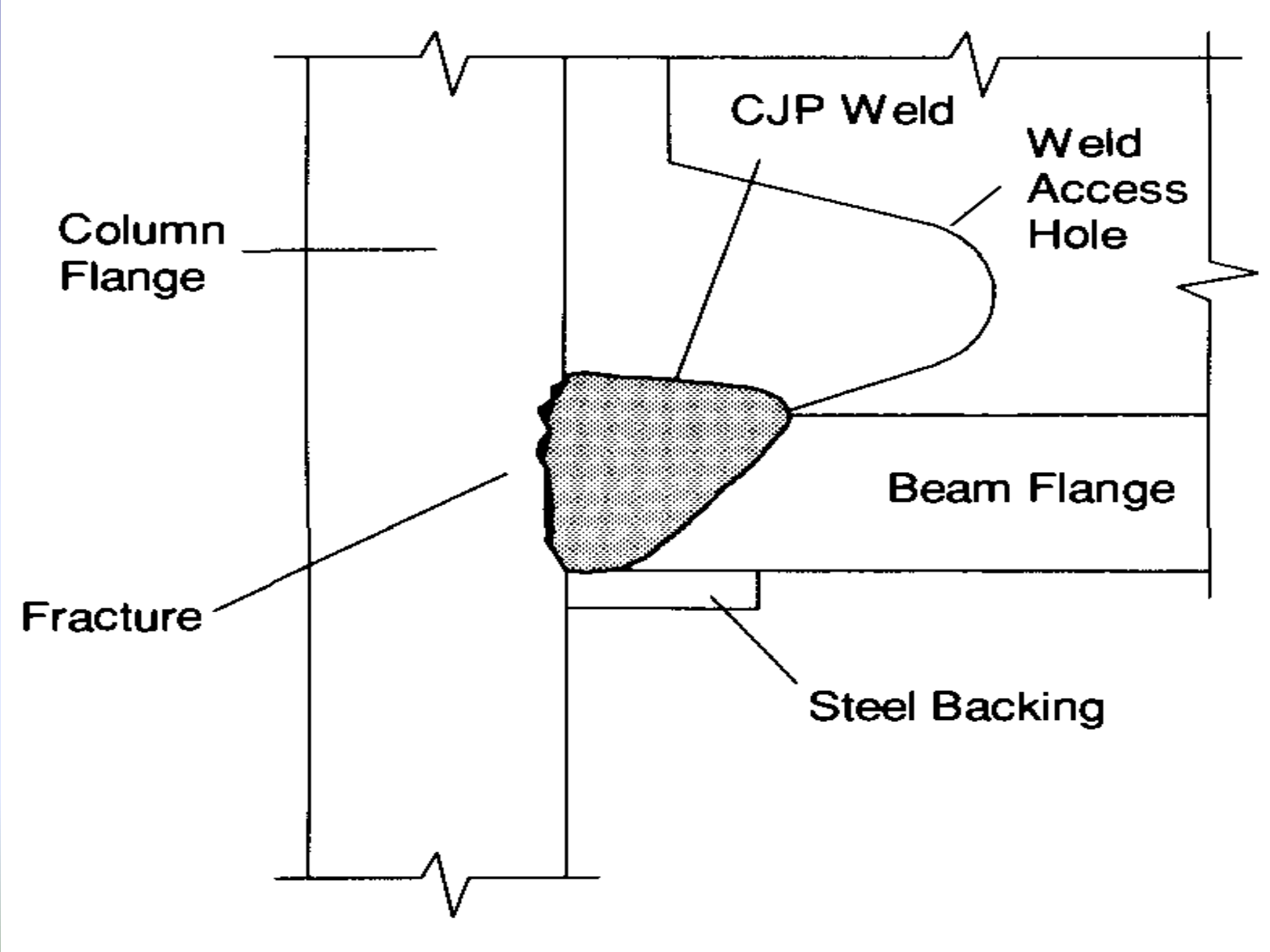
نمونه ۶

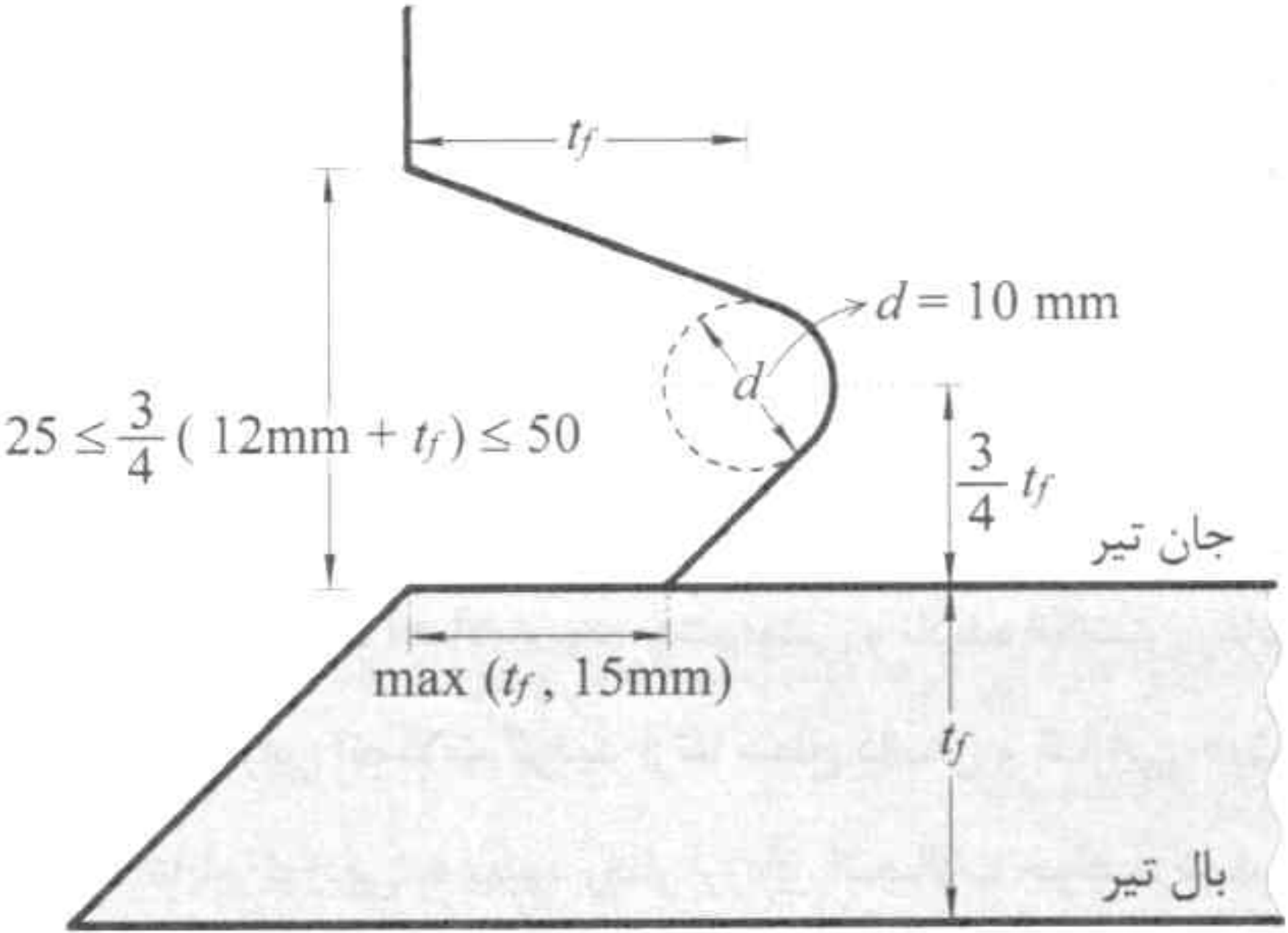


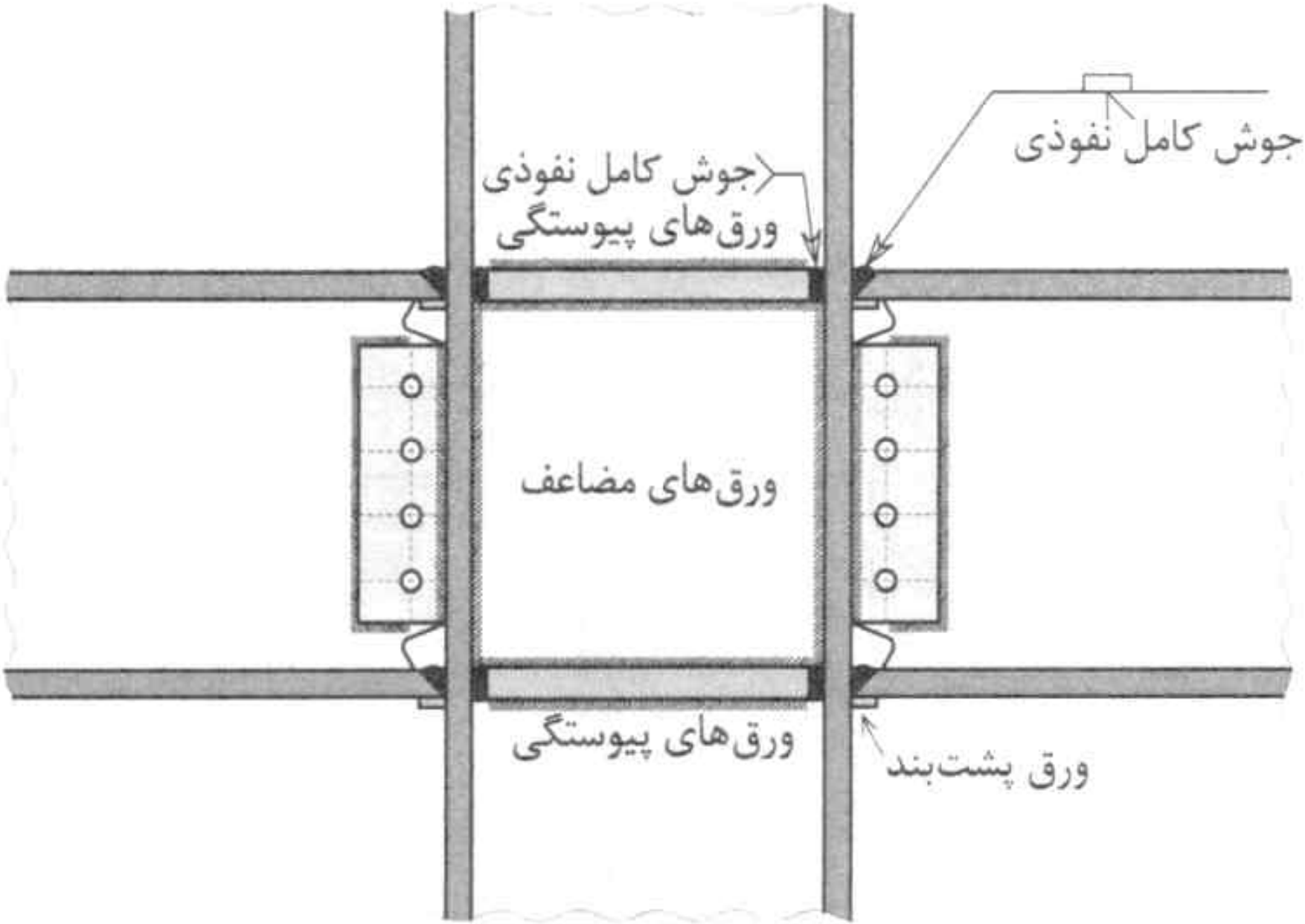
نمونه ۷

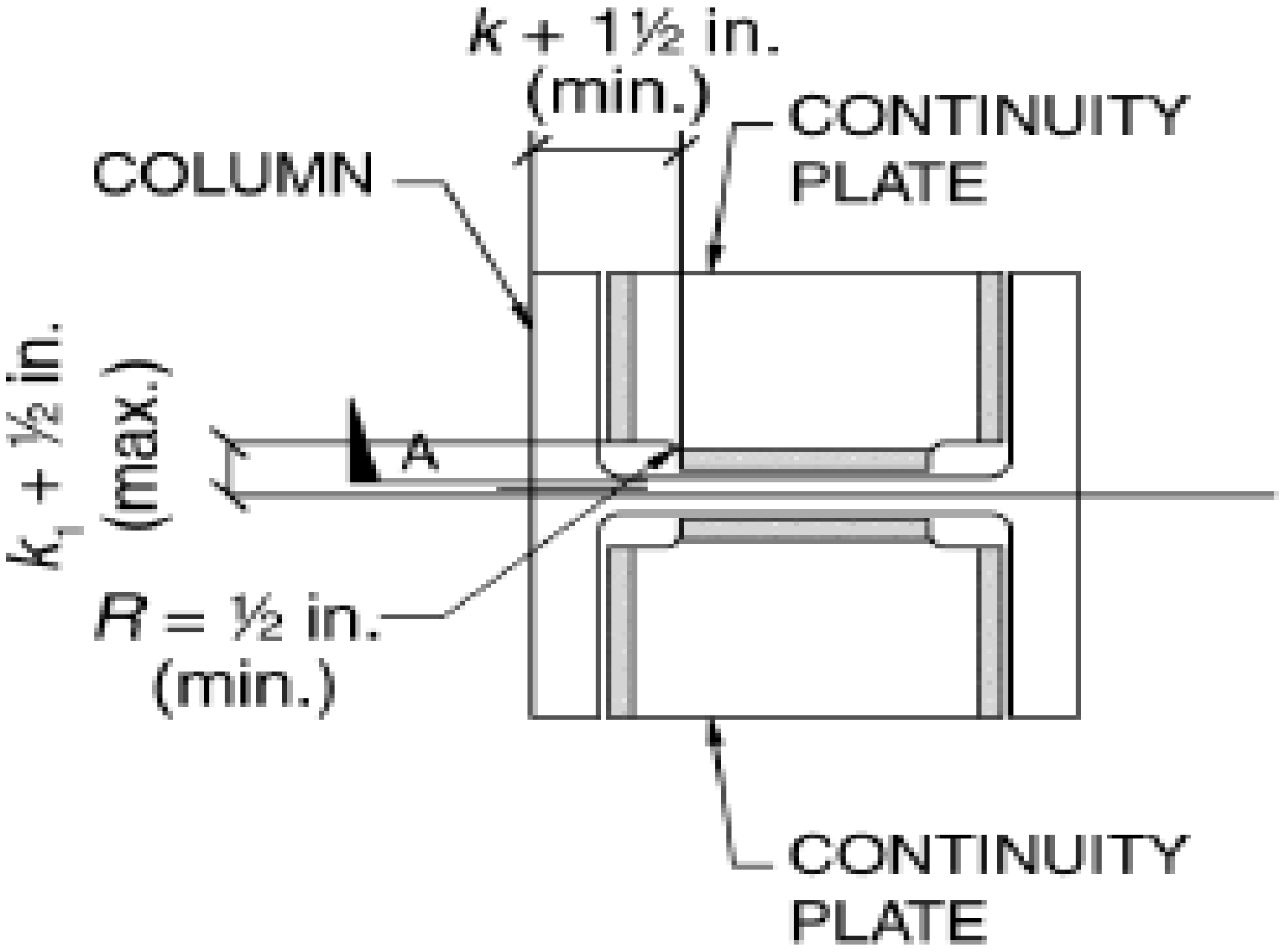


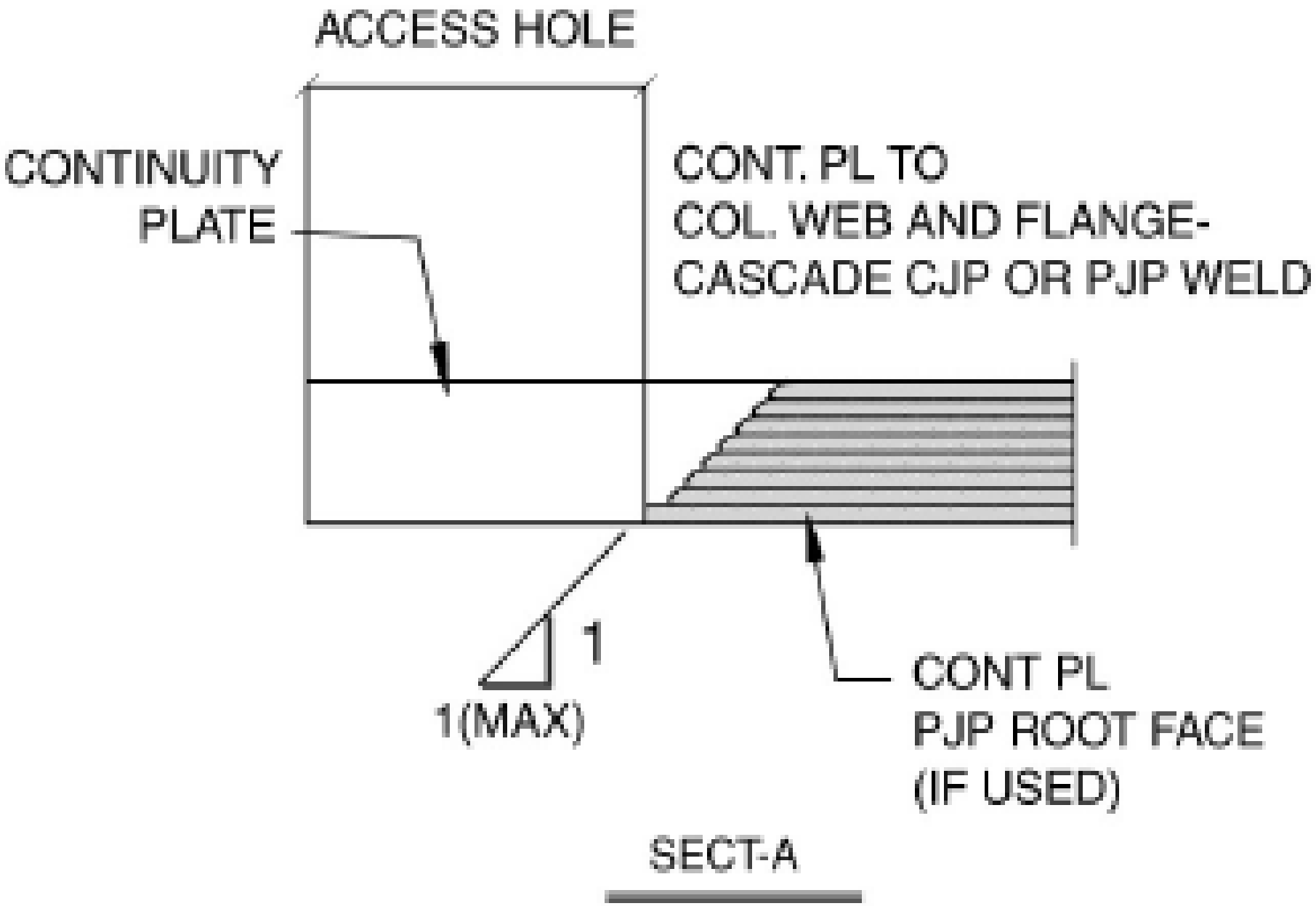
نمونه ۸

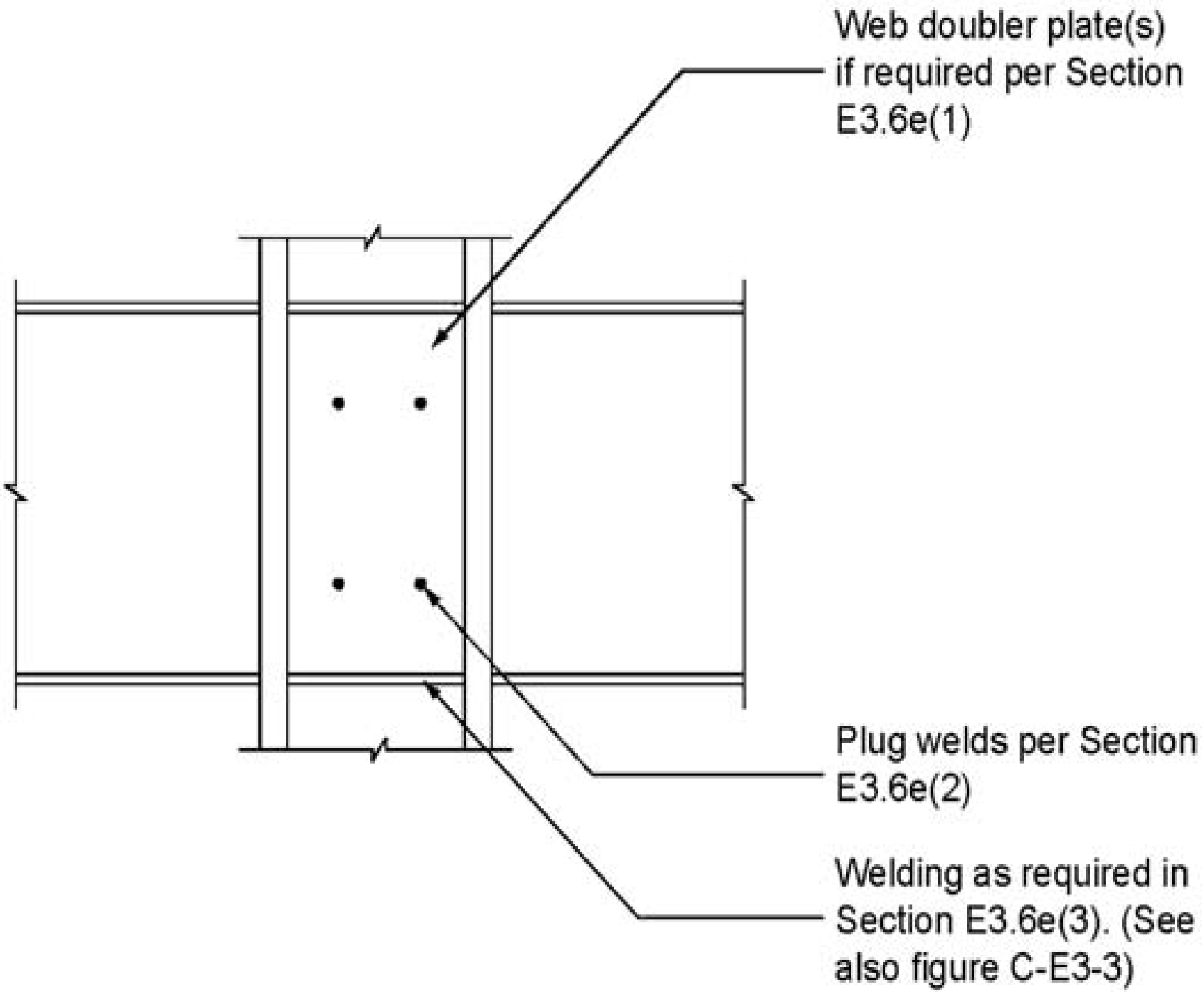

CJP Weld
Weld Access Hole
Column Flange
Beam Flange
Fracture
Steel Backing

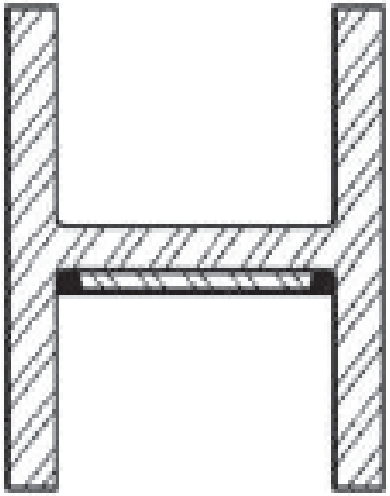

t_f
$d = 10$ mm
d
$25 \le \frac{3}{4}(12\text{mm} + t_f) \le 50$
$\frac{3}{4} t_f$
جان تیر
$\max(t_f, 15\text{mm})$
t_f
بال تیر


جوش کامل نفوذی
جوش کامل نفوذی
ورق‌های پیوستگی
ورق‌های مضاعف
ورق‌های پیوستگی
ورق پشت‌بند

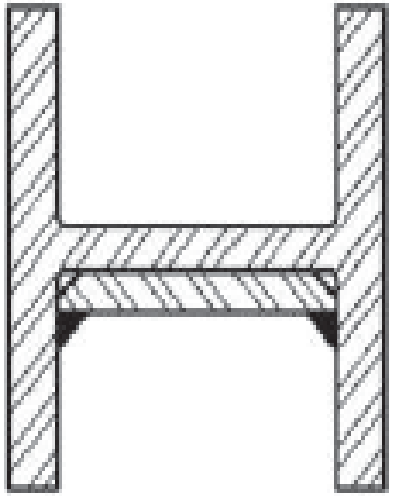

k + 1½ in.
(min.)
CONTINUITY
PLATE
COLUMN
k + ½ in.
(max.)
A
R = ½ in.
(min.)
CONTINUITY
PLATE


ACCESS HOLE
CONTINUITY PLATE
CONT. PL TO COL. WEB AND FLANGE-CASCADE CJP OR PJP WELD
1
1(MAX)
CONT PL PJP ROOT FACE (IF USED)
SECT-A

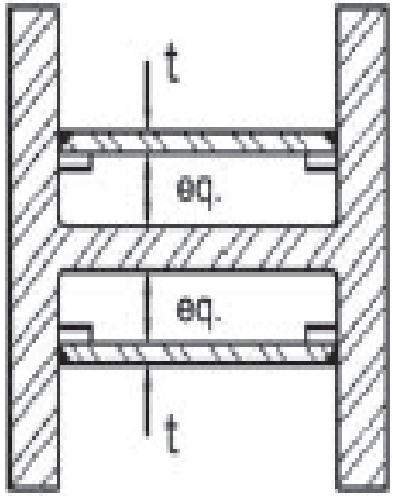

Web doubler plate(s) if required per Section E3.6e(1)
Plug welds per Section E3.6e(2)
Welding as required in Section E3.6e(3). (See also figure C-E3-3)



(a) Groove-welded (see k-area discussion, Commentary Sections A3.1 and D2.4)



(b) Fillet-welded (fillet weld size may be controlled by geometry, due to back-side bevel on web doubler plate)



(c) Pair of equal-thickness web doubler plates, groove-welded to column

الزامات عمومی طراحی لرزه ای

سازه های فولادی

بر اساس
مبحث دهم مقررات ملی ساختمان

ویرایش ۱۳۹۲

❑ الزامات طراحی لرزه ای وصله ستونها

- در کلیه ستون های باربر وغیر باربر جانبی لرزه ای محل درز وصله در بالا وپایین وصله نباید از ۱۲۰۰ میلیمتر به بال تیر متصل به ستون نزدیکتر باشد.
- در جائیکه ارتفاع آزاد ستون کمتر از ۲/۴ متر است، محل وصله باید در وسط ستون باشد.
- در مواردیکه درز لب به لب ورق های بال یا جان ستون در کارخانه وبه صورت نفوذی کامل انجام می شود، محل درز وصله می تواند از ۱۲۰۰ میلیمتر نزدیکترباشد،ولی در هر حال این فاصله نباید از بعد بزرگتر ستون با مقطع کوچکتر، کمتر اختیار شود.
- درمواردیکه اتصال کلیه تیرهای متصل به ستون مفصلی بوده وستون در دهانه مهاربندی شده قرار نگرفته باشد، محل درز وصله می تواند از ۱۲۰۰ میلیمتر نزدیکترباشد،ولی در هر حال این فاصله نباید از ۱/۵برابربعد بزرگتر ستون با مقطع کوچکتر، کمتر اختیار شود.

❑ الزامات طراحی لرزه ای وصله ستونها

- اتصال وصله ستون به هریک از دو قطعه ستون وصله شونده باید با یک نوع وسیله اتصال ، جوش یا پیچ پر مقاومت انجام شود ودر مقطع عدم تقارن ایجاد نکند. اتصال وصله به یکی از قطعات ستون تماماً جوشی وبه دیگری تماماً پیچی نیز مجاز است.
- در وصله لب به لب بین ورق های با پهنا یا ضخامت متفاوت که در بال یا جان ستون بکار میروند، تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به کوچکتر، باید یا شیب حداکثر ۱ به ۶ صورت گیرد.
- در وصله ستون های با ابعاد ومقطع متفاوت، بجای استفاده از ورق های پر کننده با ضخامت های زیاد، ارجح است ابتدا مقطع بزرگتر با شیب حداکثر ۱ به ۶ به مقطع کوچکتر تبدیل شده وسپس اتصال وصله صورت گیرد.
