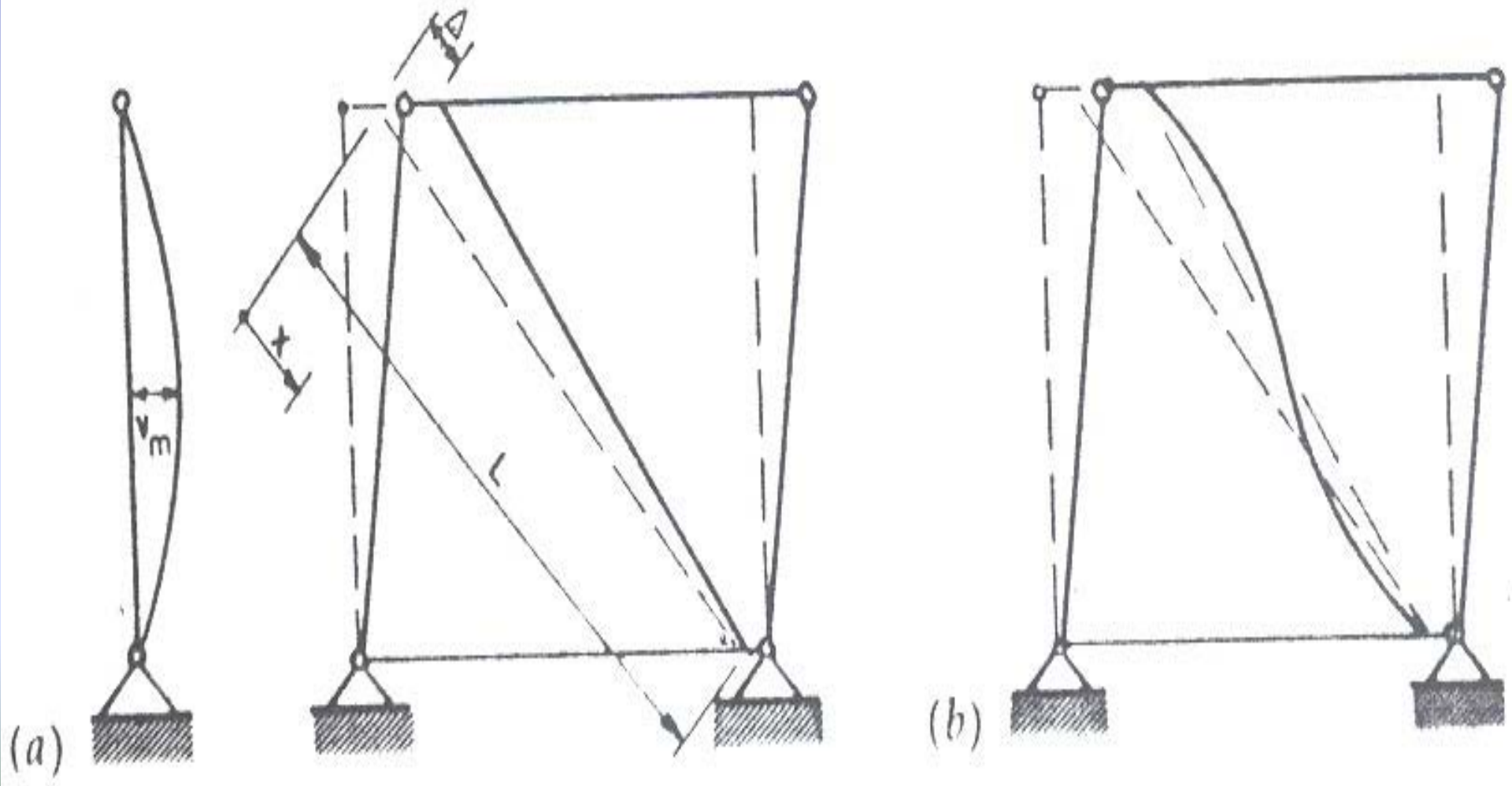
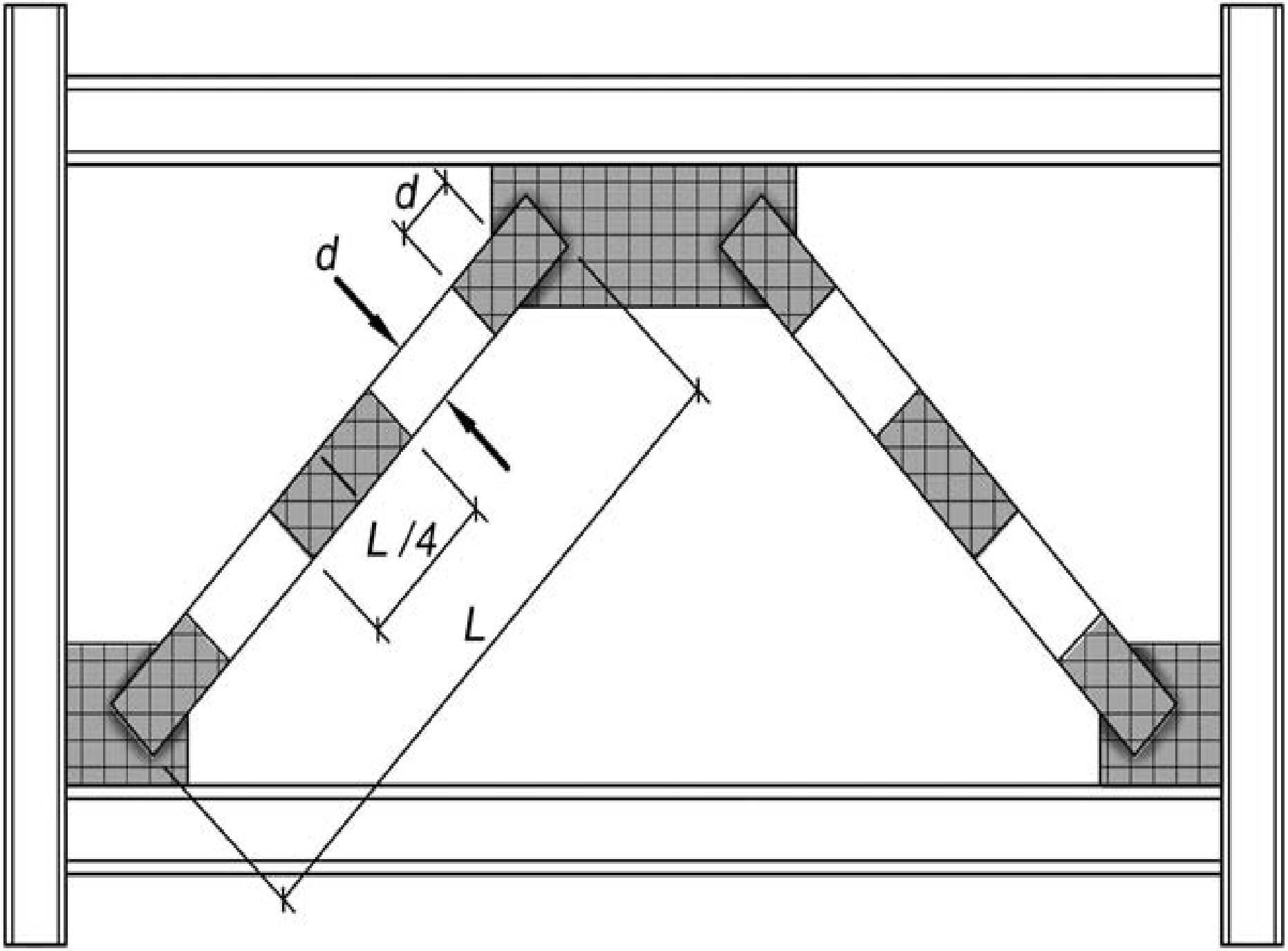
الزامات لرزه ای در