- در محل وصله ستون های متشکل از چند نیمرخ لازم است هر یک از ستون های وصل شونده در ارتفاعی حداقل به اندازه بعد بزرگتر مقطع ستون به صورت یکپارچه در آیند وسپس وصله شوند.

❑ الزامات طراحی لرزه ای وصله تیرها

➢ ***وصله تیرهای باربر جانبی باید الزامات لرزه ای 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 بال ها ومحل وصله جان در یک مقطع صورت نگیرد.
- (پ) در وصله مستقیم بین ورق های با پهنا یا ضخامت متفاوت که در بال یا جان تیرها بکار میروند، تغییر تدریجی در پهنا یا ضخامت، از ورق بزرگتر به ورق کوچکتر، باید یا شیب حداکثر ۱ به ۲/۵ صورت گیرد.
- (ت) مقاومت خمشی مورد نیاز (M_u) وصله های غیر مستقیم باید برابر مقاومت خمشی طراحی ($\phi_b M_p$) عضو با مقطع کوچکتر وصل شونده در نظر گرفته شود.

- ***قاب خمشی با شکل پذیری ویژه***

دوران نظیر تغییر مکان نسبی طبقه ۰/۰۴ رادیان می باشد، که حدود ۰/۰۳ رادیان آن فرا ارتجاعی است.

- ***قاب خمشی با شکل پذیری متوسط***

دوران نظیر تغییر مکان نسبی طبقه حداقل ۰/۰۲ رادیان می باشد، که حدود ۰/۰۱ رادیان آن فرا ارتجاعی است.

- ***قاب خمشی با شکل پذیری کم***

دوران نظیر تغییر مکان نسبی طبقه حدود ۰/۰۱ رادیان می باشدو سازه عملاً تغییر شکل فرا ارتجاعی ندارد.

محدودیت تیرها وستونها

قابهای خمشی معمولی	قابهای خمشی متوسط	قابهای خمشی ویژه
مقاطع تیرها وستوها باید فشرده باشند.	مقاطع تیرها وستوها باید فشرده لرزه ای با محدودیت λ_{md}باشند.	مقاطع تیرها وستوها باید فشرده لرزه ای با محدودیت λ_{hd}باشند.
استفاده از ستونهای مشبک مجاز است.	استفاده از ستونهای مشبک به شرط آنکه خمش حول محوربا مصالح باشد،مجاز است.	استفاده از ستونهای مشبک مجاز نیست واجزای مقطع باید در تمام طوی پیوسته متصل شوند.
استفاده از تیرهای لانه زنبوری بعنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست.	استفاده از تیرهای لانه زنبوری بعنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست.	استفاده از تیرهای لانه زنبوری بعنوان اعضای باربر جانبی مجاز نیست.
در ناحیه حفاظت شده دوانتهای تیر تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال تیر مجاز نمی باشد.	در ناحیه حفاظت شده دوانتهای تیر تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال تیر مجاز نمی باشد.	در ناحیه حفاظت شده دوانتهای تیر تغییر ناگهانی در پهنای بال یا ضخامت بال تیر مجاز نمی باشد.

• اتصالات گیردار از پیش تأیید شده

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

• الزامات عمومی اتصالات گیرداراز پیش تأیید شده

- کلیه اتصالات باید به صورت گیردار کامل در نظر گرفته شوند.
- کلیه جوشهای بکار رفته در اتصالات باید از طریق آزمایش های غیر مخرب نظیر رادیوگرافی و اولتراسونیک تأیید شوند.
- در دوانتهای تیرهای ساخته شده از ورق، به فاصله (S_h+ d) ، اتصال جان به بال بایستی از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با یک جفت جوش گوشه تقویتی با بعد حداقل برابر ۸ میلیمتر ویا برابرضخامت جان تیر باشد.
- در ستونهای **H** شکل ساخته شده از ورق ، در محل اتصال تیر به ستون در ناحیه ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلیمتر بالا وپایین بالهای تیر، اتصال جان به بال های مقطع ستون بایستی از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با یک جفت جوش گوشه تقویتی با بعد حداقل برابر ۸ میلیمتر ویا برابرضخامت جان مقطع ستون باشد.

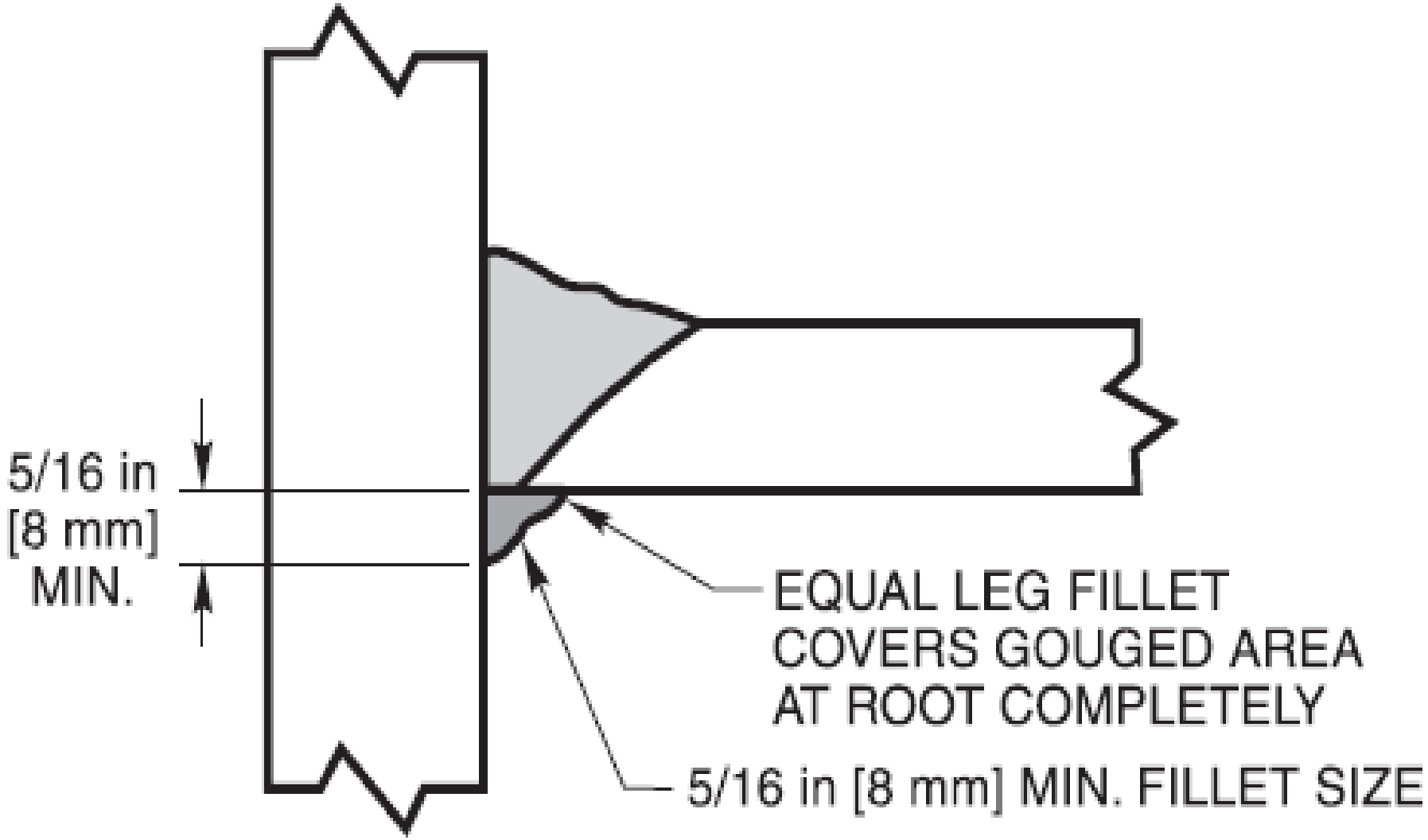
- در ستونهای صلیبی شکل ساخته شده از ورق ، در محل اتصال تیر به ستون در ناحیه ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلیمتر بالا وپایین بالهای تیر، اتصال جان ها به بال های وجان ها به یکدیگر درمقطع ستون بایستی از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل با یک جفت جوش گوشه تقویتی با بعد حداقل برابر ۸ میلیمتر ویا برابرضخامت جان مقطع ستون باشد.
- در ستونهای قوطی شکل ساخته شده از ورق ، در محل اتصال تیر به ستون در ناحیه ای شامل عمق تیر بعلاوه ۳۰۰ میلیمتر بالا وپایین بالهای تیر، اتصال جان ها به بال های مقطع ستون بایستی از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.
- در اتصال گیردار مستقیم تیر به ستون ، پشت بندهای مورد استفاده در بال تحتانی تیر باید برداشته شوند وپس از برداشتن تسمه های پشت بند، ریشه جوش نفوذی باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلیمتر تقویت گردد.
- در صورت نیاز به تعبیه تسمه های پشت بند در جوشهای نفوذی، رعایت الزامات زیر ضروری است.

✓ ***برداشتن پشت بندهای مورد استفاده در اتصال ورق های پیوستگی به بال ها وجان (یا جان های) مقطع ستون ، پس از اتمام عملیات جوشکاری الزامی نیست.***

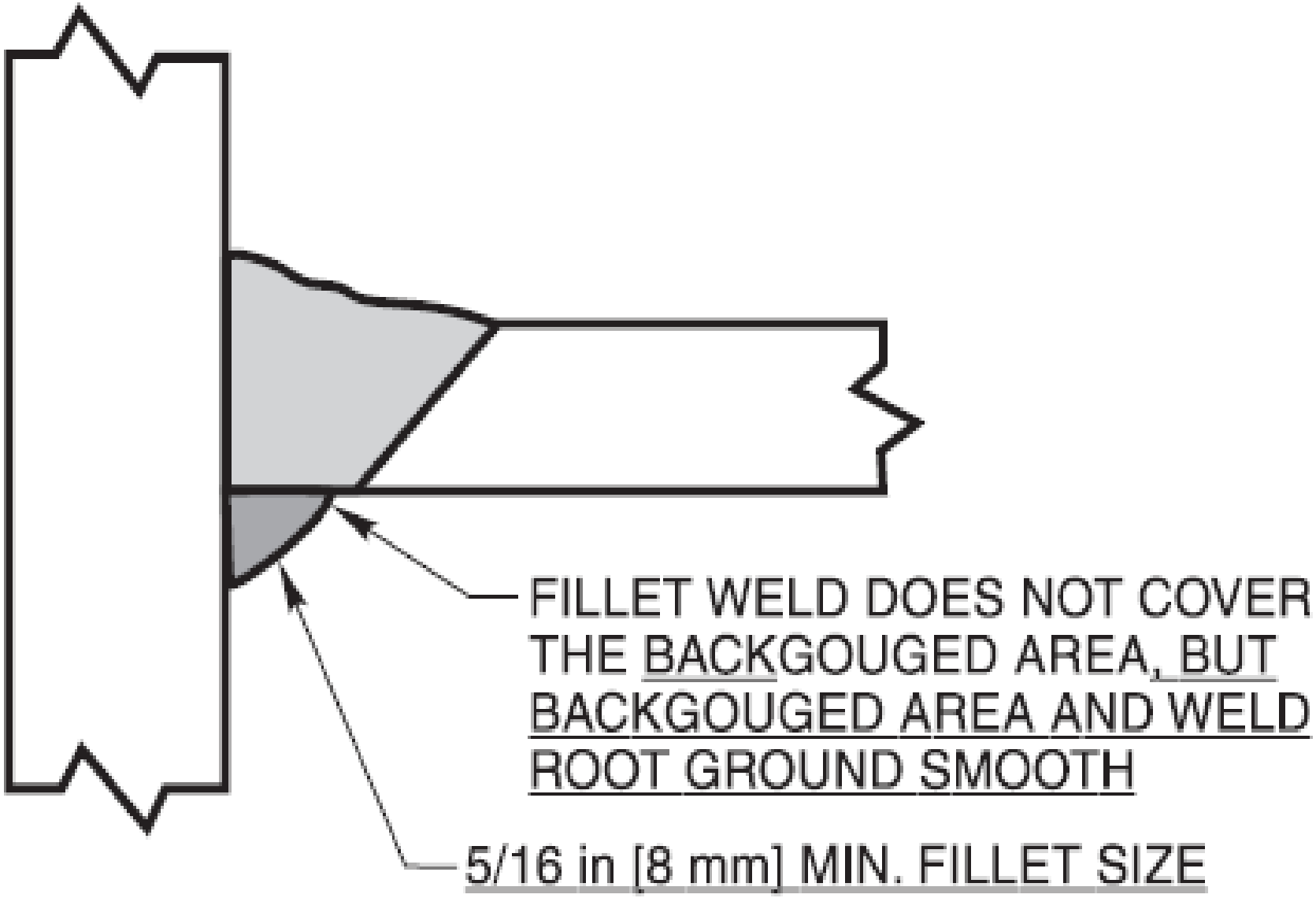
- در اتصال گیردار مستقیم تیر به ستون ،پشت بندهای مورد استفاده در بال تحتانی تیر باید برداشته شوند وپس از برداشتن تسمه های پشت بند، ریشه جوش نفوذی باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلیمتر تقویت گردد.
- در اتصال گیردار مستقیم تیر به ستون ، برداشتن پشت بندهای مورد استفاده در بال فوقانی تیر الزامی نیست.در صورتیکه این تسمه های پشت بندبرداشته نشوند، این تسمه ها باید با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلیمتر به بال ستون جوش داده شوند.
- اتصال پشت بندهای مورد استفاده در اتصالات گیردار مستقیم تیر به ستون، به بال های تیر مجاز نیست.

- **1. Steel Backing at Continuity Plates**
- *Steel backing used at continuity plate-to-column welds need not be removed.*
- *At column flanges, steel backing left in place shall be attached to the column flange using a continuous 5/16-in. (8-mm) fillet weld on the edge below the CJP groove weld.*
- *When backing is removed, the root pass shall be backgouged to sound weld metal and backwelded with a reinforcing fillet. The reinforcing fillet shall be continuous with a minimum size of 5/16 in. (8 mm).*

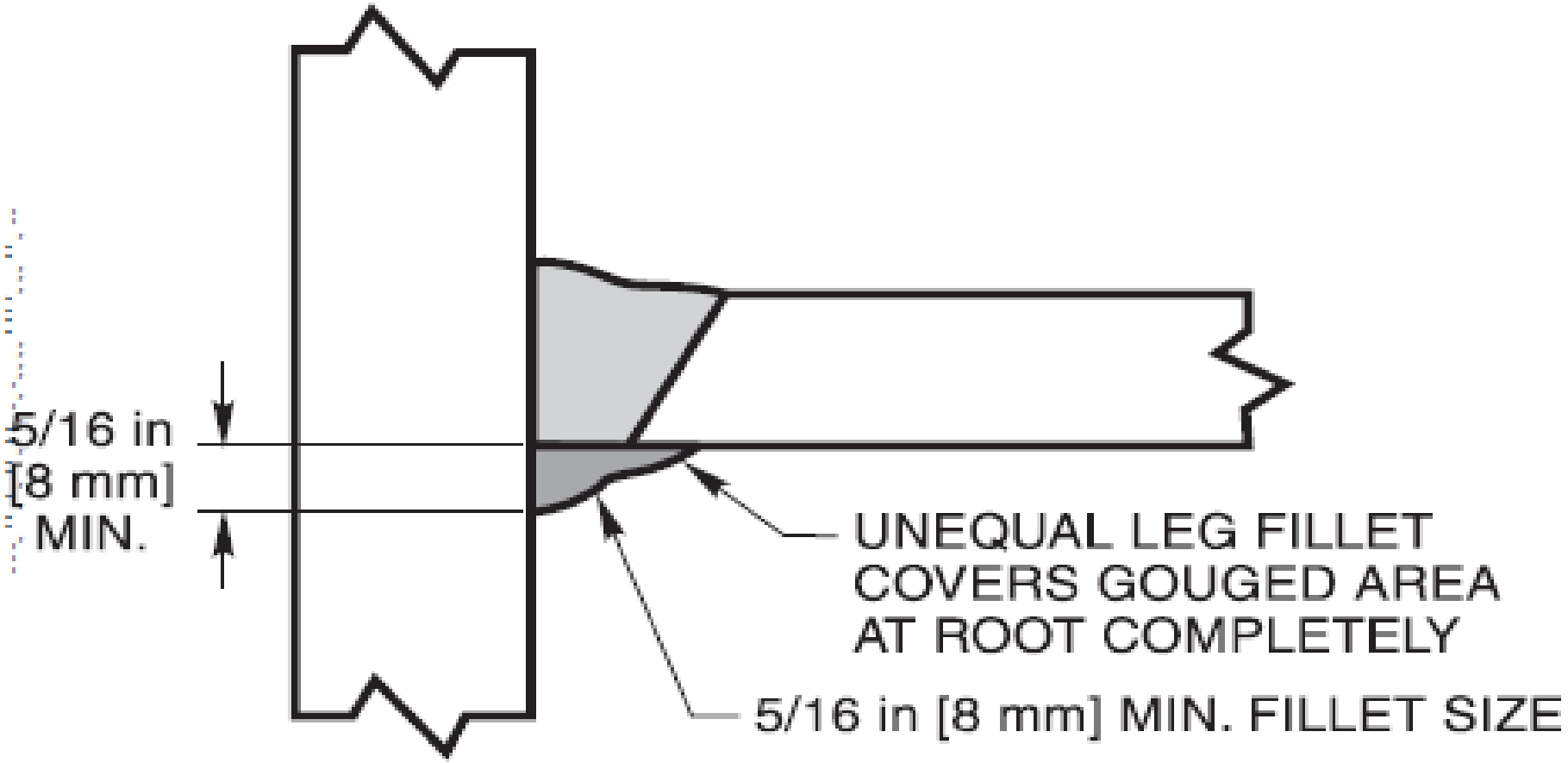
- **2. Steel Backing at Beam Bottom Flange**
- *Where steel backing is used with CJP groove welds between the bottom beam flange and the column, the backing shall be removed.*
- *Following the removal of steel backing, the root pass shall be backgouged to sound weld metal and backwelded with a reinforcing fillet. The size of the reinforcing fillet leg adjacent to the column flange shall be a minimum of 5/16 in. (8 mm), and the reinforcing fillet leg adjacent to the beam flange shall be such that the fillet toe is located on the beam flange base metal.*
- **Exception**: *If the base metal and weld root are ground smooth after removal of the backing, the reinforcing fillet adjacent to the beam flange need not extend to base metal*.



(A) ACCEPTABLE



(B) ACCEPTABLE



(C) ACCEPTABLE

Figure 6.1—Reinforcing Fillet Requirements (see 6.8)