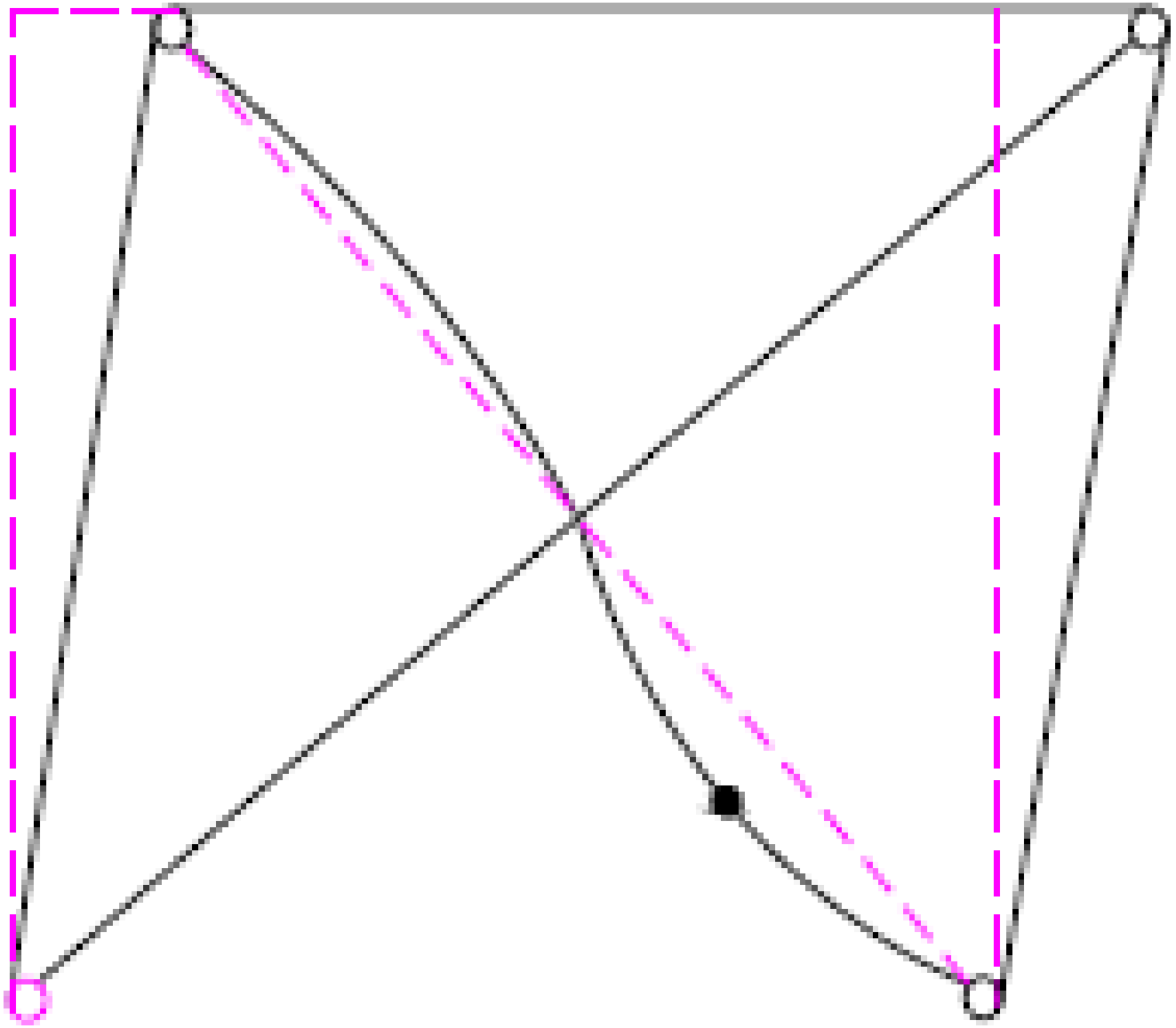
اجرای قابهای

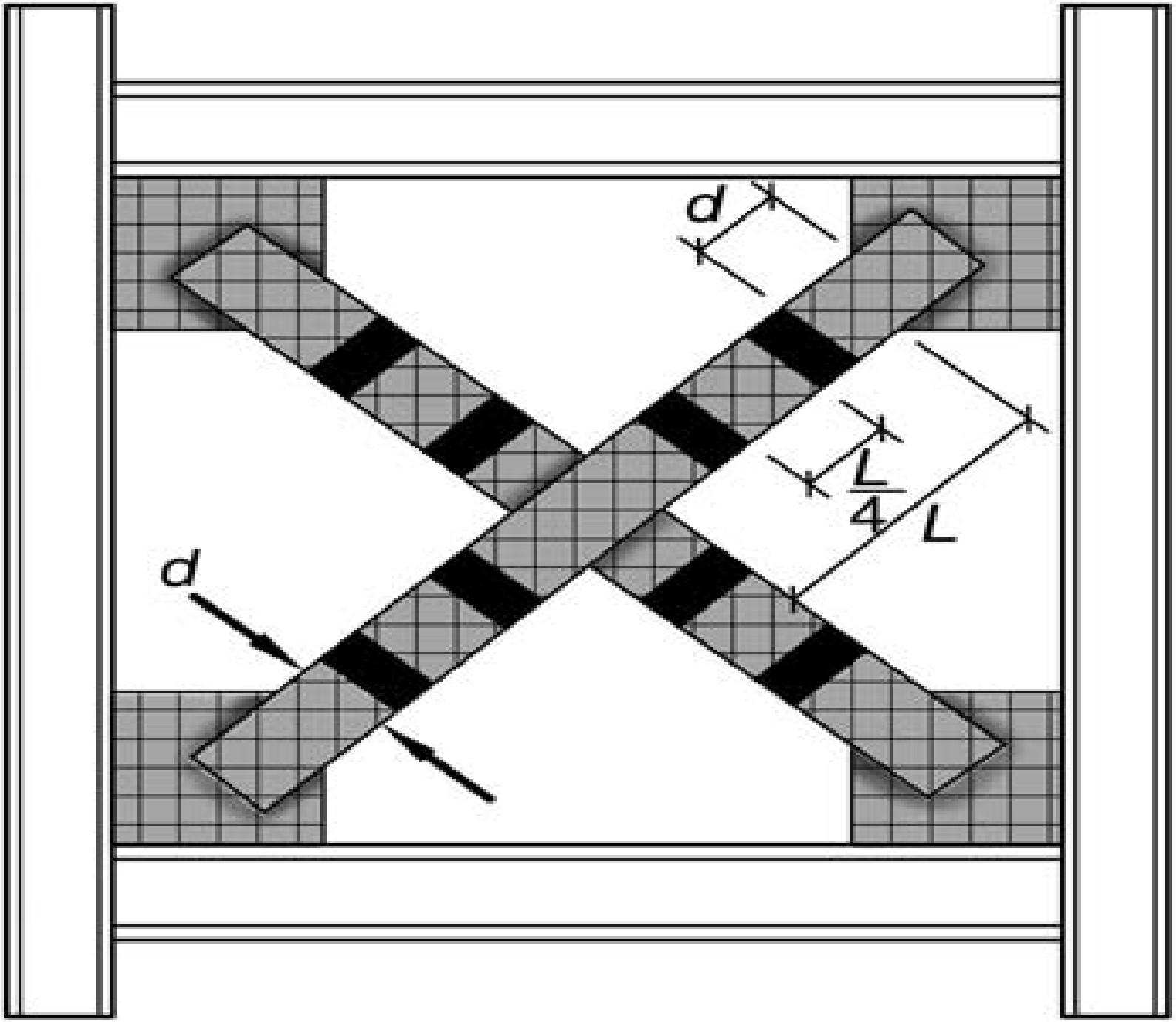
مهاربندی شده همگرا و واگرا

۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده همگرای معمولی




d
d
L/4
L




d
L/4
L
d

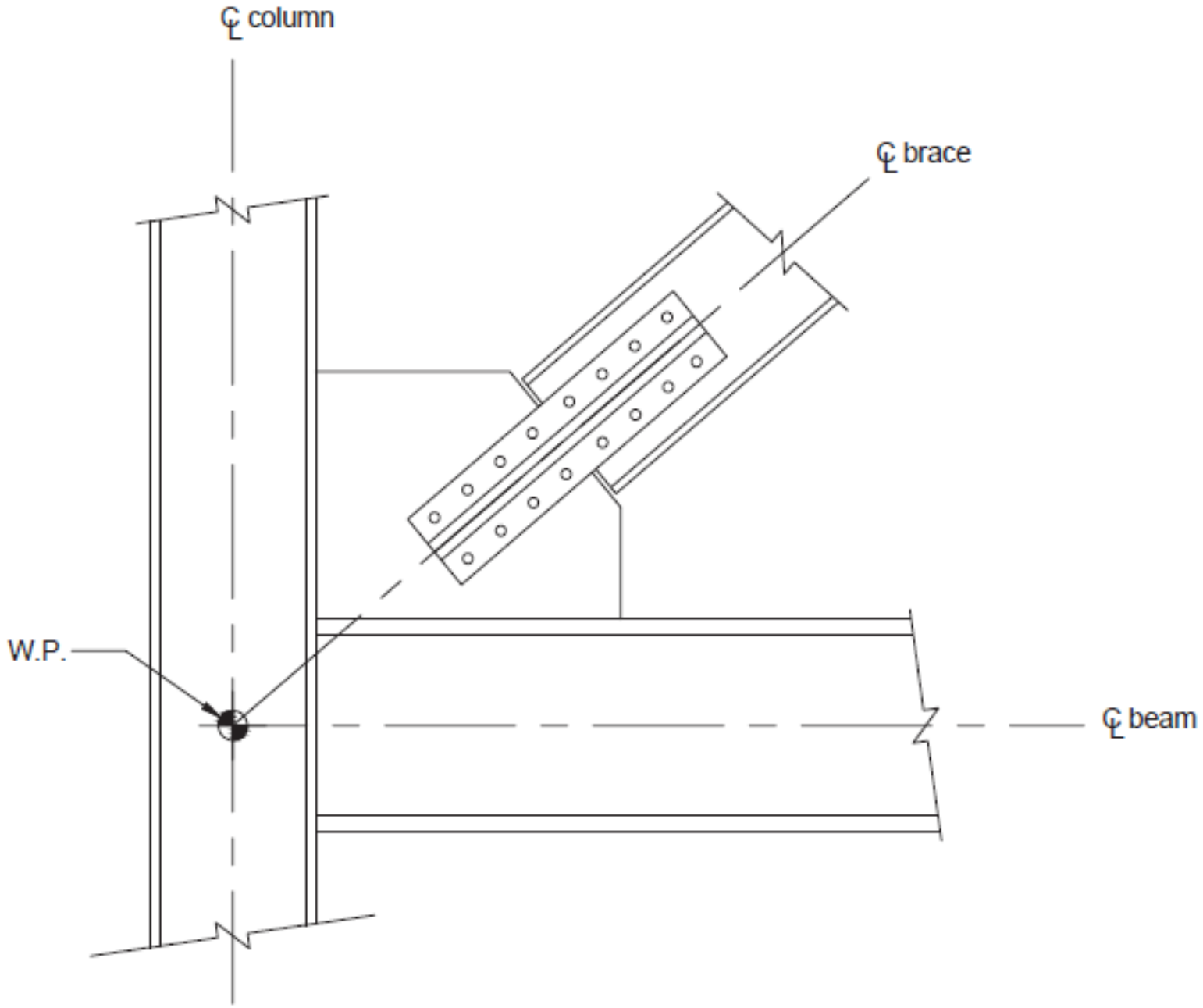


Fig. 2-2. Detail A—typical concentric gusset connection.

TF60F

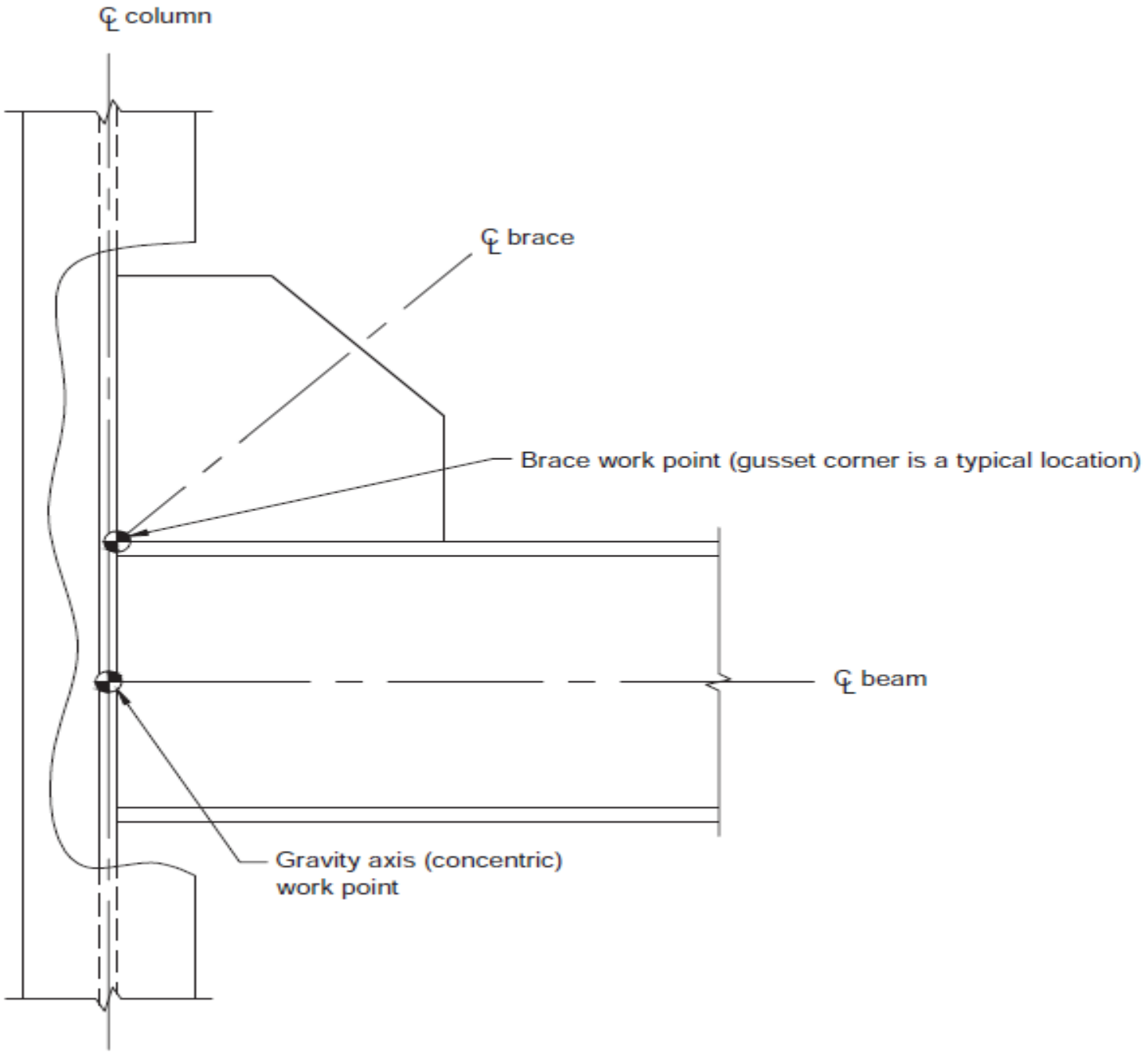


Fig. 2-3. Nonconcentric brace work point.