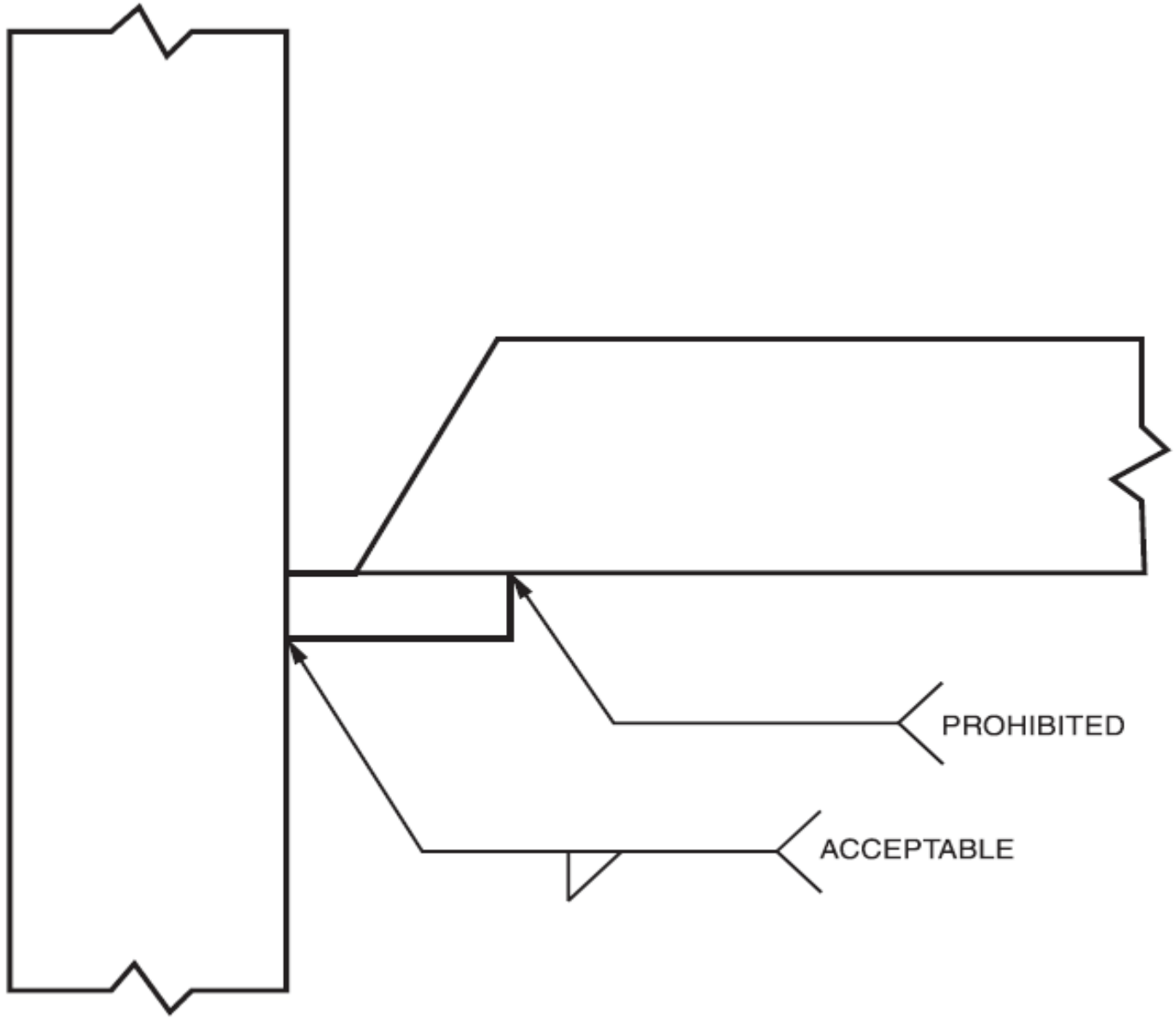


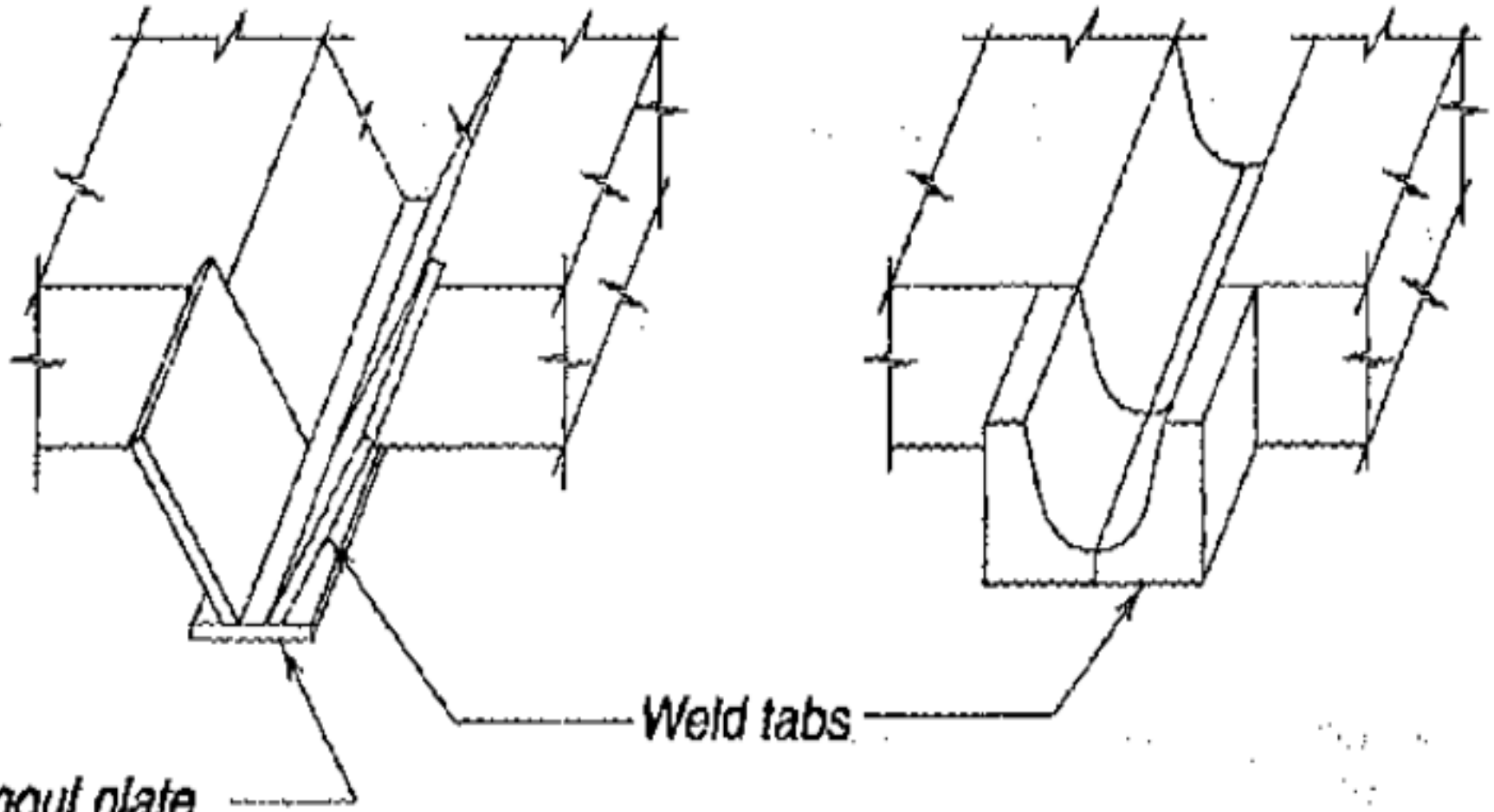
Figure C-6.2—Beam Flange to Column—Fillet Welds at Left-in-Place Steel Backing (see C-6.9.1, C-6.9.2, C-6.9.3)

- **3. Steel Backing at Beam Top Flange**
- *Where steel backing is used with CJP groove welds between the top beam flange and the column, and the steel backing is not removed, the steel backing shall be attached to the column by a continuous 5/16-in. (8-mm) fillet weld on the edge below the CJP groove weld.*

- **4. Prohibited Welds at Steel Backing**
- *Backing at beam flange-to-column flange joints shall not be welded to the underside of the beam flange, nor shall tack welds be permitted at this location. If fillet welds or tack welds are placed between the backing and the beam flange in error, they shall be repaired as follows:*
- *(1) The weld shall be removed such that the fillet weld or tack weld no longer attaches the backing to the beam flange.*
- *(2) The surface of the beam flange shall be ground flush and shall be free of defects.*
- *(3) Any gouges or notches shall be repaired. Repair welding shall be done with E7018 SMAW electrodes or other filler metals meeting the requirements of Section 3.1 for demand critical welds. A special welding procedure specification (WPS) is required for this repair. Following welding, the repair weld shall be ground smooth.*

- **5. Nonfusible Backing at Beam Flange-to-Column Joints**
- ***Where nonfusible backing is used with CJP groove welds between the beam flanges and the column, the backing shall be removed and the root backgouged to sound weld metal and backwelded with a reinforcing fillet. The size of the reinforcing fillet leg adjacent to the column shall be a minimum of 5/16 in. (8 mm) and the reinforcing fillet leg adjacent to the beam flange shall be such that the fillet toe is located on the beam flange base metal.***
- **Exception:** *If the base metal and weld root are ground smooth after removal of the backing, the reinforcing fillet adjacent to the beam flange need not extend to base metal.*

- **3.4. DETAILS AND TREATMENT OF WELD TABS**
- *Where used, weld tabs shall be removed to within 1/8 in. (3 mm) of the base metal surface and the end of the weld finished, except at continuity plates where removal to within 1/4 in. (6 mm) of the plate edge shall be permitted.*
- *Removal shall be by air carbon arc cutting (CAC-A), grinding, chipping or thermal cutting. The process shall be controlled to minimize errant gouging. The edges where weld tabs have been removed shall be finished to a surface roughness of 500 μ-in. (13 microns) or better. The contour of the weld end shall provide a smooth transition to adjacent surfaces, free of notches, gouges and sharp corners.*
- *Weld defects greater than 1/16 in. (1.5 mm) deep shall be excavated and repaired by welding in accordance with an applicable WPS. Other weld defects shall be removed by grinding, faired to a slope not greater than 1:5.*


Weld tabs
Runout plate
or backing
bar extension

- **3.5. TACK WELDS**
- *In the protected zone, tack welds attaching backing and weld tabs shall be placed where they will be incorporated into a final weld.*
- **3.6. CONTINUITY PLATES**
- *Along the web, the corner clip shall be detailed so that the clip extends a distance of at least 3/2 in. (38 mm) beyond the published k_{det} dimension for the rolled shape. Along the flange, the plate shall be clipped to avoid interference with the fillet radius of the rolled shape and shall be detailed so that the clip does not exceed a distance of 1/2 in. (12 mm) beyond the published k_1 dimension. The clip shall be detailed to facilitate suitable weld terminations for both the flange weld and the web weld. When a curved corner clip is used, it shall have a minimum radius of 1/2 in. (12 mm).*

- *At the end of the weld adjacent to the column web/flange juncture, weld tabs for continuity plates shall not be used, except when permitted by the engineer of record. Unless specified to be removed by the engineer of record, weld tabs shall not be removed when used in this location.*
- *Where continuity plate welds are made without weld tabs near the column fillet radius, weld layers shall be permitted to be transitioned at an angle of 0° to 45° measured from the vertical plane. The effective length of the weld shall be defined as that portion of the weld having full size. Nondestructive testing (NDT) shall not be required on the tapered or transition portion of the weld not having full size.*

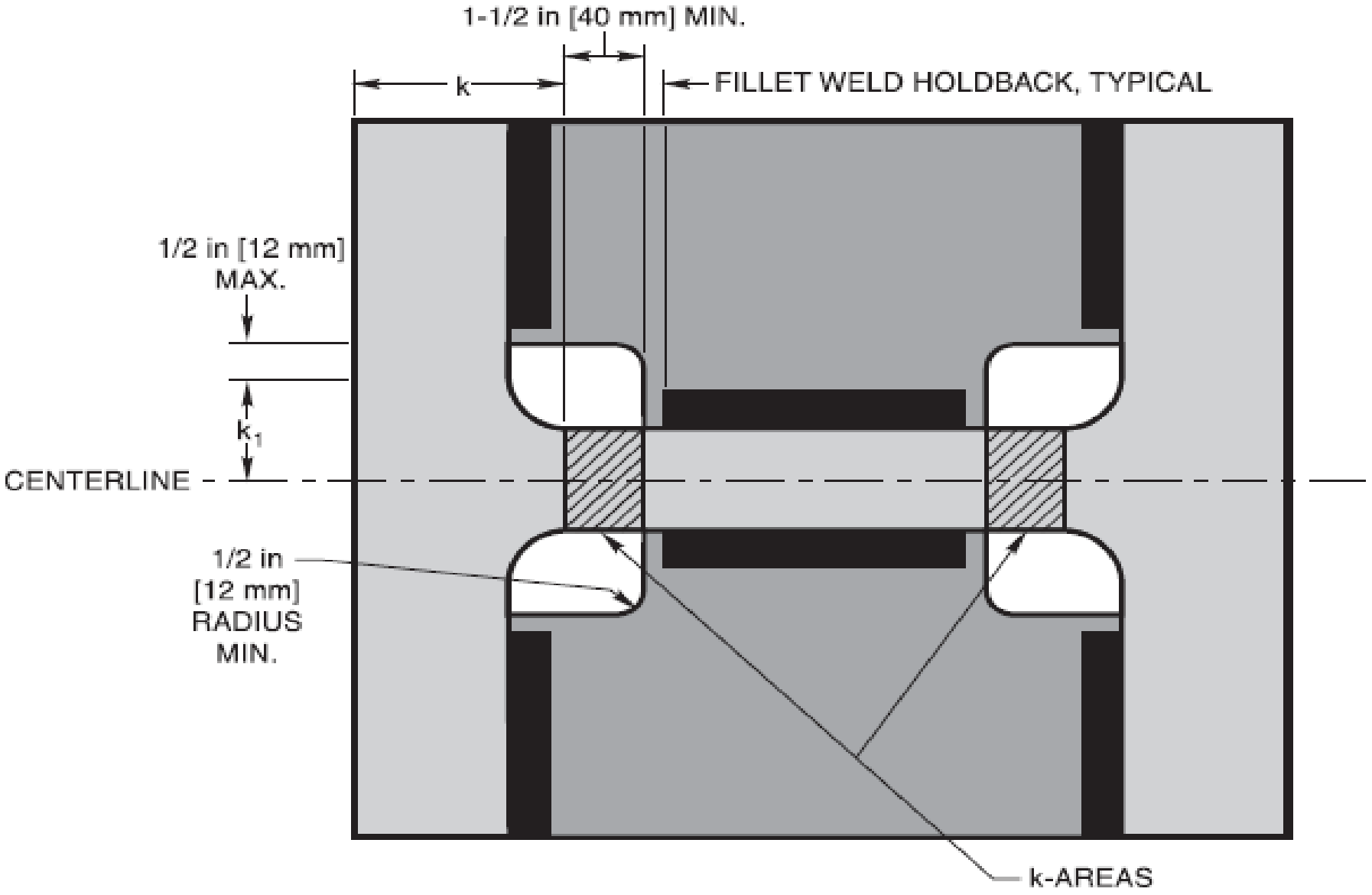


Figure C-4.1—Curved Corner Clip (see C-4.1)