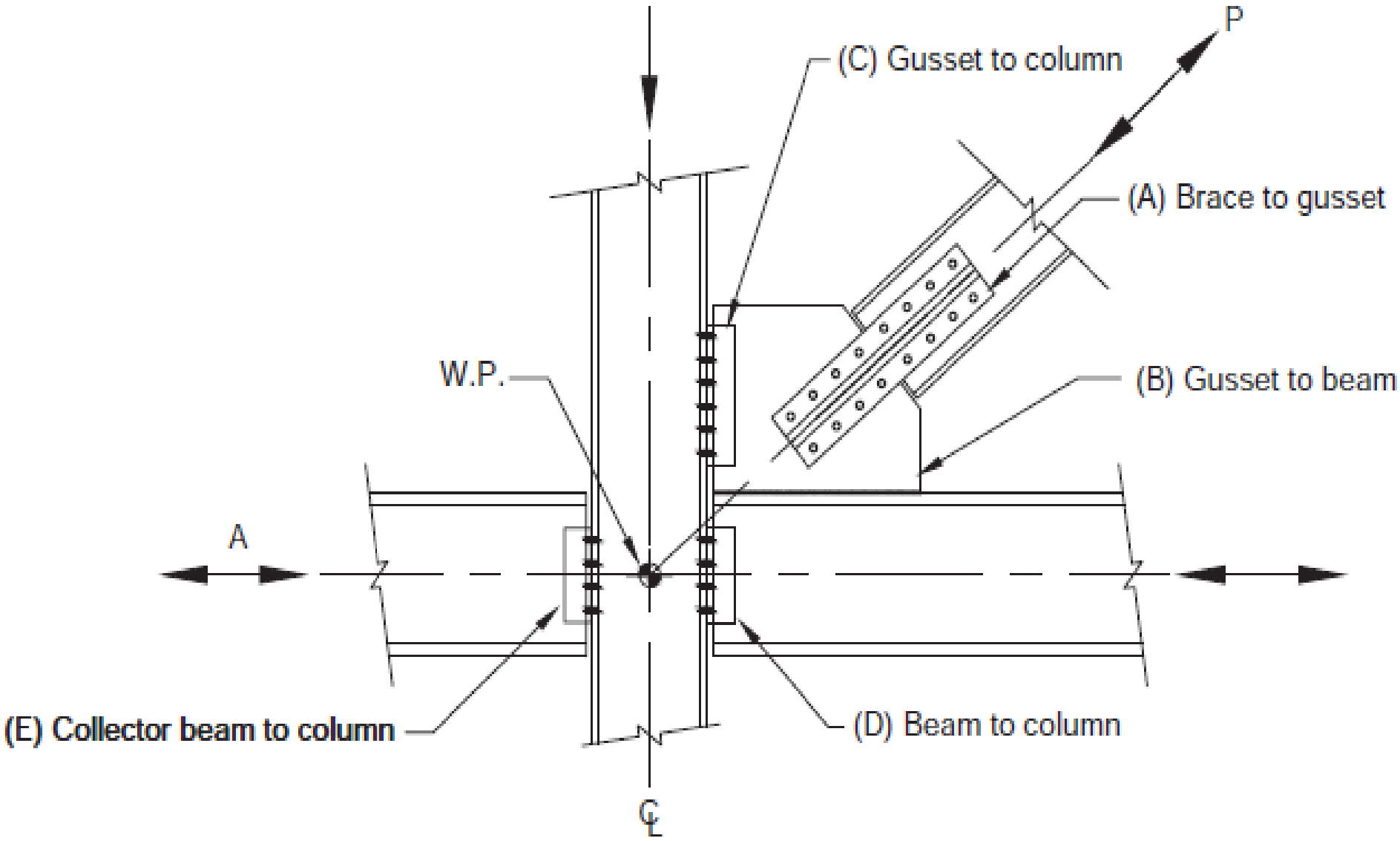


Fig. 3-1. Concentric (corner gusset) bracing connection.

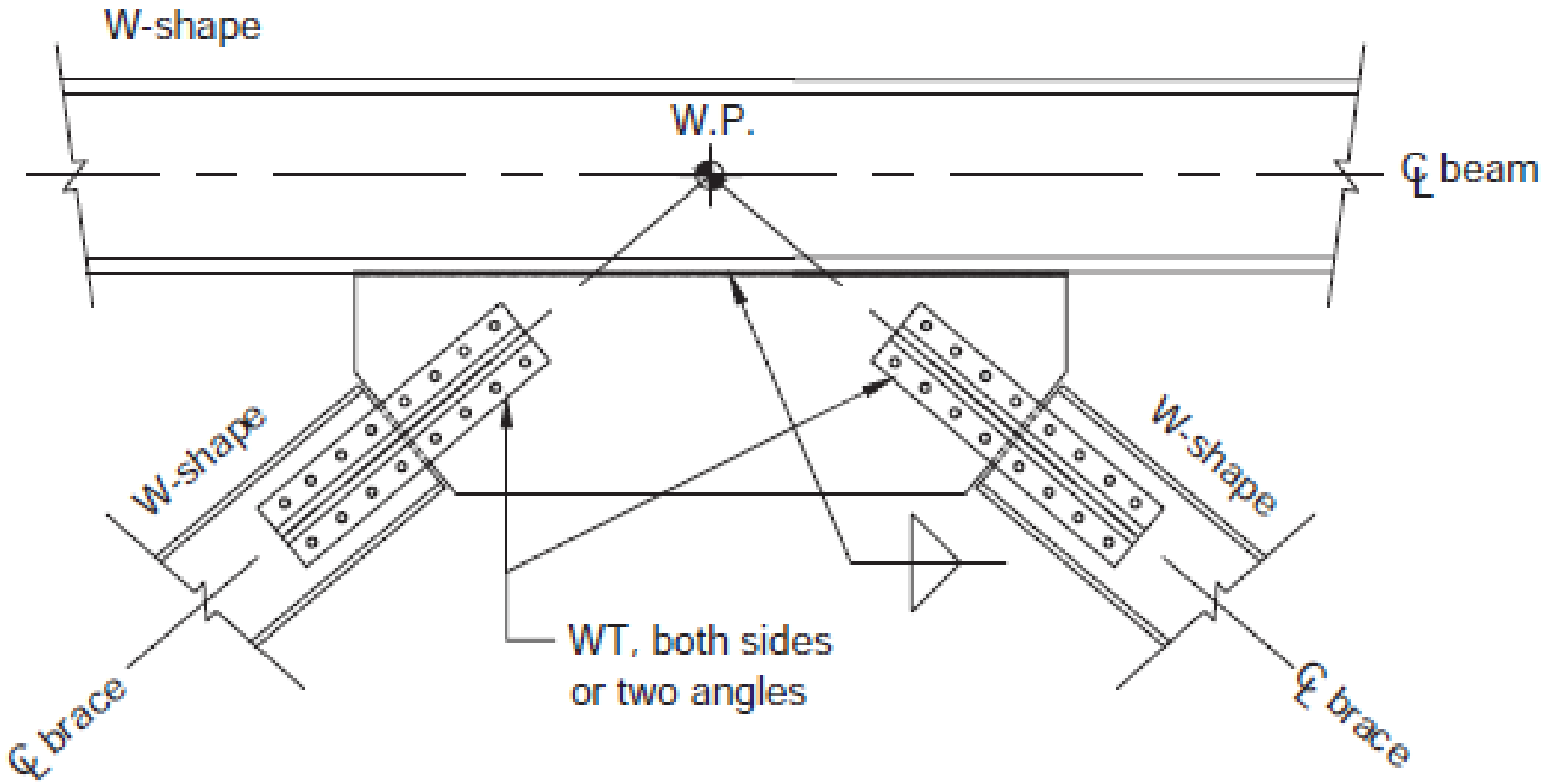


Fig. 3-2. Typical chevron brace connection configuration (center gusset).

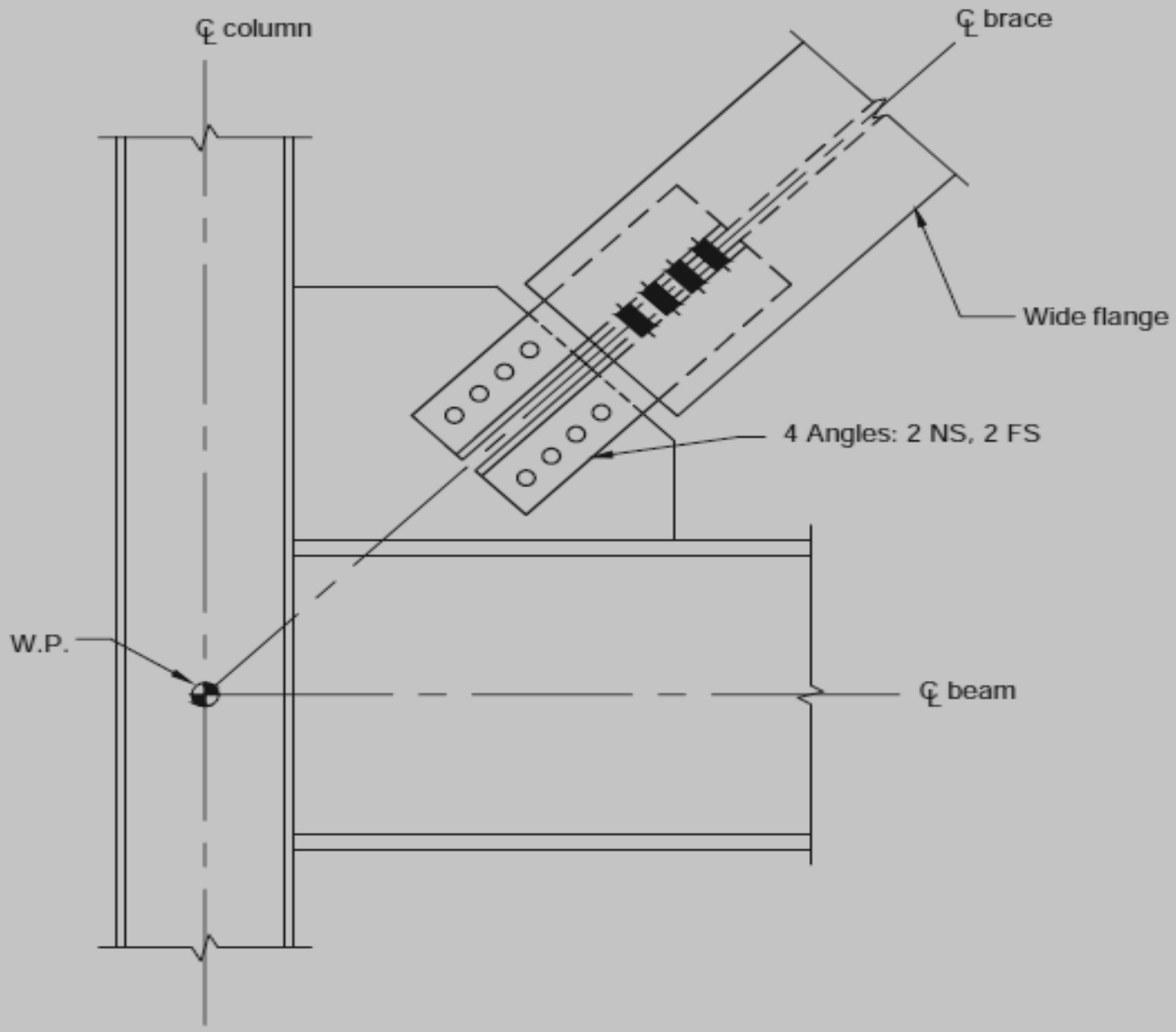


Fig. 3-3. Wide-flange brace (flange to view) with four angles connecting to gusset.

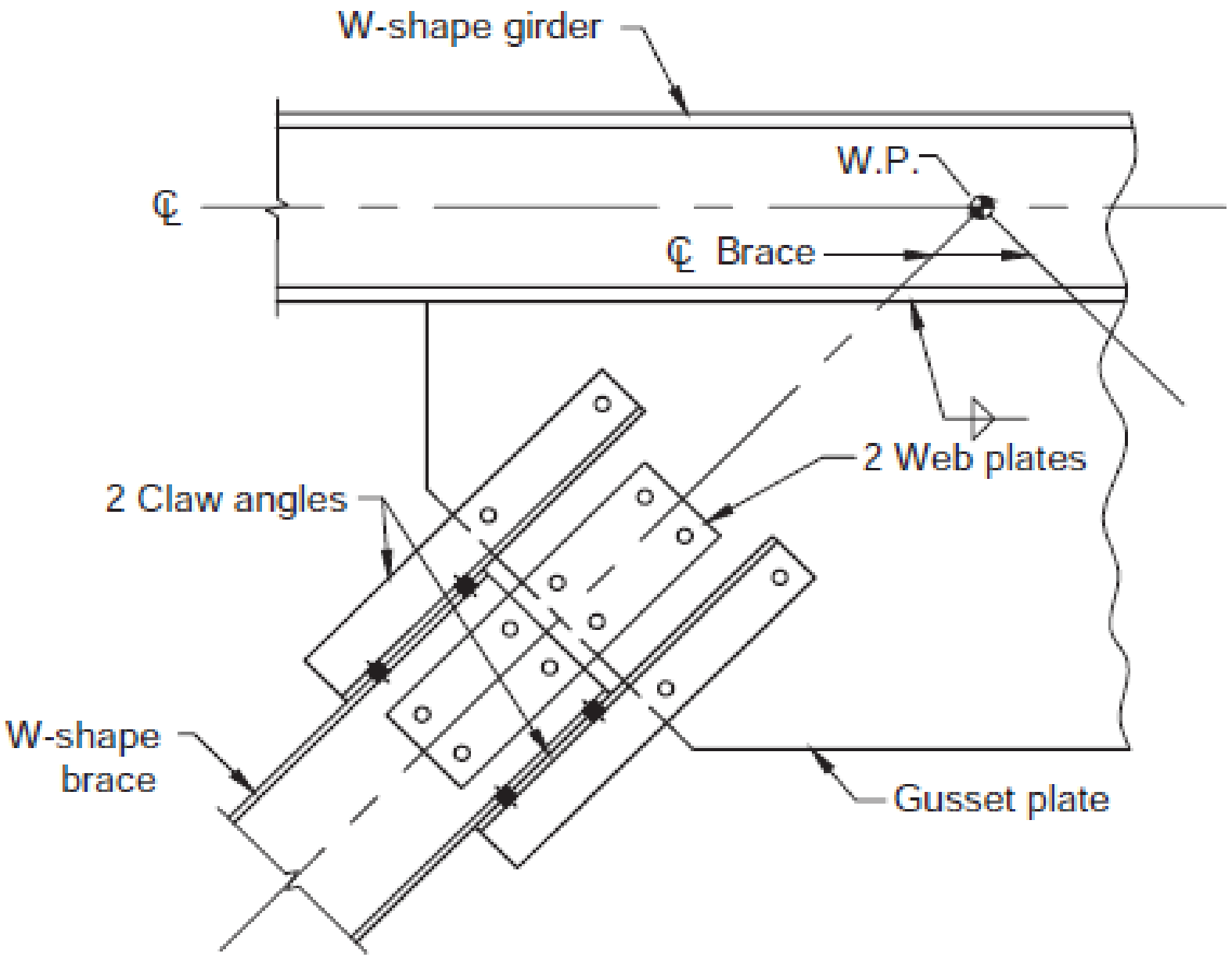


Fig. 3-4. Wide-flange brace (web to view) with "claw" angles and web plate.

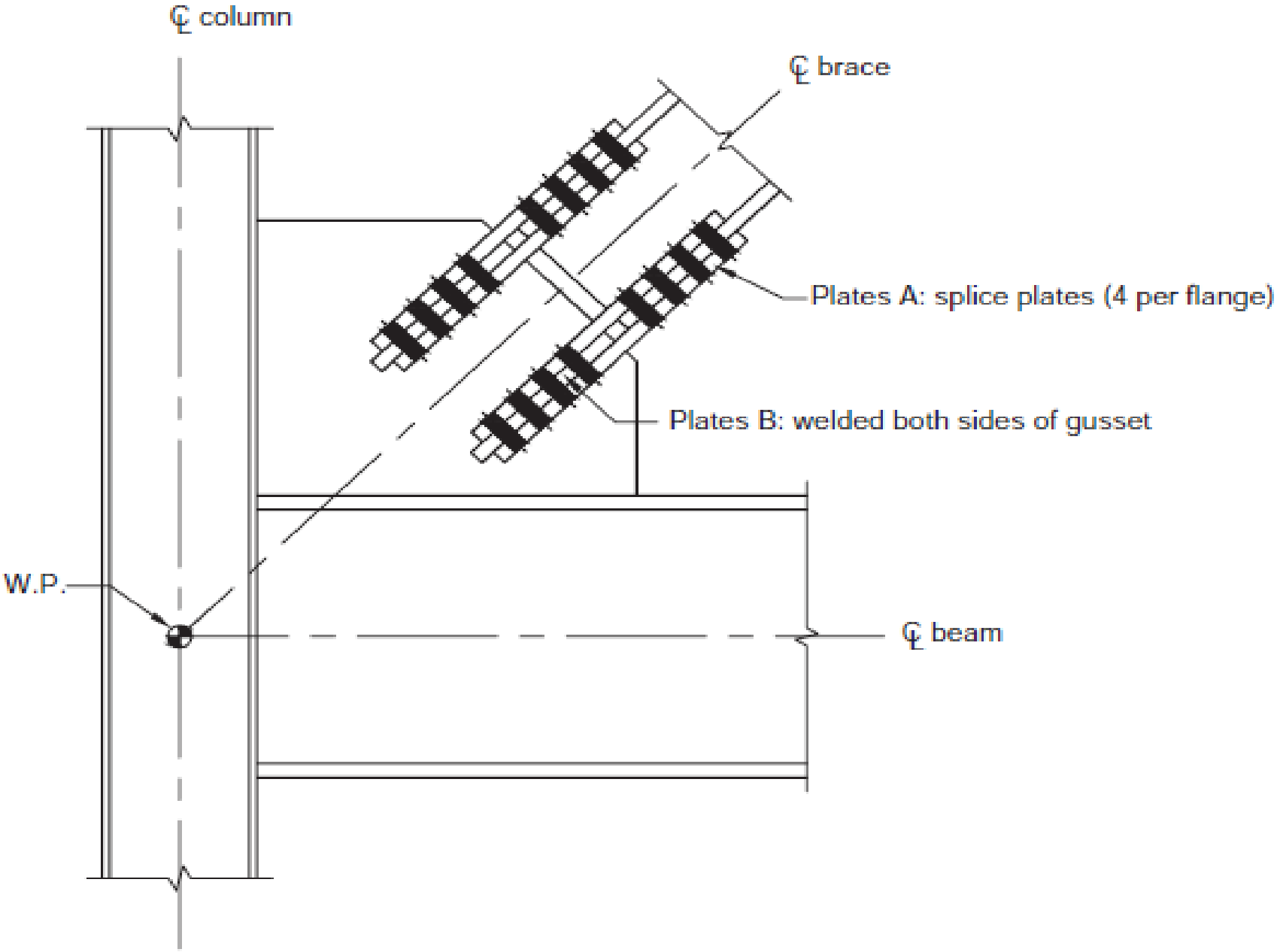


Fig. 3-5. Compact splice-type connection.