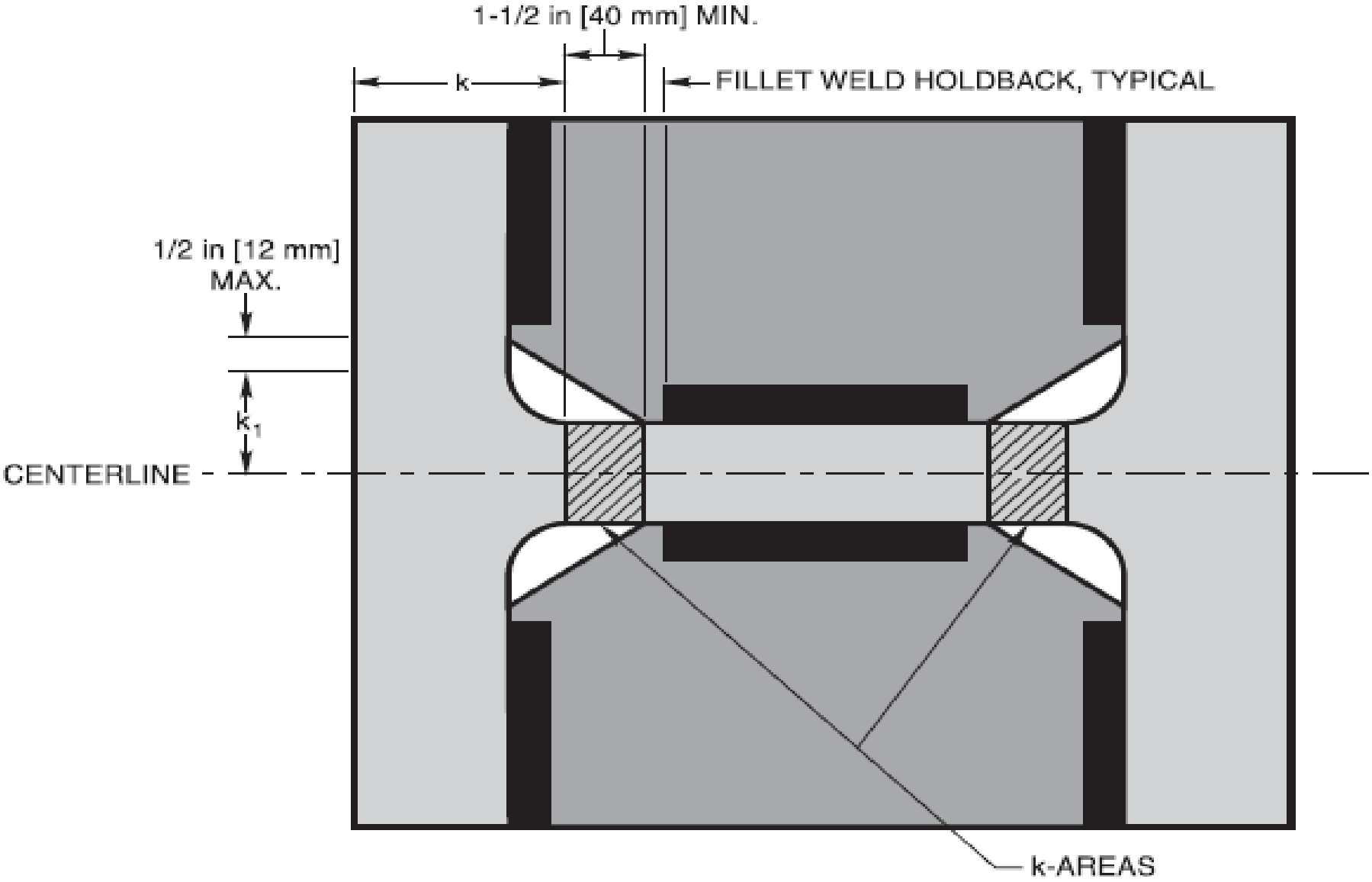
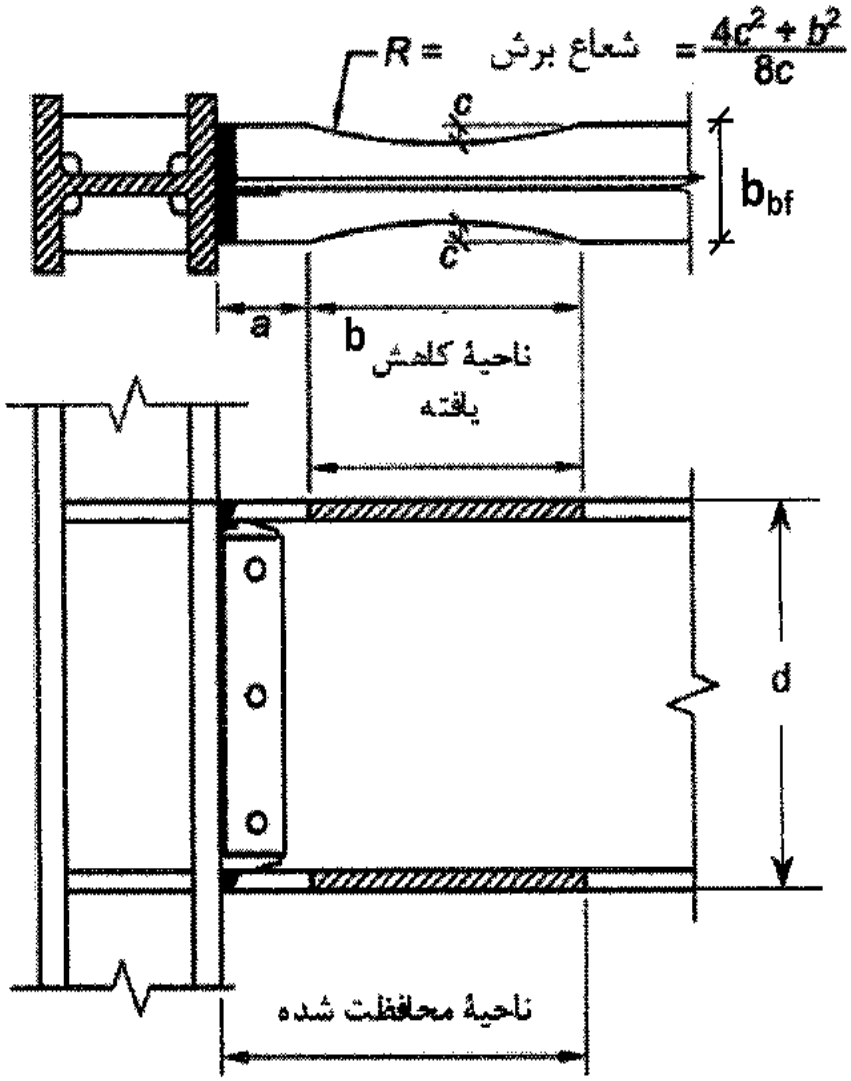
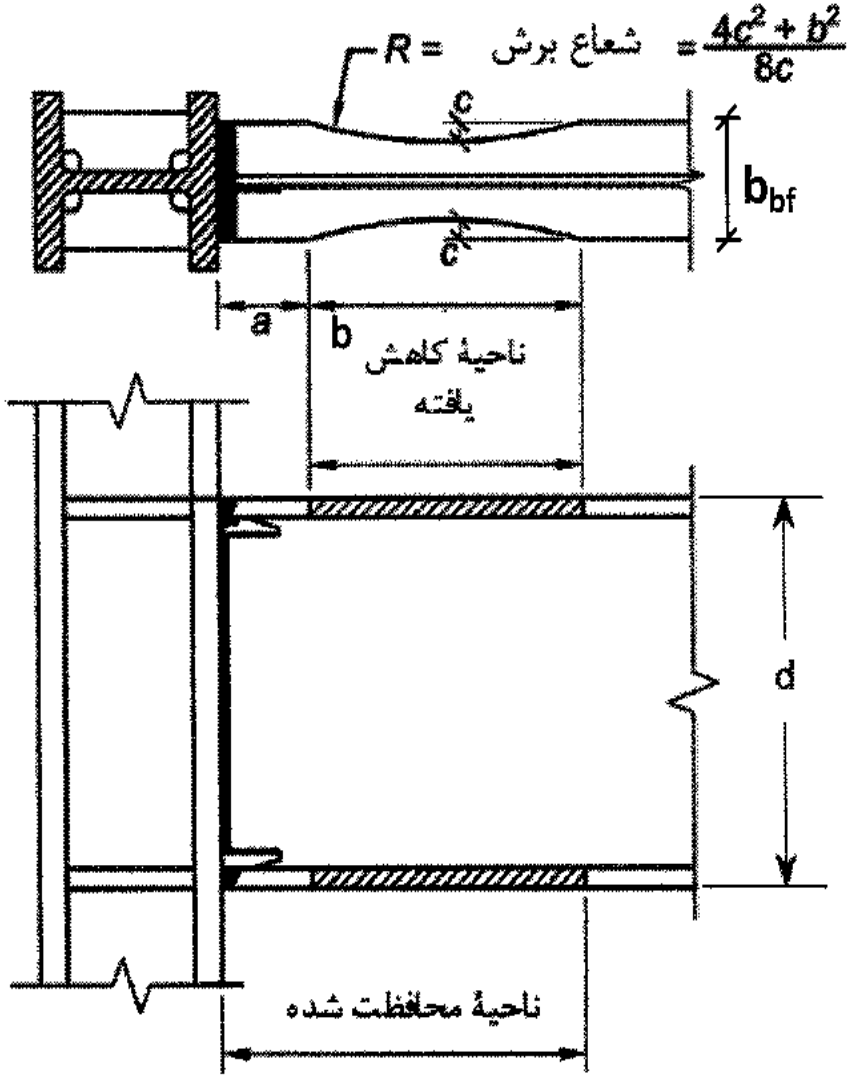


Figure C-4.2—Straight Corner Clip (see C-4.1)

• اتصال گیردار مستقیم تیر بامقطع کاهش یافته



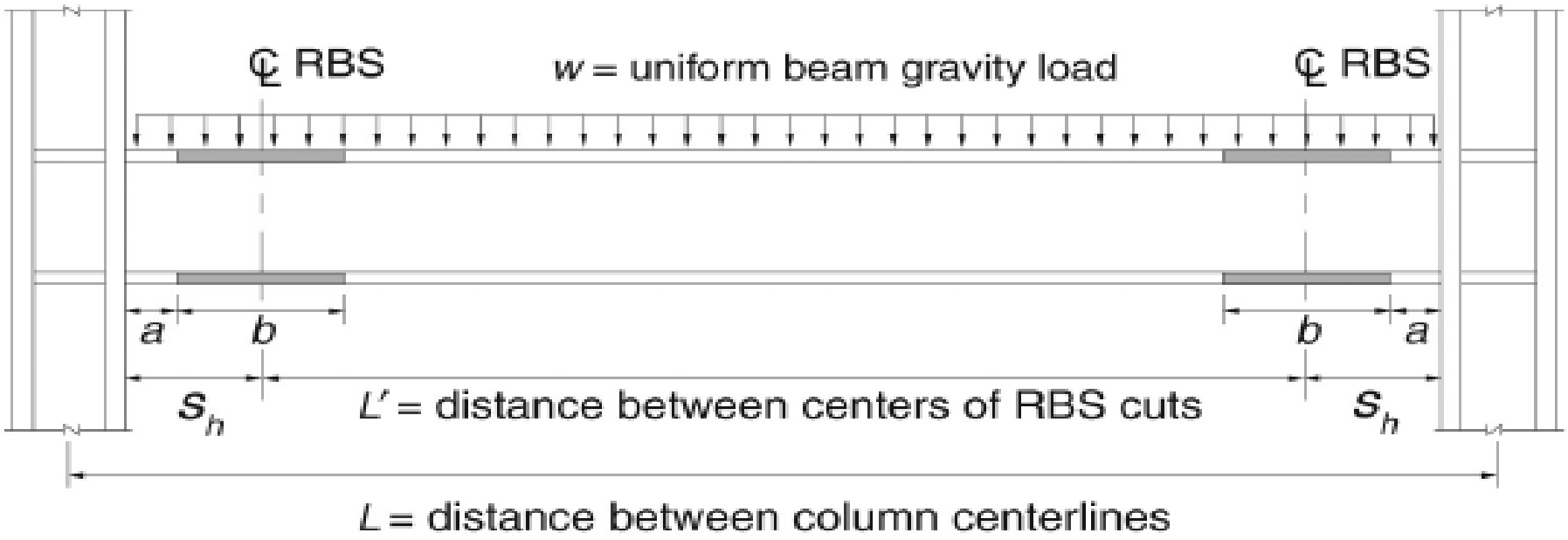
ب) فقط برای قاب‌های خمشی متوسط



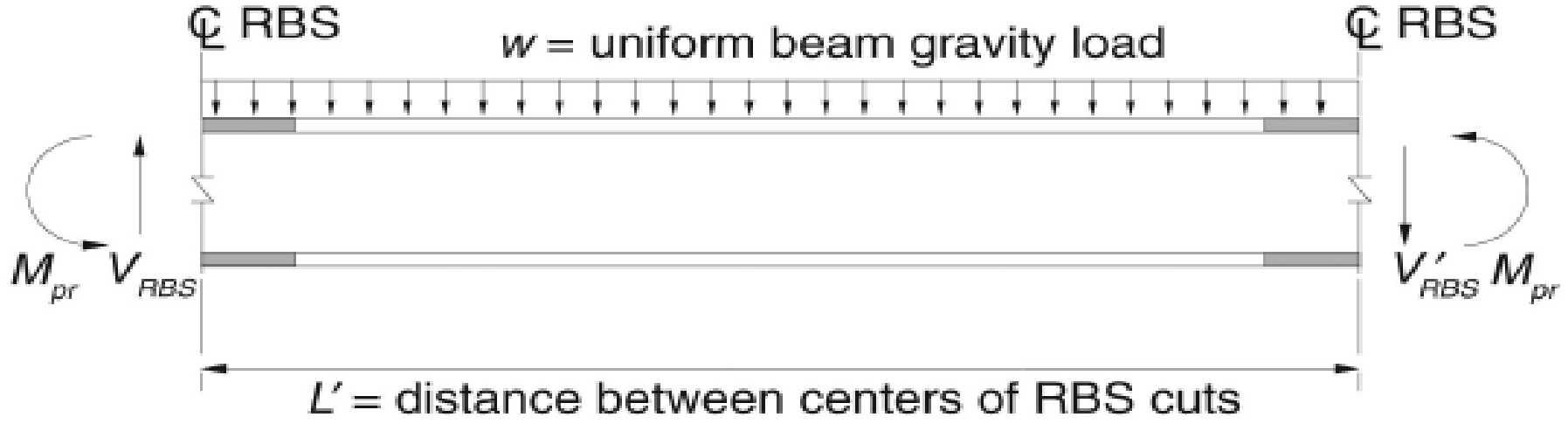
الف) برای قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

- در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ های دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون ، مطابق الزامات فصل ۱۰-۲ ، الزامی است.
- در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر a+b در نظر گرفته شود.
- محل تشکیل مفصل پلاستیک باید برابر S_h=a+b/2 در نظر گرفته شود.
- تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند.علاوه بر آن در دو انتهای تیر، تعبیه مهار جانبی در فاصله ای بین انتهای ناحیه کاهش یافته تا نصف عمق تیر بعد از آن ، الزامی است.در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو ناحیه حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلیمتر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.
- اتصال بال های تیر به بال ستون باید از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل صورت گیرد.برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.

- اتصال جان تیر به بال ستون باید از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل صورت گیرد.در این حالت برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.
- *در قاب های خمشی متوسط، اتصال جان تیر به بال ستون می تواند ار طریق یک ورق تک پیچ شده به جان تبر نیز صورت گیرد.در این گونه موارد اتصال ورق تک به جان تیر باید از نوع اصطکاکی با سوراخ استاندارد، یا سوراخ استاندارد در یکی وسوراخ لوبیایی کوتاه در امتداد موازی با محور تیر در دیگری، واتصال آن به بال ستون از نوع نفوذی یا جوش گوشه دو طرفه باشد.در این حالت مقاومت برشی مورد نیازاتصال باید براساس الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳ تعیین شود.ضخامت جوش های گوشه طرفین ورق تک به بال ستون باید حداقل برابر ۰/۷۵ ضخامت ورق تک وضخامت ورق تک باید حداقل برابر ۱۰ میلیمتر باشد.*



(a) Beam with RBS cuts and uniform gravity load

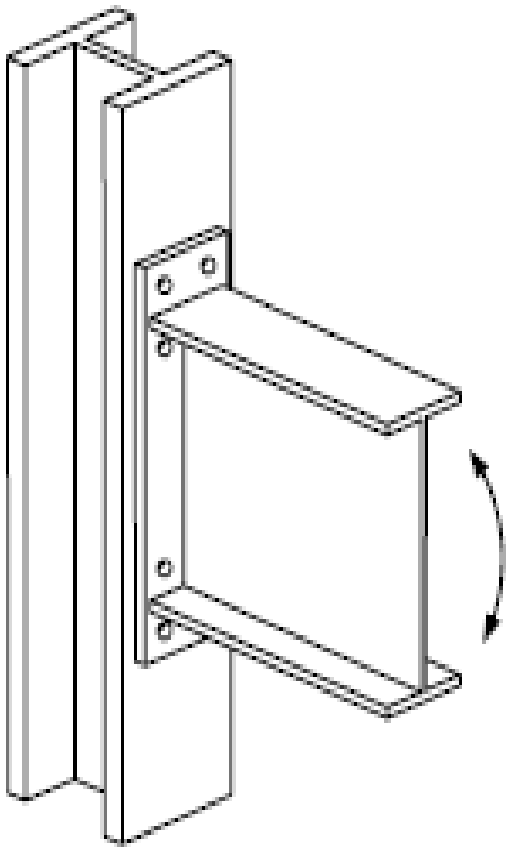


- وزن واحد طول تیر نباید از ۴۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.
- عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۵۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- عمق مقطع ستون های H وصلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر وعمق مقطع ستون های قوطی شکل ساخته شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- عمق مقطع تیر در ***قابهای خمشی ویژه*** نباید از ***یک هفتم*** طول دهانه آزاد تیرو در ***قابهای خمشی متوسط*** نباید از ***یک پنجم*** طول دهانه آزاد تیر بیشترباشد.
- در ناحیه کاهش یافته تیر محدودیت های زیر باید تأمین شوند.

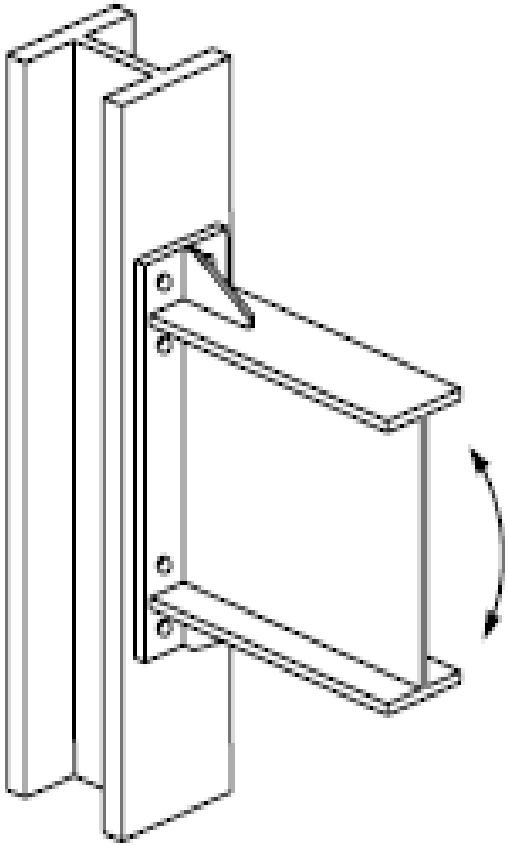
- $R=(4C^2+b^2)/8C$
- $0.5\ b_{bf} \le a \le 0.75 b_{bf}$
- $0.65\ d \le b \le .85\ d$
- $0.1\ b_{bf} \le c \le 0.25 b_{bf}$

- ستون ها وتیرها شامل ناحیه کاهش یافته باید دارای مقاومت کافی در برابر کلیع ترکیبات بارگذاری با استثنای ترکیبات زلزله تشدید یافته باشند.
- در کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقات باید اثرات مقطع کاهش یافته لحاظ شود.در کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه بجای مدل سازی ناحیه کاهش یافته می توان تغییر مکان جانبی نسبی را در حالتی که ناحیه کاهش یافته لحاظ نشده است با ضریب ۱/۱ 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.