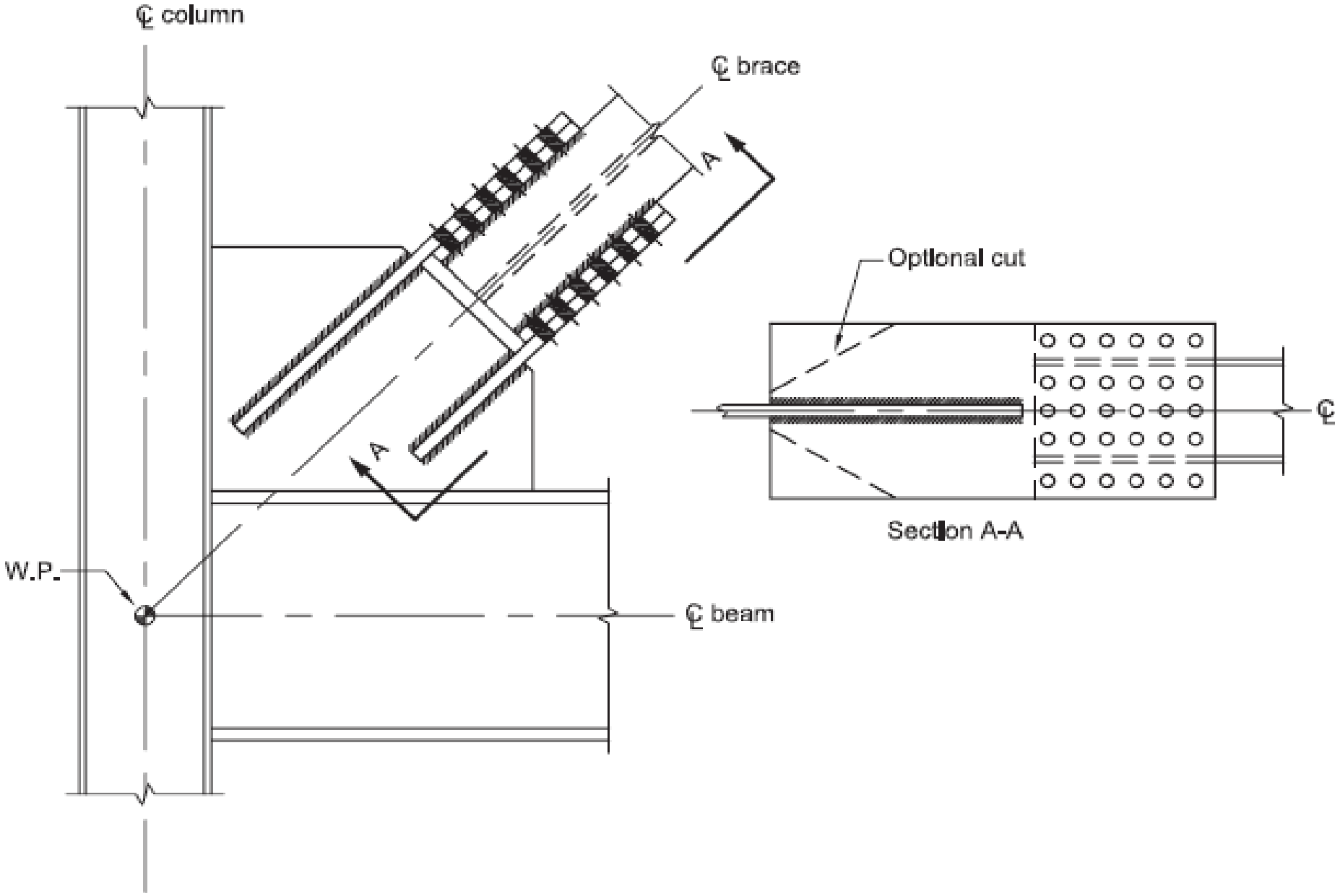


Fig. 3-6. Wide-flange brace connection (flange to view).

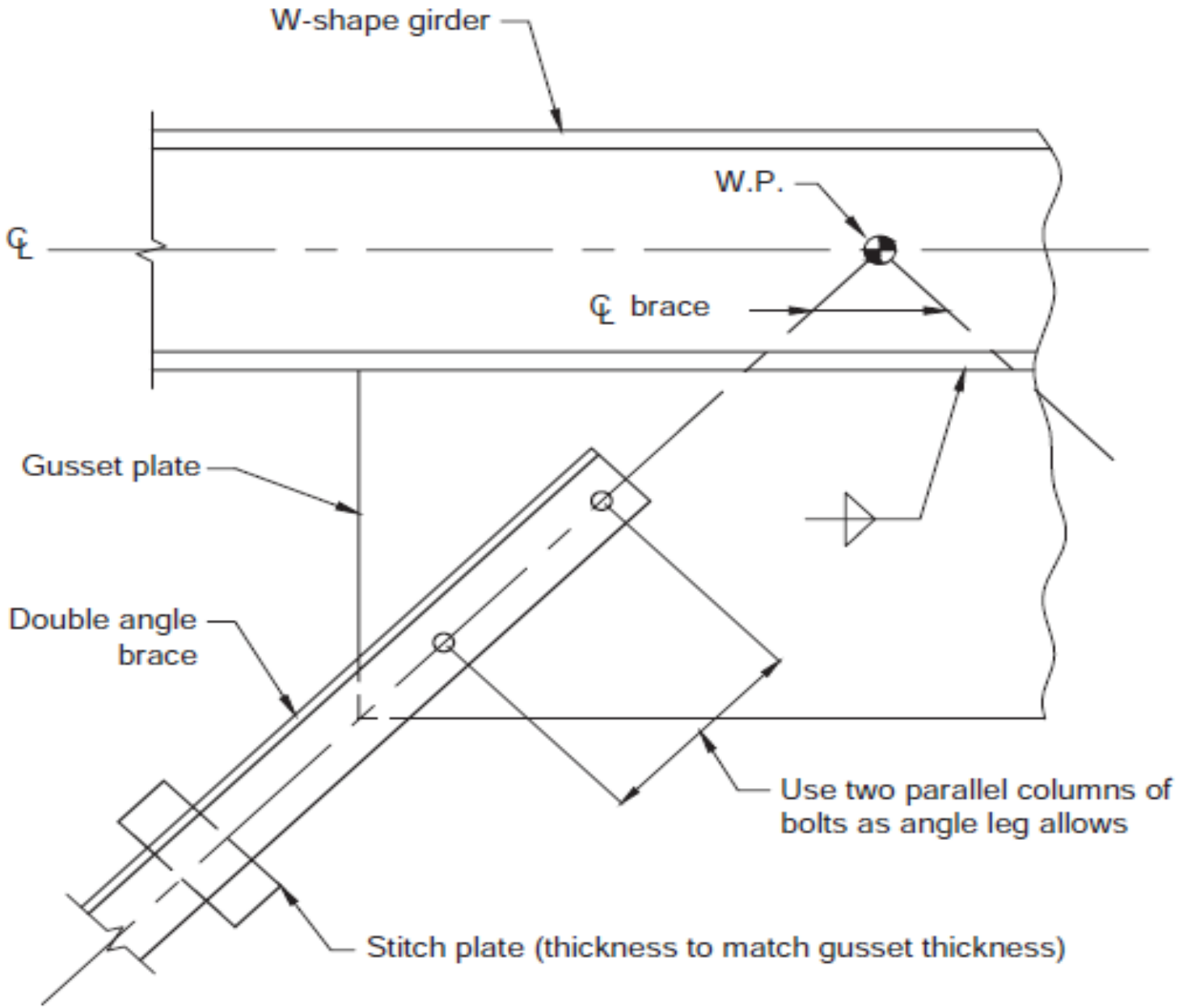


Fig. 3-7. Double-angle brace connection.

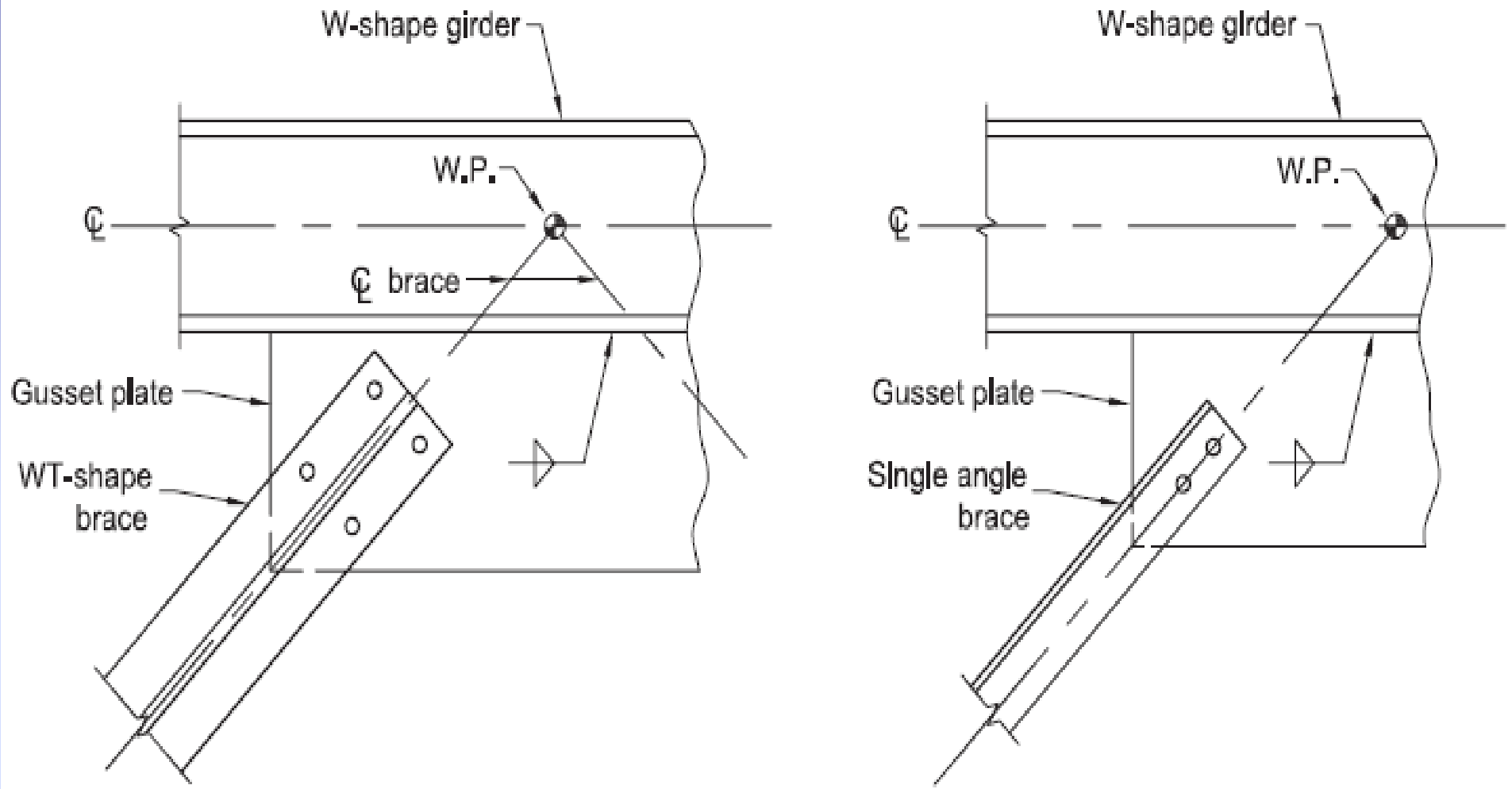


Fig. 3-8. WT- and single-angle brace.

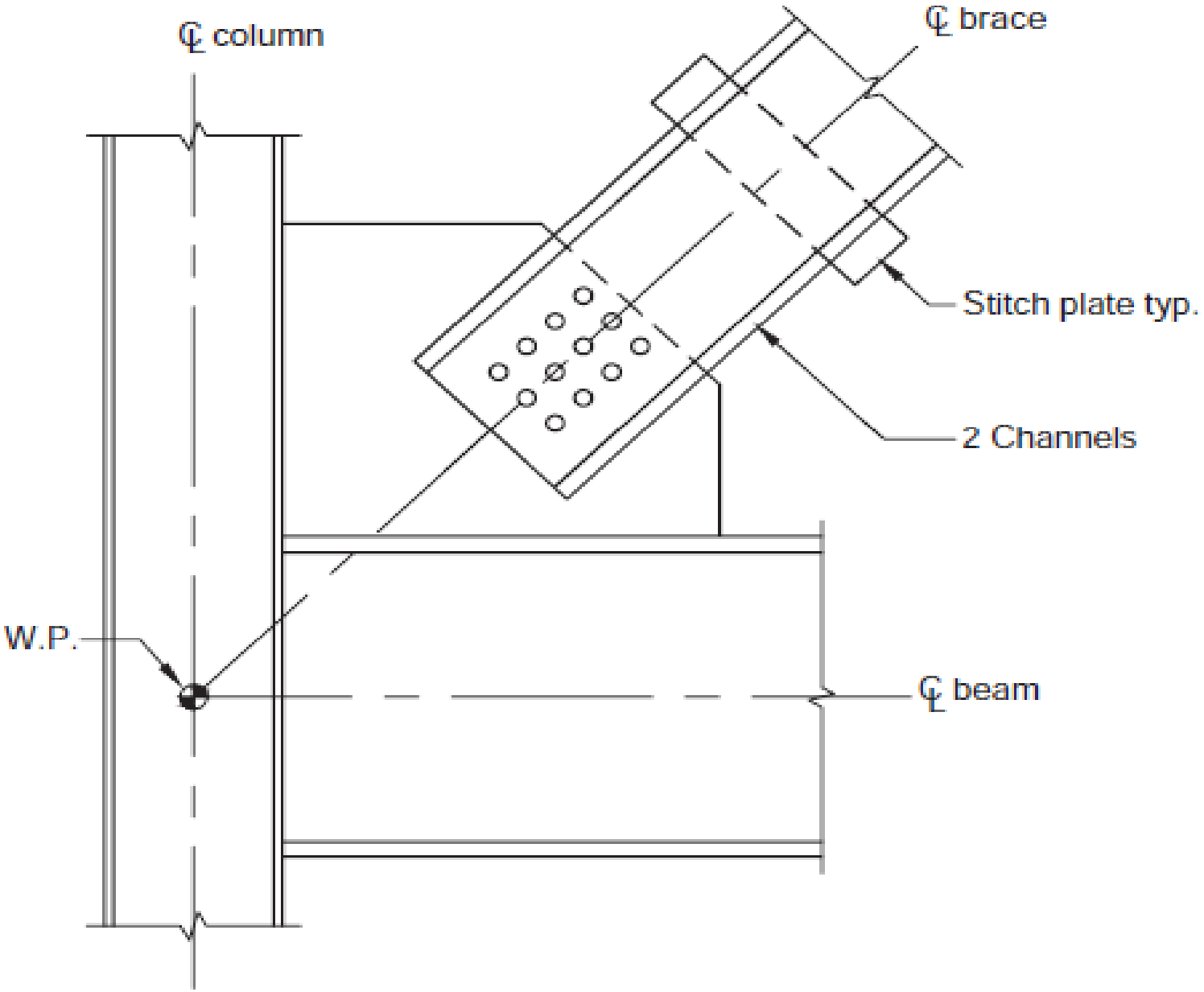


Fig. 3-9. Channel bracing back-to-back.

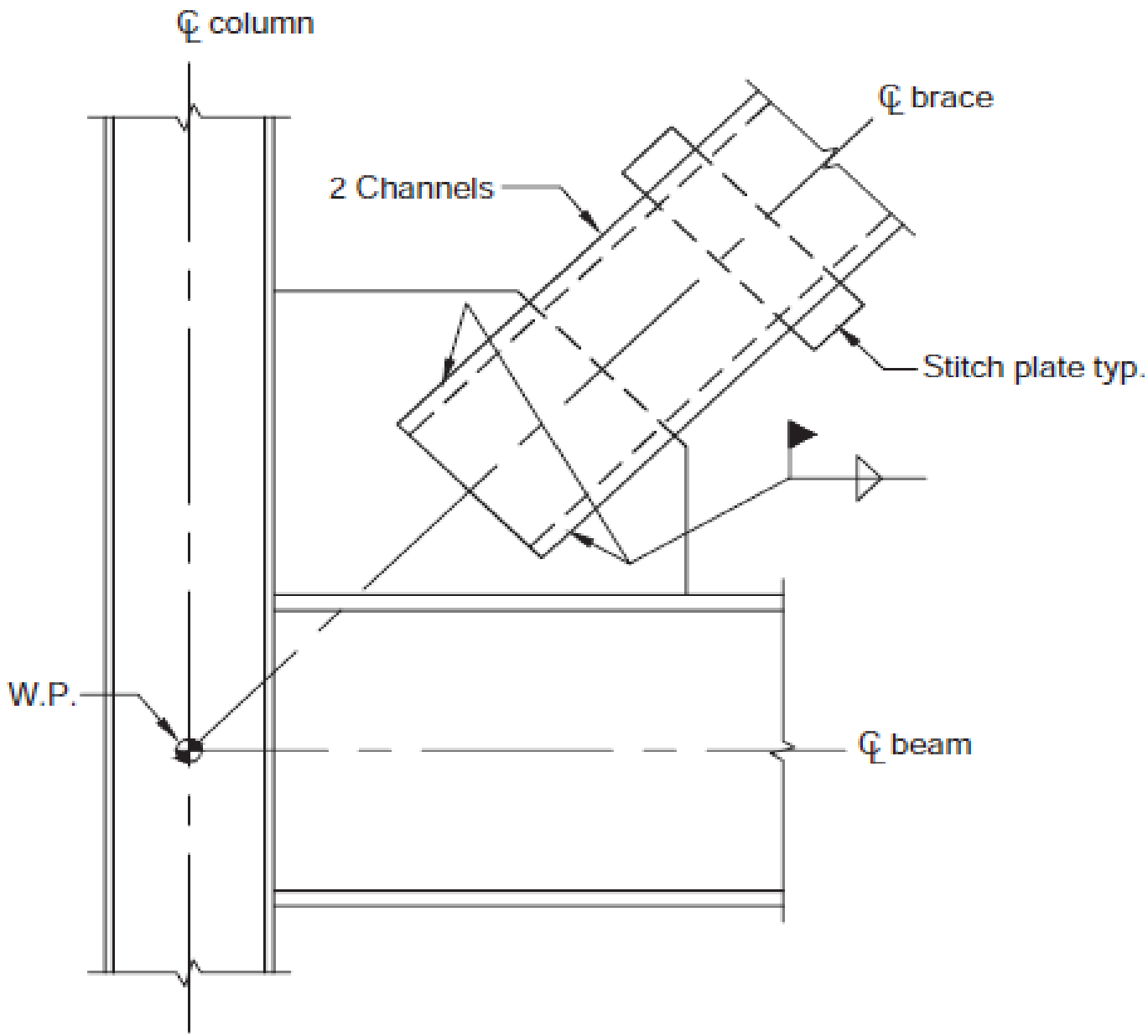
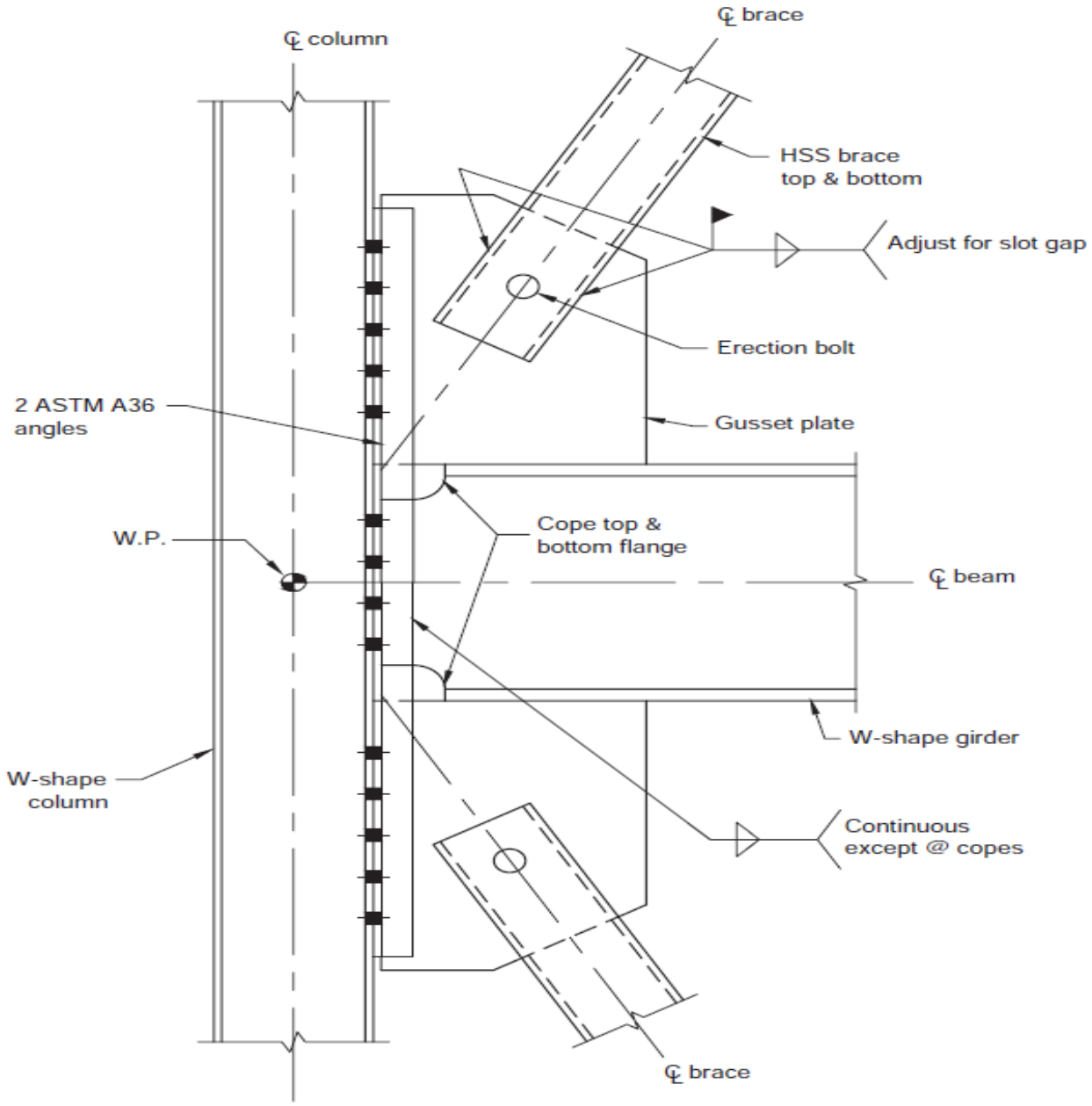


Fig. 3-10. Channel bracing toe-to-toe.



Note:
Beam copes can be eliminated by using discontinuous connecting angles to column.
Disparity between web thickness and gusset thickness may require fills.

Fig. 3-12. HSS bracing connection.