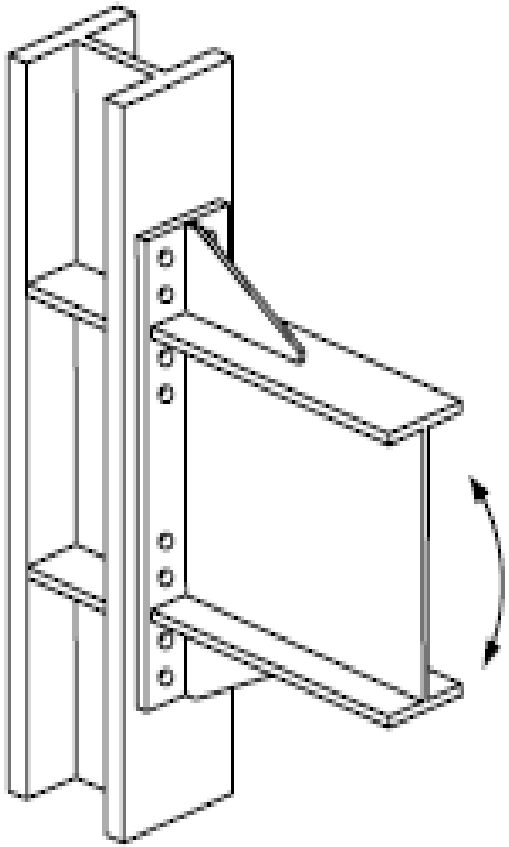
- اتصال گیردارفلنجی چهار یا هشت پیچی با ویا بدون استفاده از ورق لچکی



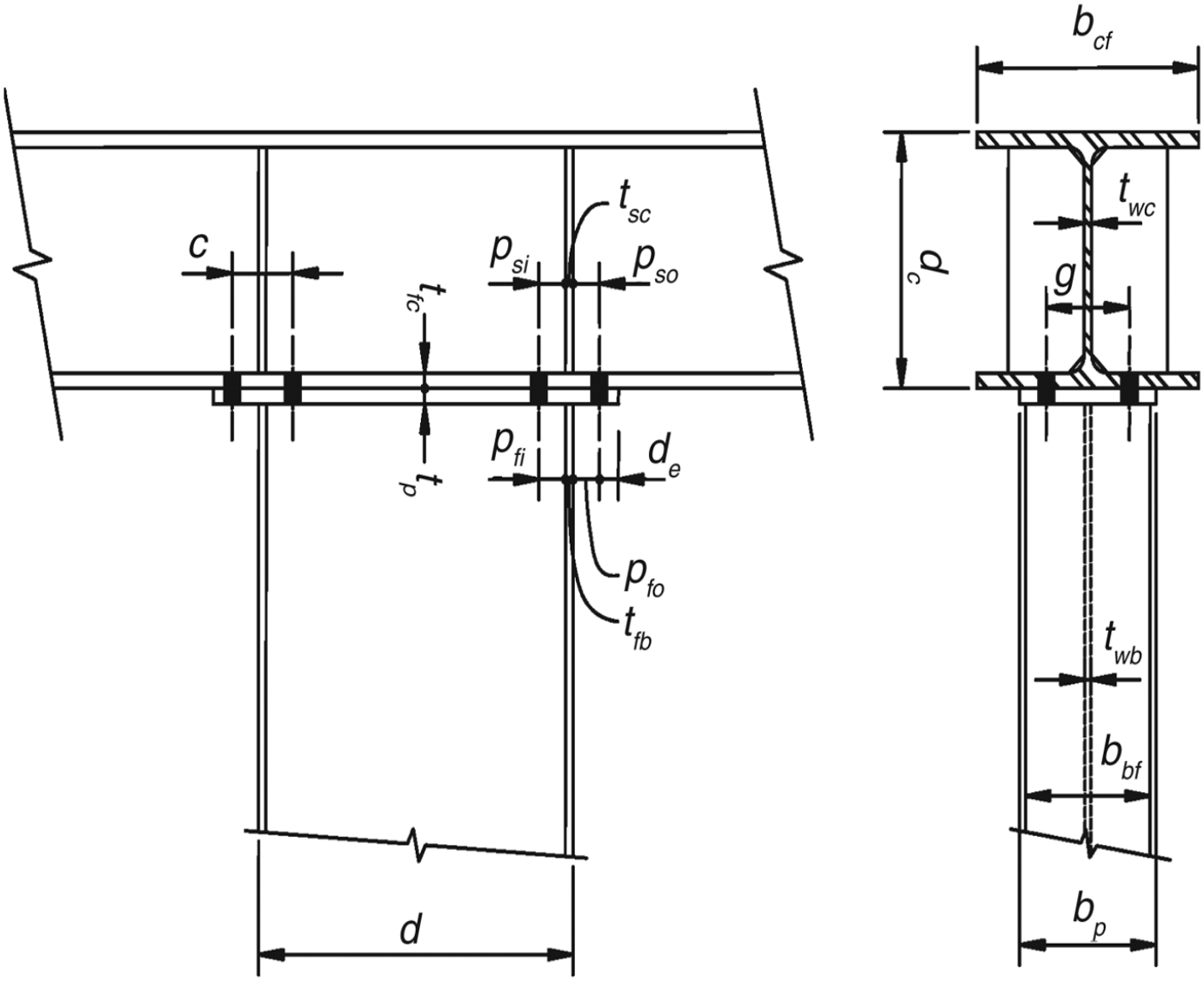
(a) Four-Bolt
Unstiffened, 4E

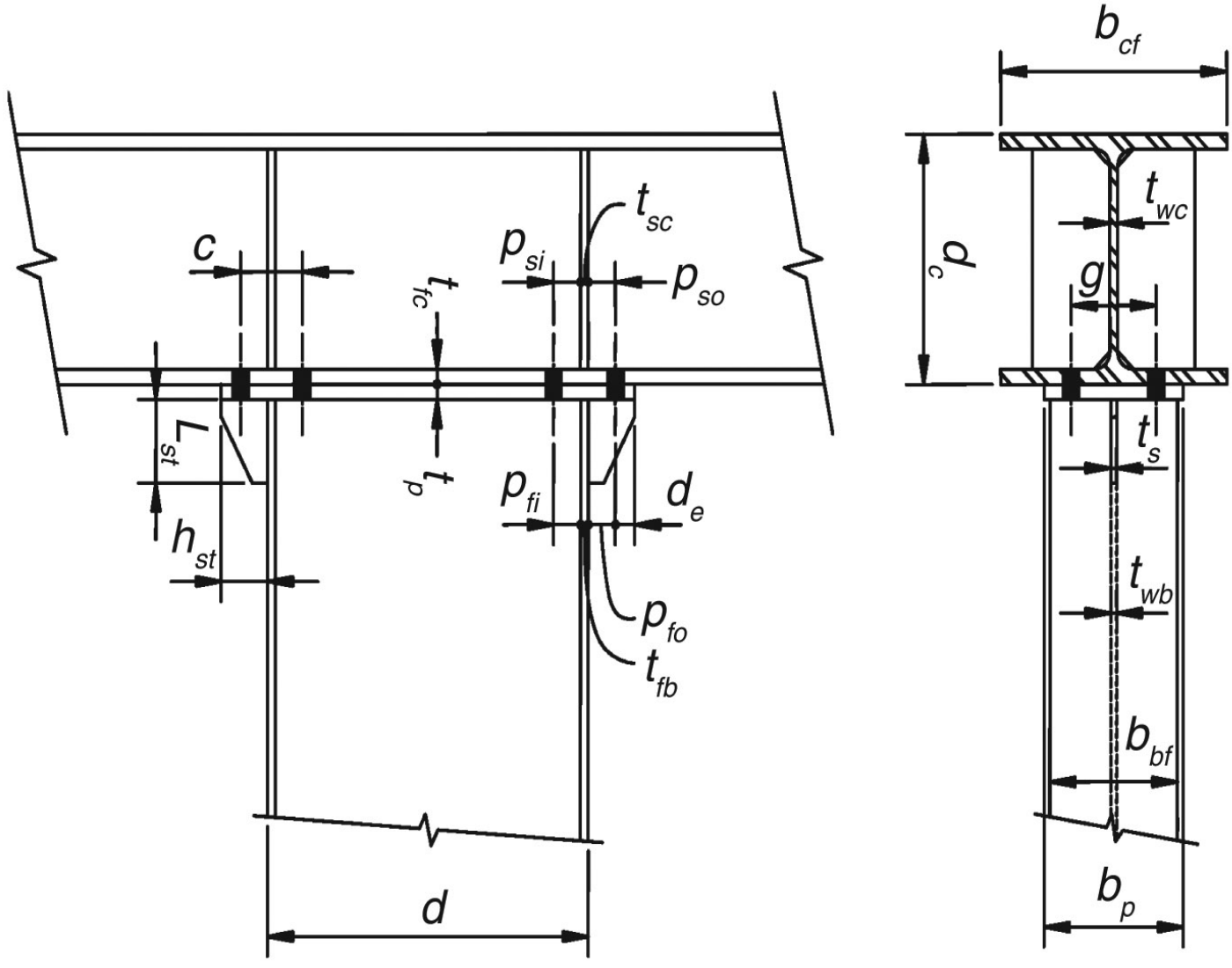


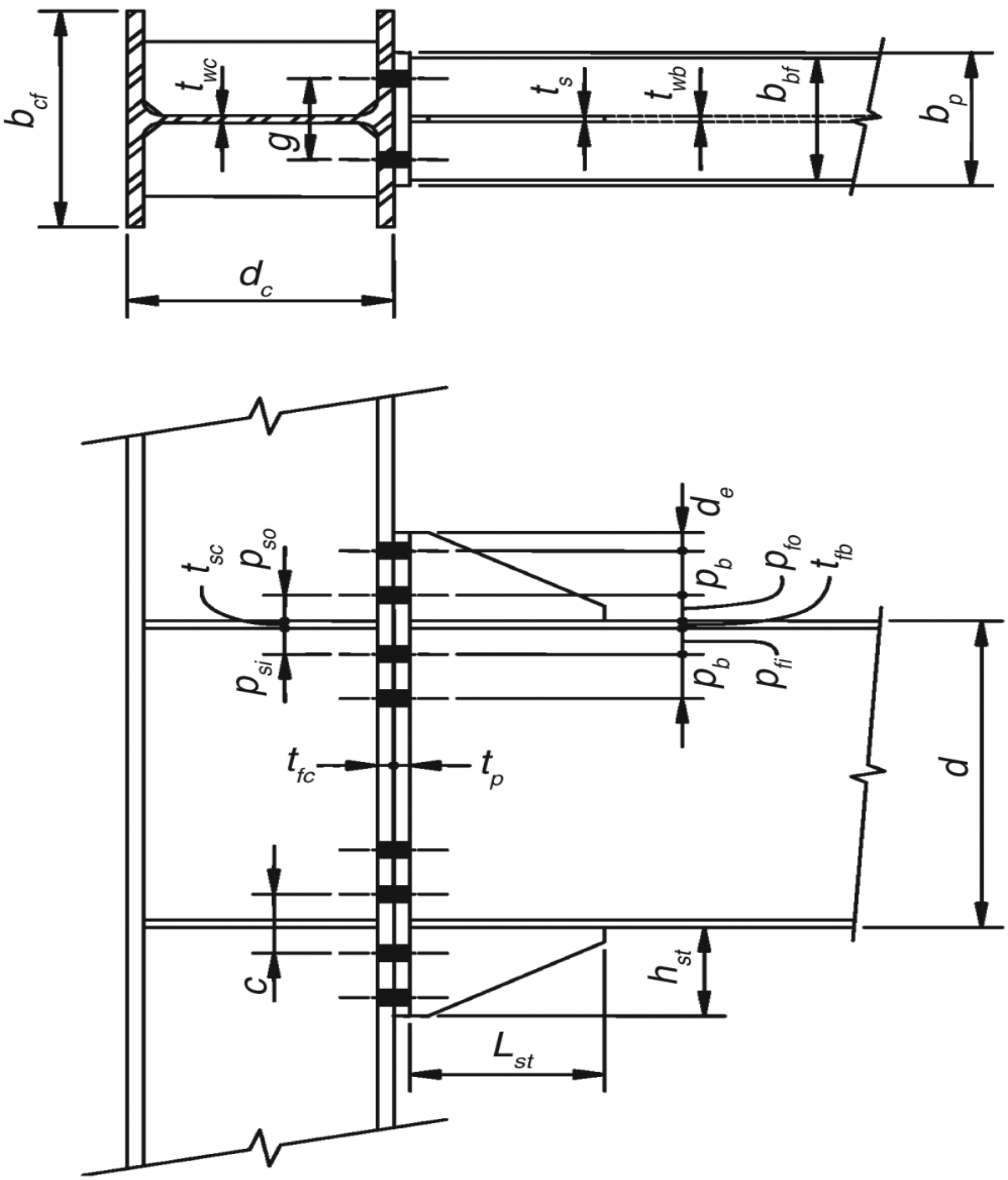
(b) Four-Bolt
Stiffened, 4ES

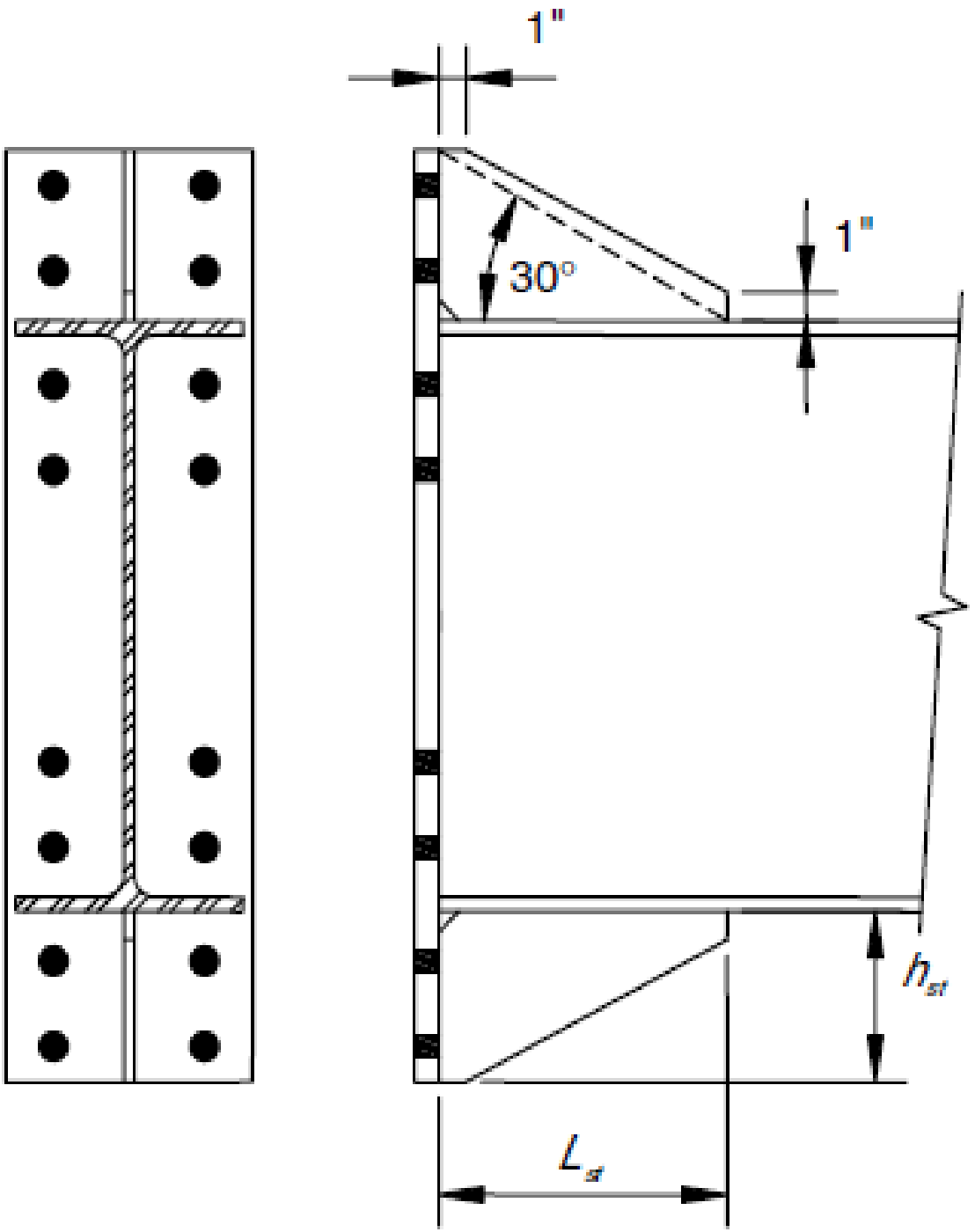


(c) Eight-Bolt
Stiffened, 8ES


b_{cf}
t_{wc}
d_c
g
t_{sc}
c
p_{si}
p_{so}
t_{fc}
t_p
p_{fi}
d_e
p_{fo}
t_{fb}
t_{wb}
b_{bf}
d
b_p


c
t_{sc}
p_{si}
p_{so}
t_{fc}
t_p
L_{st}
h_{st}
p_{fi}
d_e
p_{fo}
t_{fb}
d
b_{cf}
t_{wc}
d_c
g
t_s
t_{wb}
b_{bf}
b_p