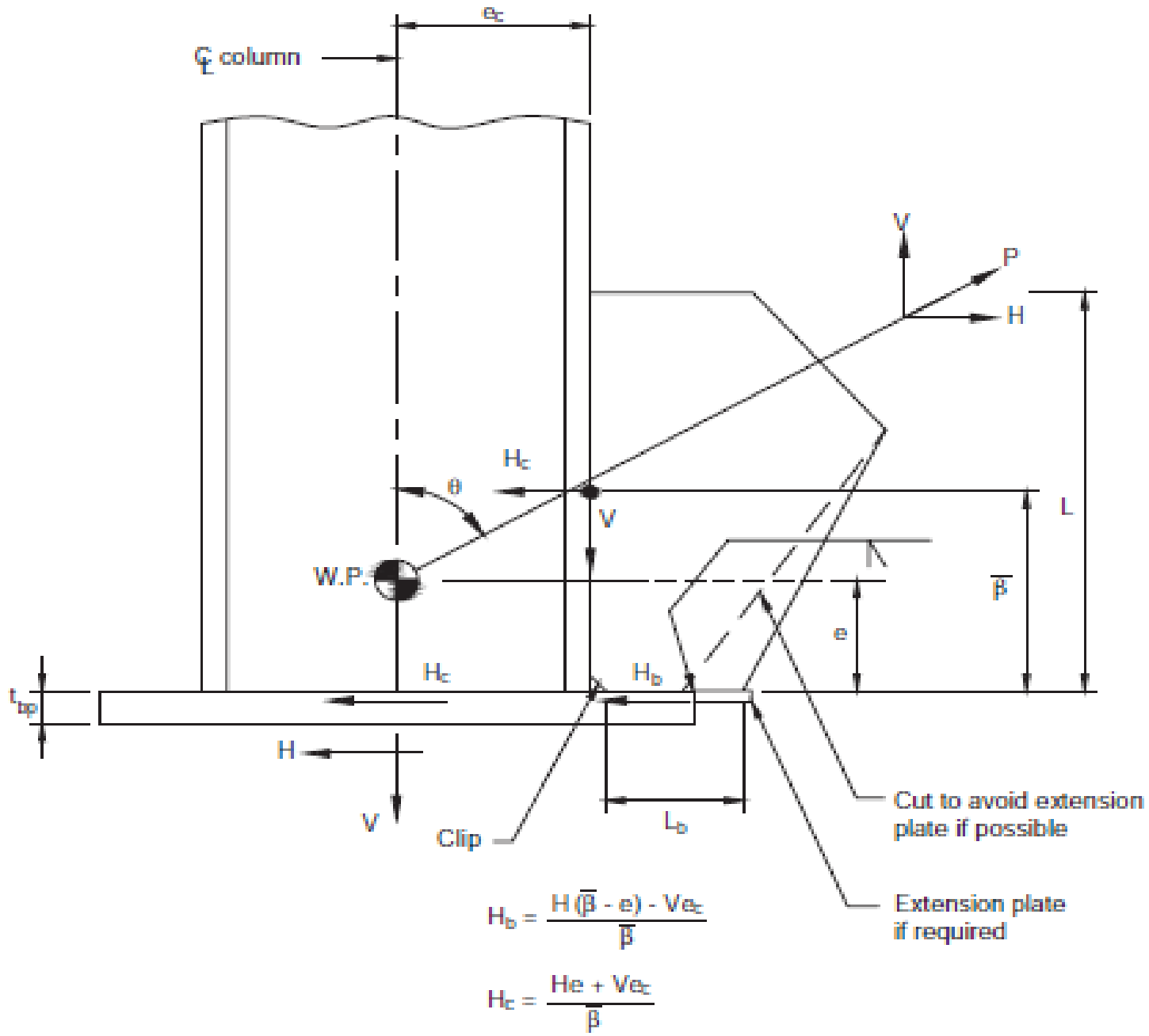
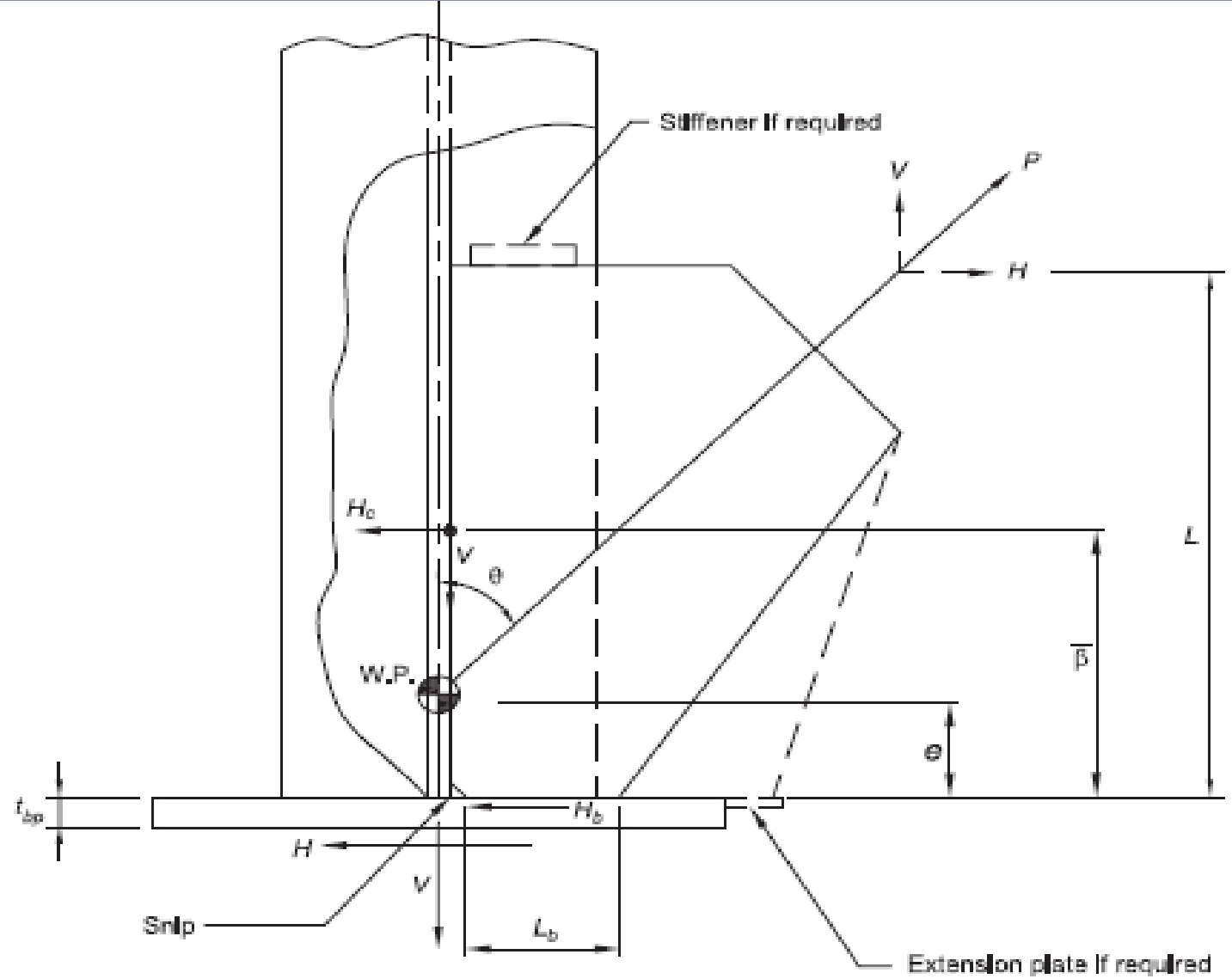


Fig. 4-22. Gusset-to-base plate geometry and admissible force field, strong-axis case.



$$H_b = \frac{H(\bar{\beta} - e) - Ve_c}{\bar{\beta}}$$

$$H_c = \frac{He + Ve_c}{\bar{\beta}}$$

Fig. 4-23. Gusset-to-base plate geometry and admissible force field, weak-axis case.

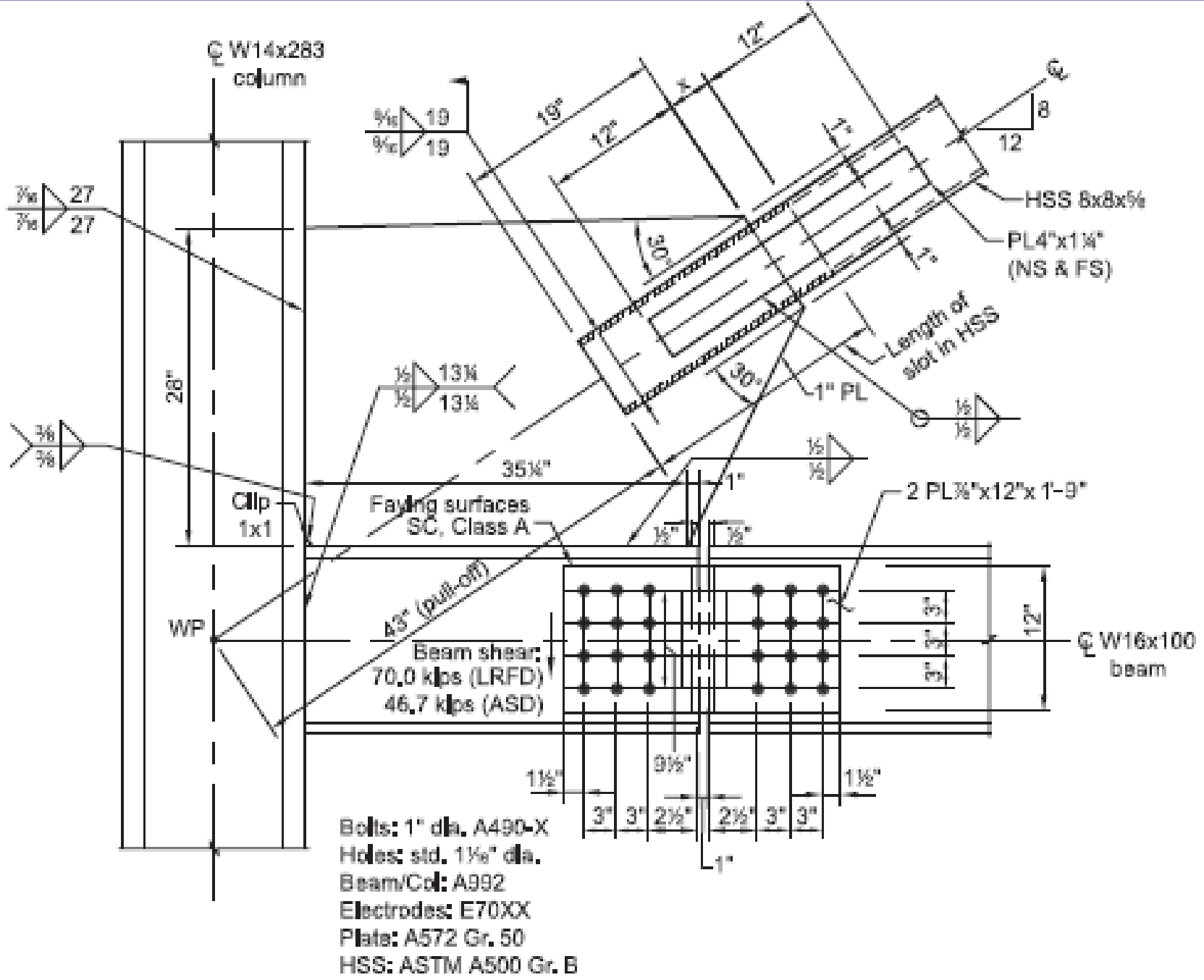


Fig. 6-1. High-seismic design with hinge (moment release).