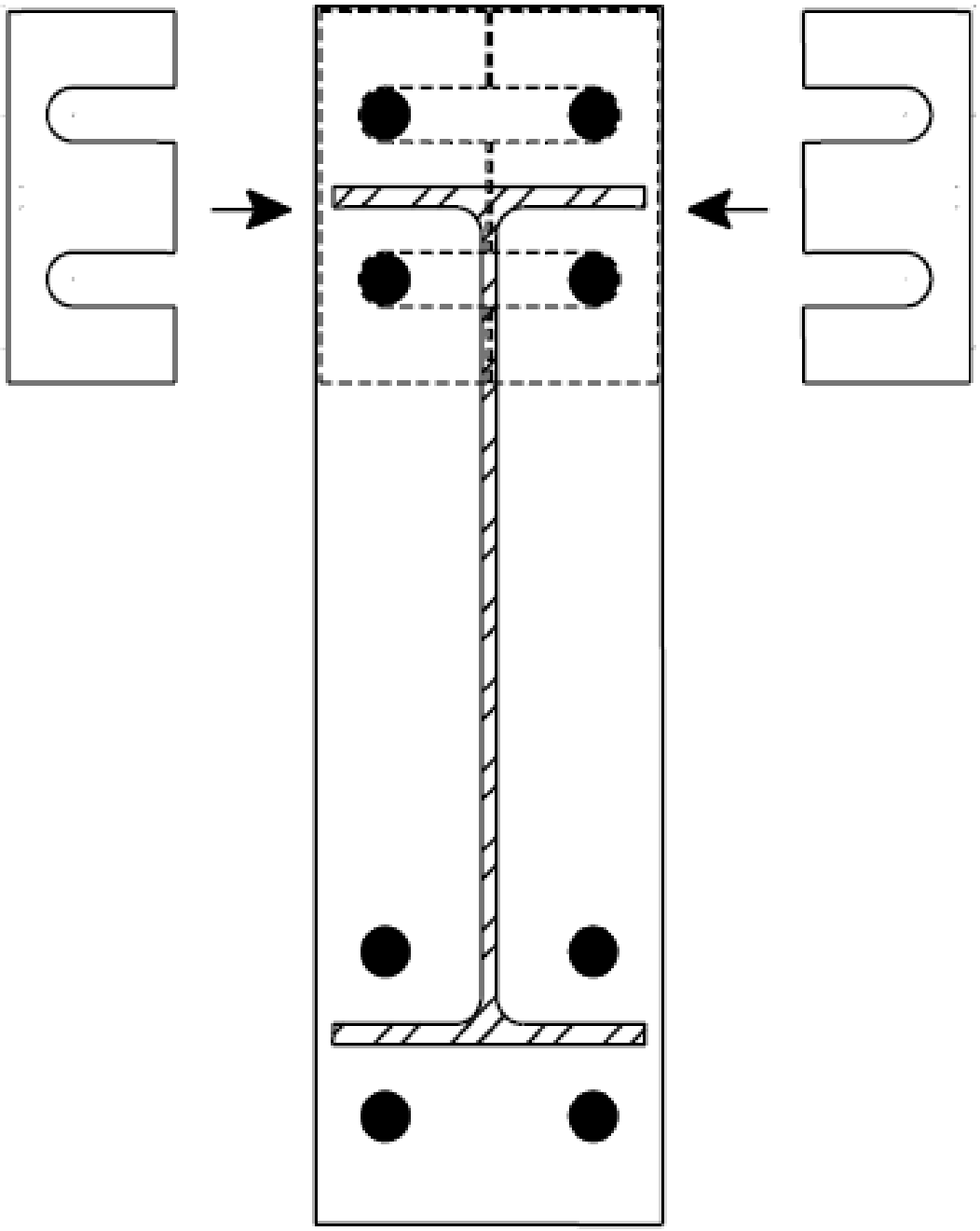

b_{cf}
t_{wc}
g
t_s
t_{wb}
b_{bf}
b_p
d_c
d_e
t_{sc}
p_{so}
p_b
p_{fo}
t_{fb}
p_{si}
p_b
p_{fi}
t_{fc}
t_p
d
c
h_{st}
L_{st}


1"
30°
1"
h_{st}
L_{st}

- در دو انتهای تیر تعبیه سوراخ دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تبر به ورق انتهایی مجاز نمی باشد.
- در دو انتهی تیر، ناحیه محافظت شده در اتصال فلنجی بدون ورق لچکی برابر کوچکترین دو مقدار ***عمق تیر و یا سه برابر عرض بال تیر*** از برستون می باشد.
- در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده در اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی برابر ***طول لچکی بعلاوه کوچکترین دو مقدار نصف عمق تیر و یا سه برابر عرض بال تیر*** از برستون می باشد.
- محل تشکیل مفصل پلاستیک در اتصال فلنجی بدون ورق لچکی برابر ***کوچکترین دو مقدار نصف عمق تیر و یا سه برابر عرض بال تیر*** از برستون می باشد.
- محل تشکیل مفصل پلاستیک در اتصال فلنجی با استفاده از ورق لچکی برابر ***طول لچکی بعلاوه ضخامت ورق انتهایی تیر*** ($L_{st} + t_p$)از برستون می باشد.

- تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند.علاوه بر آن در دو انتهای تیر، تعبیه مهار جانبی در فاصله ای بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن ، الزامی است.در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو ناحیه حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلیمتر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.
- در قابهای خمشی با دال بتنی سازه ای، در فاصله ۱/۵ برابر عمق تیر از بر ستون ، تعبیه برشگیر در روی بال فوقانی تیر مجاز نمی باشد.همچنین در فاصله حداقل برابر۲۵ میلیمتر از طریق مصالح انعطاف پذیر(نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هر دو طرف هر دو بال ستون اجتناب شود.
- پهنای ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده به آن کوچکتردر نظر گرفته شود.همچنین پهنای موثر ورق انتهایی نباید از بال تیر متصل شونده بعلاوه ۲۵ میلیمتر بزرگتر در نظر گرفته شود.

- ورق های لچکی باید در امتداد جان تیر ودر وسط ورق انتهایی تعبیه شوند.طول ورق های لچکی نباید از h_{st} ۱/۷۵ کوچکتر در نظر گرفته شود که درآن h_{st} ارتفاع لچکی ها در امتداد محور ستون می باشد.ورق های لچکی درروی بال تیر ونیز در انتهای ورق انتهایی باید حدوداً ۲۵ میلیمتر برش عمودی داشته وسپس مورب بریده شوند.ضخامت ورق های لچکی نباید کمتر از ضخامت جان مقطع تیر در نظر گرفته شود.لچکی ها باید دارای شرایط $\frac{h_{st}}{t_s} \le 0.56\sqrt{E/F_y}$ نیز باشند.
- بکار بردن ورق های پر کننده انگشتی در بالا وپایین ورق انتهایی مجاز است.
- در دوانتهای تیرهای ساخته شده از ورق، به فاصله حداقل برابر کوچکترین دو مقدار عمق تیر وسه برابر پهنای بال تیر،اتصال جان به بال باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد.ضخامت جوش های گوشه دو طرفه نباید از $۰/۷۵t_w$ (t_w ضخامت جان مقطع تیر است) و۶ میلیمتر کمتر در نظر گرفته شود.
- اتصال بال تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل بوده ودر وجه داخلی بال تیر با جوش گوشه به ضخامت حداقل ۸ میلیمتر تقویت گردد.برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.



- اتصال جان تیر به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.چنانچه ضخامت جان مقطع تیر کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر باشد، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است.ضخامت جوش های گوشه نباید از $۰/۸t_w$ و۸ میلیمتر کمتر در نظر گرفته شود.برای اتصال جان تیر به ورق انتهایی غیر از الزامات این بند، رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.
- اتصال لچکی(در صورت استفاده) به ورق انتهایی باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.چنانچه ضخامت لچکی ها کوچکتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر باشد،استفاده از جوش گوشه دوطرفه نیز مجاز است. ضخامت جوش های گوشه نباید از $۰/۷۵t_s$ (t_sضخامت ورق لچکی است) و۶ میلیمتر کمتر در نظر گرفته شود.برای اتصال لچکی به ورق انتهایی غیر از الزامات این بند، رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.
- اتصالات فلنجی باید محدودیت های ابعادی جدول ۱۰-۳-۱۳-۲ را با رعایت الزامات استثنای زیر برآورده نمایند.

- ***استثناء : در قاب های خمشی ویژه با دال بتنی سازه ای ودارای برشگیر فولادی مدفون در بتن در فاصله بین دو ناحیه محافظت شده تیر، عمق مقطع تیر نباید از ۷۰۰ میلیمتر کمتر در نظر گرفته شود.***
- نسبت دهانه آزاد تیر به عمق مقطع آن نباید از ۷ در قاب های خمشی ویژه واز ۵ در قابهای خمشی متوسط کمتر در نظر گرفته شود.
- عمق مقطع ستونهای با مقطع H شکل وصلیبی نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- ابعاد وضخامت ورق انتهایی ونیز مشخصات وتعداد پیچ های اتصال ورق انتهایی به بال ستون باید بر اساس مقاومت های خمشی وبرشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود.در تعیین مقاومت های طراحی وسایل اتصال ضریب کاهش مقاومت (ϕ) را برای طراحی پیچ ها،کنترل لهیدگی وگسیختگی کششی وبرش قالبی ورق انتهایی،می توان برابر ۰/۹ وبرای کنترل خمش وبرش در ورق انتهایی برابر یک در نظر گرفت.

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

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

در جدول فوق:

b_{bf} = پهنای بال تیر

b_p = پهنای ورق انتهایی

d = عمق تیر متصل‌شونده به ورق انتهایی

g = فاصلهٔ افقی بین دو ردیف قائم پیچ

p_b = فاصلهٔ قائم بین دو ردیف پیچ در هر دو طرف بال تیر در اتصال فلنجی هشت پیچی

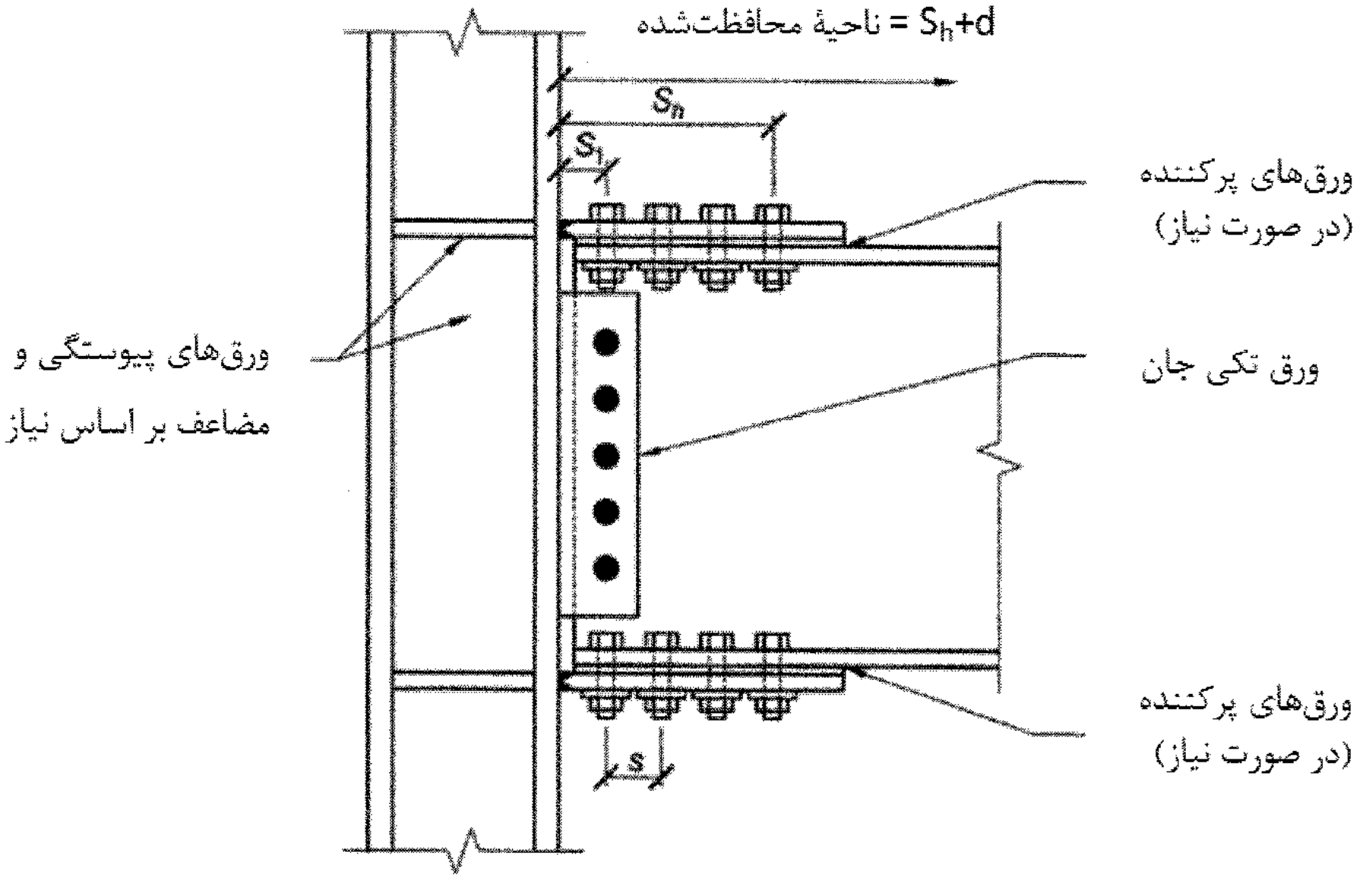
p_{fi} = فاصلهٔ قائم بین نزدیکترین ردیف پیچ داخلی تا بر بال کششی تیر

p_{fo} = فاصلهٔ قائم بین نزدیکترین ردیف پیچ بیرونی تا بر بال کششی تیر

t_{bf} = ضخامت بال مقطع تیر

t_p = ضخامت ورق انتهایی

• اتصال گیردارپیچی با ورق های روسری وزیر سری



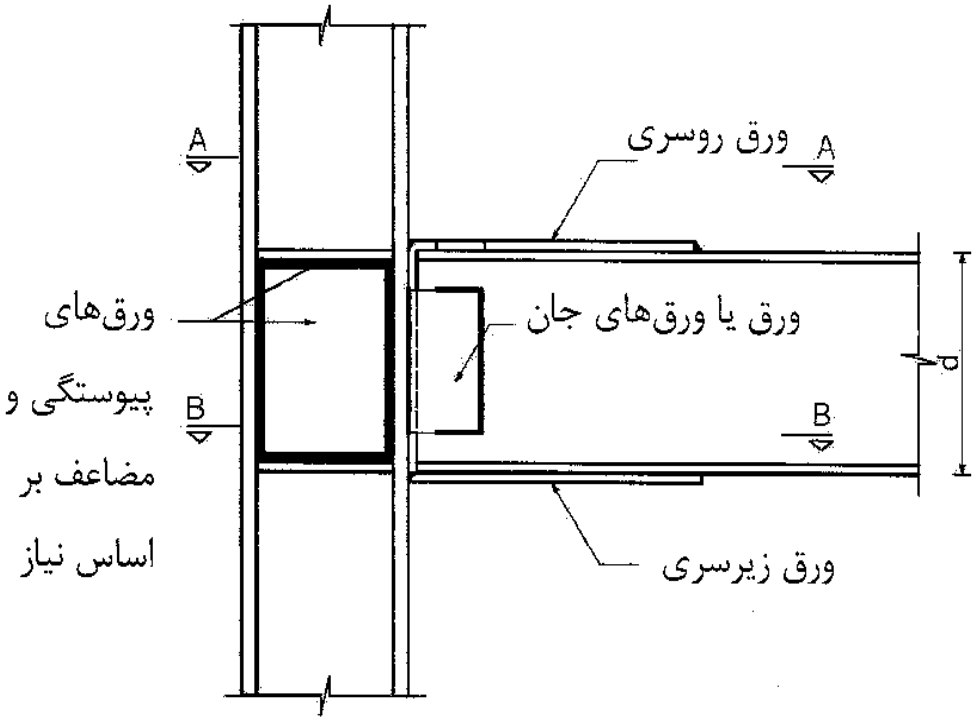
- در دو انتهای تیر تعبیه سوراخ دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی باشد.
- در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر ***فاصله از برستون تا دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به بر ستون بعلاوه عمق تیر*** *در نظر گرفته شود.*
- محل تشکیل مفصل پلاستیک S_h درروی تیرباید در محل ***دورترین ردیف پیچ در روی بال تیر نسبت به برستون ،*** *در نظر گرفته شود.*
- تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند.علاوه بر آن در دو انتهای تیر، تعبیه مهار جانبی در فاصله ای بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن ، الزامی است.در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو ناحیه حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلیمتر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.
- در قابهای خمشی ویژه با دال بتنی سازه ای ودارای برشگیر های مدفون در بتن، در فاصله حداقل برابر۲۵ میلیمتر از طریق مصالح انعطاف پذیر(نظیر یونولیت) باید از اتصال دال بتنی به هر دو طرف هر دو بال ستون جلوگیری بعمل آید.

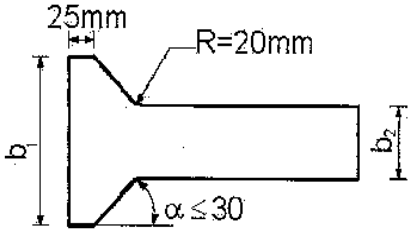
- استفاده از ورق های پرکننده به ضخامت مجموعاً ۶ میلیمتر بین ورقهای اتصال وبال تیر مجاز است.
- اتصال ورق های روسری وزیر سری به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل وبه بال های تیر از نوع پیچی با قطر پیچ حداکثر برابر ۲۷ میلیمتر باشد.در صورت استفاده از تسمه پشت بند در پشت جوش نفوذی تسمه های پشت بند باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند.
- اتصال ورق تکی جان به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه دو طرفه باشد. ضخامت جوش های گوشه در هر دو طرف نباید از t_w ۰/۸t_w ضخامت ورق تکی جان است) و۸ میلیمتر کمتر در نظر گرفته شود.
- اتصال ورق تکی جان به جان تیر باید از نوع پیچی ودارای سوراخ لوبیایی کوتاه افقی باشد.
- وزن واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.
- عمق مقطع تیر نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلیمتر تجاوز نماید.

- عمق مقطع تیر در قابهای خمشی ویژه نباید از یک نهم دهانه آزاد تیر ودر قابهای خمشی متوسط نباید از یک هفتم دهانه آزاد تیربیشتر باشد.
- عمق مقطع ستون های H شکل وصلیبی در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای و دارای برشگیر مدفون در بتن نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر ودر غیاب دال بتنی سازه ای از ۴۰۰ میلیمتر تجاوز نماید. عمق وپهنای مقطع ستون های قوطی شکل ساخته شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- ابعاد وضخامت ورق های روسری وزیرسری و نیز مشخصات وتعداد پیچ های اتصال این ورق ها به بال تیرباید بر اساس مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود.در تعیین مقاومت های طراحی بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲، ضریب کاهش مقاومت (ϕ) را برای طراحی پیچ ها،کنترل لهیدگی وگسیختگی کششی وبرش قالبی ورق انتهایی،می توان برابر ۰/۹ وبرای کنترل کشش در ورق های روسری وزیرسری برابر یک در نظر گرفت.

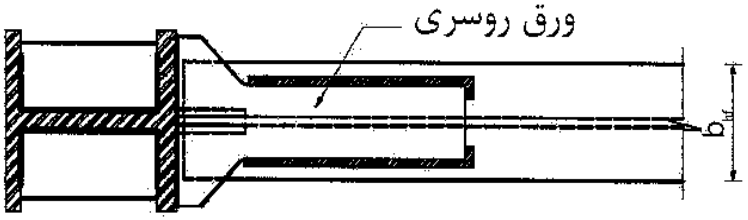
- ابعاد وضخامت ورق تکی جان و نیز مشخصات وتعداد پیچ های اتصال این ورق به جان تیرباید بر اساس مقاومت برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. مقاوت های اسمی و ضریب کاهش مقاومت(ϕ) ورق تکی جان وپیچ های نظیر آن باید بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲ تعیین شود.

• اتصال گیردارجوشی با ورق های روسری وزیر سری

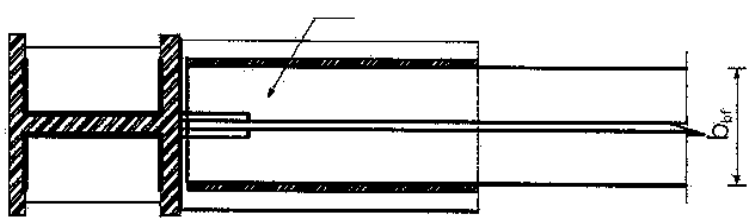




β= ضریب بازرسی جوش ورق روسری



مقطع A-A



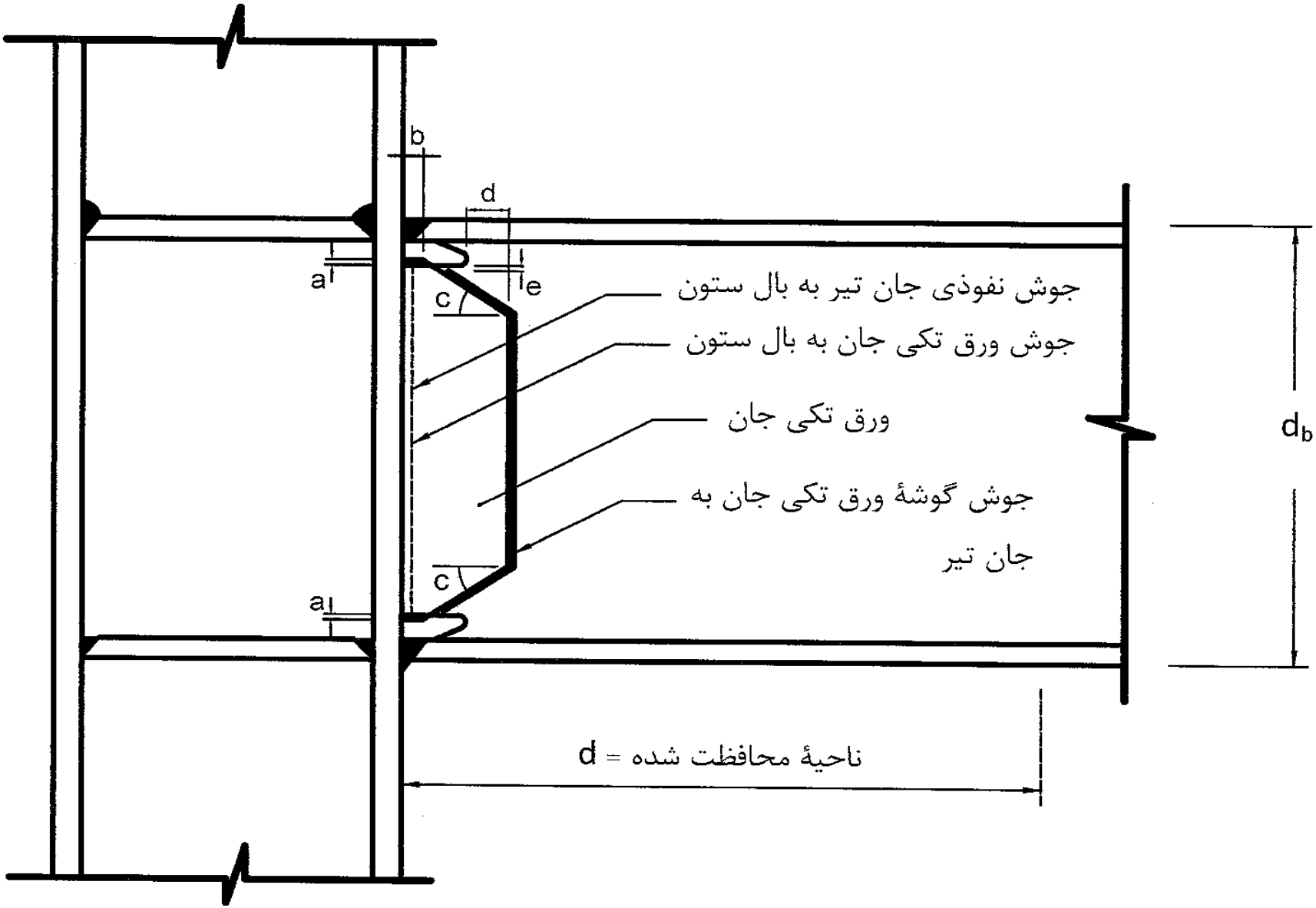
مقطع B-B

- در دو انتهای تیر تعبیه سوراخ دسترسی برای انجام جوشکاری مجاز نمی باشد.
- در دو انتهی تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر ***فاصله از برستون تا انتهای ورق روسری یا زیرسری (هر کدام که بزرگتر است)بعلاوه نصف عمق تیر بعد از آن،*** در نظر گرفته شود.
- محل تشکیل مفصل پلاستیک S_h در روی تیر باید در ***محل انتهای ورق های روسری یا زیرسری (هر کدام که بزرگتر است)،*** در نظر گرفته شود.
- تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند.علاوه بر آن در دو انتهای تیر، تعبیه مهار جانبی در فاصله ای بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن ، الزامی است.در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو ناحیه حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلیمتر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.
- اتصال ورق های روسری وزیرسری به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل وبه بال های تیر از نوع جوش گوشه باشد.در صورت استفاده از تسمه پشت بند در پشت جوش های نفوذی،تسمه های پشت بند باید پس از انجام جوشکاری برداشته شوند.

- اتصال ورق (یا ورق های) جان به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه باشد.در صورت استفاده از ورق تکی جانف جوش گوشه باید دو طرفه باشد.
- اتصال ورق (یا ورق های) جان به جان تیر باید از نوع جوش گوشه باشد.
- عمق مقطع تیر نباید از ۹۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- عمق مقطع تیر در از یک پنجم دهانه آزاد تیربیشتر باشد.
- عمق مقطع ستون های H شکل وصلیبی درقاب های خمشی با دال بتنی سازه ای و دارای برشگیر مدفون در بتن، نباید از ۹۰۰ میلیمتر ودر غیاب دال بتنی سازه ای از ۴۰۰ میلیمتر تجاوز نماید. عمق وپهنای مقطع ستون های قوطی شکل ساخته شده از ورق نباید از ۷۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.

- ابعاد وضخامت ورق های روسری وزیرسری و نیز مشخصات جوش های آنها به بال های تیر باید بر اساس مقاومت خمشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود.در تعیین مقاومت های طراحی بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲، ضریب کاهش مقاومت (ϕ) را برای تعیین مشخصات جوش می توان برابر ۰/۹ وبرای تعیین ضخامت ورق های روسرس وزیرسری برابر یک در نظر گرفت.
- ابعاد وضخامت ورق جان (یا ورق های جان) و نیز جوش آن (یا آنها) به بال ستون وجان تیر باید بر اساس مقاومت برشی مورد نیاز اتصال تیر به ستون (مطابق الزامات بند ۱۰-۳-۸-۳-پ) تعیین شود. مقاوت های اسمی و ضریب کاهش مقاومت(ϕ) ورق جان (یا ورق های جان) وجوش های آن (یا آنها) باید بر اساس الزامات فصل ۱۰-۲ تعیین شود.

• اتصال گیردار تقویت نشده جوشی



- در دو انتهای تیر، تعبیه سوراخ دسترسی برای انجام جوش نفوذی بال تیر به بال ستون الزامی است.
- در دو انتهای تیر، ناحیه محافظت شده باید برابر ***فاصله از برستون تا یک برابر عمق مقطع تیر*** بعد از آن در نظر گرفته شود.
- محل تشکیل مفصل پلاستیک S_h درروی تیر باید ***در محل بر ستون*** در نظر گرفته شود.
- تیرها باید دارای مهار جانبی مطابق الزامات بخش ۱۰-۳-۶ باشند.علاوه بر آن در دو انتهای تیر، تعبیه مهار جانبی در فاصله ای بین انتهای ناحیه محافظت شده تا نصف عمق تیر بعد از آن ، الزامی است.در قاب های خمشی با دال بتنی سازه ای، در صورتی که تیرها در فاصله بین دو ناحیه حفاظت شده دارای برشگیرهای فولادی مدفون در بتن به فاصله حداکثر برابر ۳۰۰ میلیمتر باشند، تعبیه مهارهای جانبی در محل های مذکور الزامی نیست.
- اتصال بال های تیر به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد.برای این جوش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.

- در این نوع اتصالات، انتقال برش باید از طریق دو عامل،یکی اتصال مستقیم جان تیر به بال ستون ودیگری اتصال ورق تکی جان به بال ستون صورت گیرد. اتصال جان تیر به بال ستون باید از نوع جوش نفوذی با نفوذ کامل باشد. اتصال ورق تکی جان به بال ستون می تواند از طریق جوش نفوذی با نفوذ کامل یا جوش گوشه صورت گیرد.مقاوت برشی طراحی اتصال ورق تکی جان به بال ستون باید حداقل برابر $h_p t_p(0.6R_yF_y)$ باشد که درآن h_p ارتفاع ورق تکی جان وt_p ضخامت آن است.
- اتصال ورق تکی جان به جان تیر باید از طریق جوش گوشه به ضخامت برابر ضخامت ورق تکی جان منهای ۲ میلیمتر انجام پذیرد.ضخامت ورق تکی جان باید حداقل برابر ضخامت جان مقطع تیر باشد.
- ورق تکی جان باید محدودیت های ابعادی جدول ۱۰-۳-۱۳-۳ راتأمین نماید.به جزالزامات این بند برای انتقال برش رعایت ضابطه طراحی خاصی الزامی نیست.

جدول۱۰-۳-۱۳-۳ محدودیت‌های ابعادی ورق تکی جان در اتصال گیردار تقویت‌نشدهٔ جوشی (WUF-W)

ردیف	شرح	محدودیت
۱	هم‌پوشانی ورق جان با سوراخ‌های دسترسی	$۶mm \leq a \leq ۱۲mm$
۲	شیب پهنای ورق جان	$۲۰^\circ \leq c \leq ۴۰^\circ$
۳	فاصله قائم انتهای جوش ورق جان به جان تیر تا سوراخ دسترسی	$۱۲mm \leq e \leq ۲۵mm$
۴	برگشت عمودی انتهای ورق جان	$b \geq ۲۵mm$
۵	انتهای پهنای ورق جان به انتهای سوراخ‌های دسترسی	$d \geq ۵۰mm$

- مقاطع تیرها باید ازنوع I شکل بوده و عمق مقطع آنها حداکثر ۱۰۰۰ میلیمتر باشد.
- وزن واحد طول تیر نباید از ۲۵۰ کیلوگرم تجاوز نماید.
- ضخامت بال مقطع تیر نباید از ۳۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- عمق مقطع تیر در قابهای خمشی ویژه نباید از یک هفتم دهانه آزاد تیر ودر قابهای خمشی متوسط نباید از یک پنجم دهانه آزاد تیربیشتر باشد.
- عمق مقطع ستون های H شکل و عمق پهنای ستون های با مقطع صلیبی شکل نباید از ۱۰۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.همچنین عمق وپهنای ستون های با مقطع قوطی شکل نباید از ۷۰۰ میلیمتر تجاوز نماید.
- در این گونه اتصالات ضریب C_{pr} برابر ۱/۴ در نظر گرفته شود.