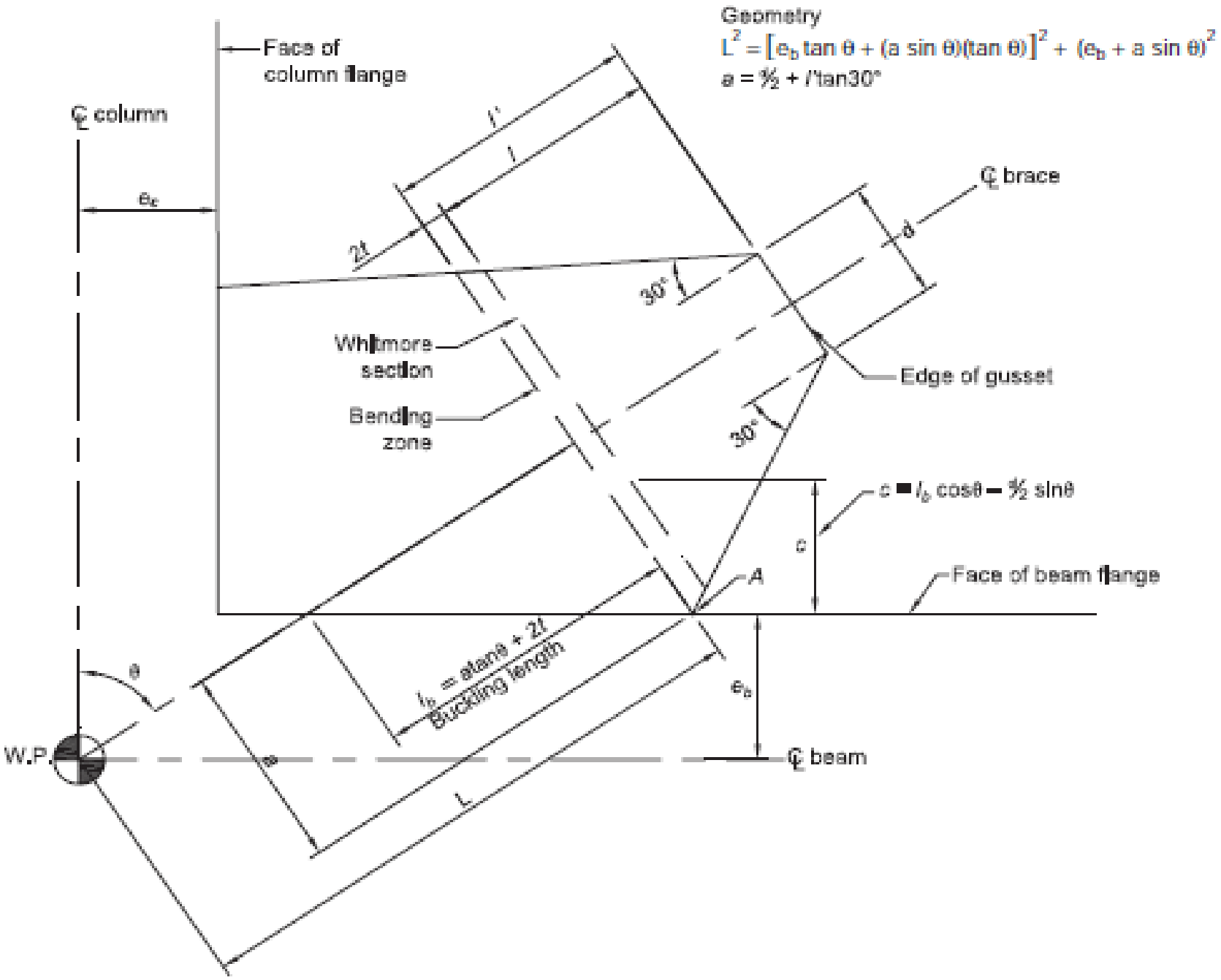
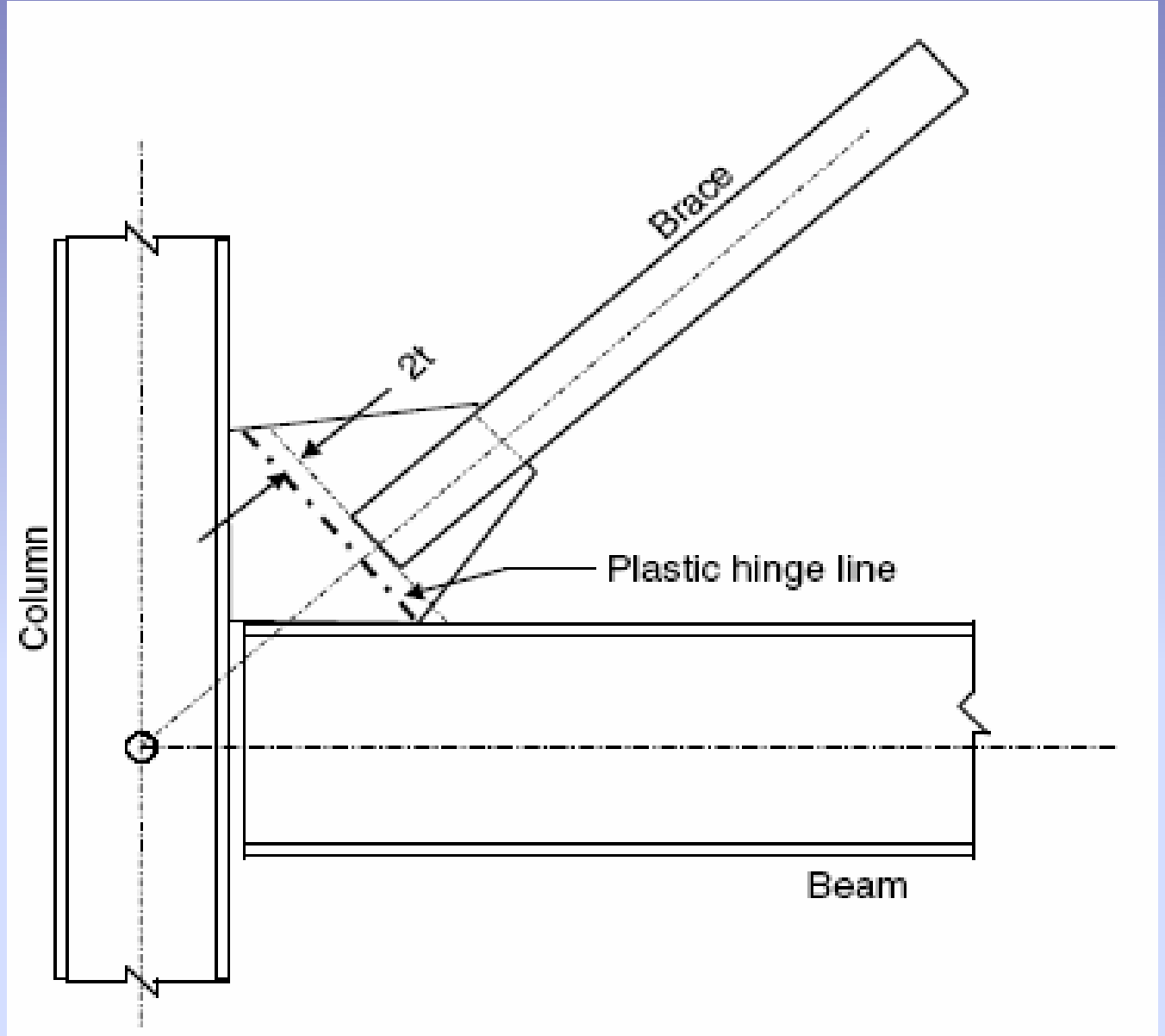
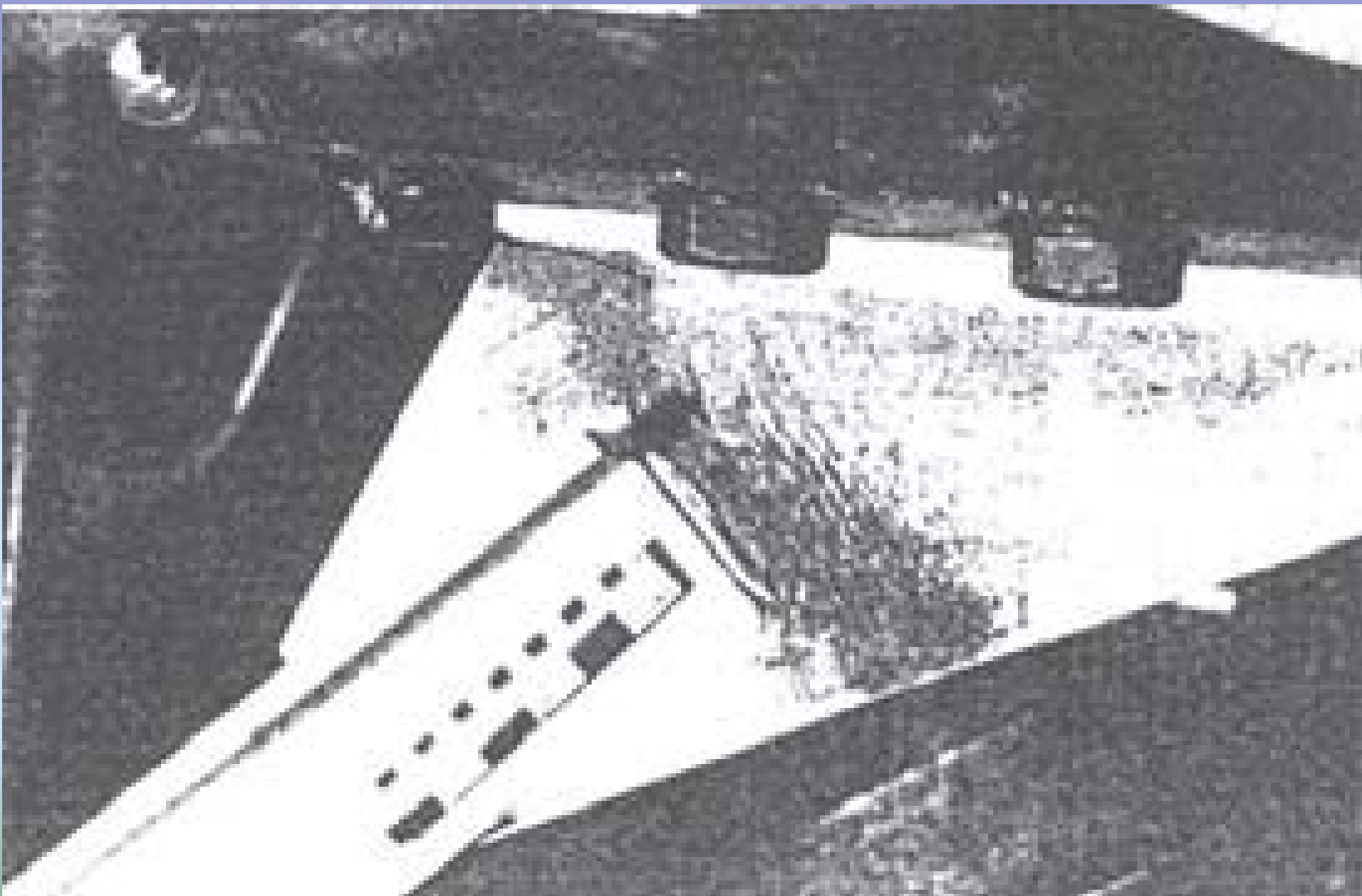


Fig. 6-2. Geometry to locate critical Point A of the bending zone.



جزئیات ورق اتصال در *SCBF*

- تشکیل مفصل پلاستیک در ورق اتصال



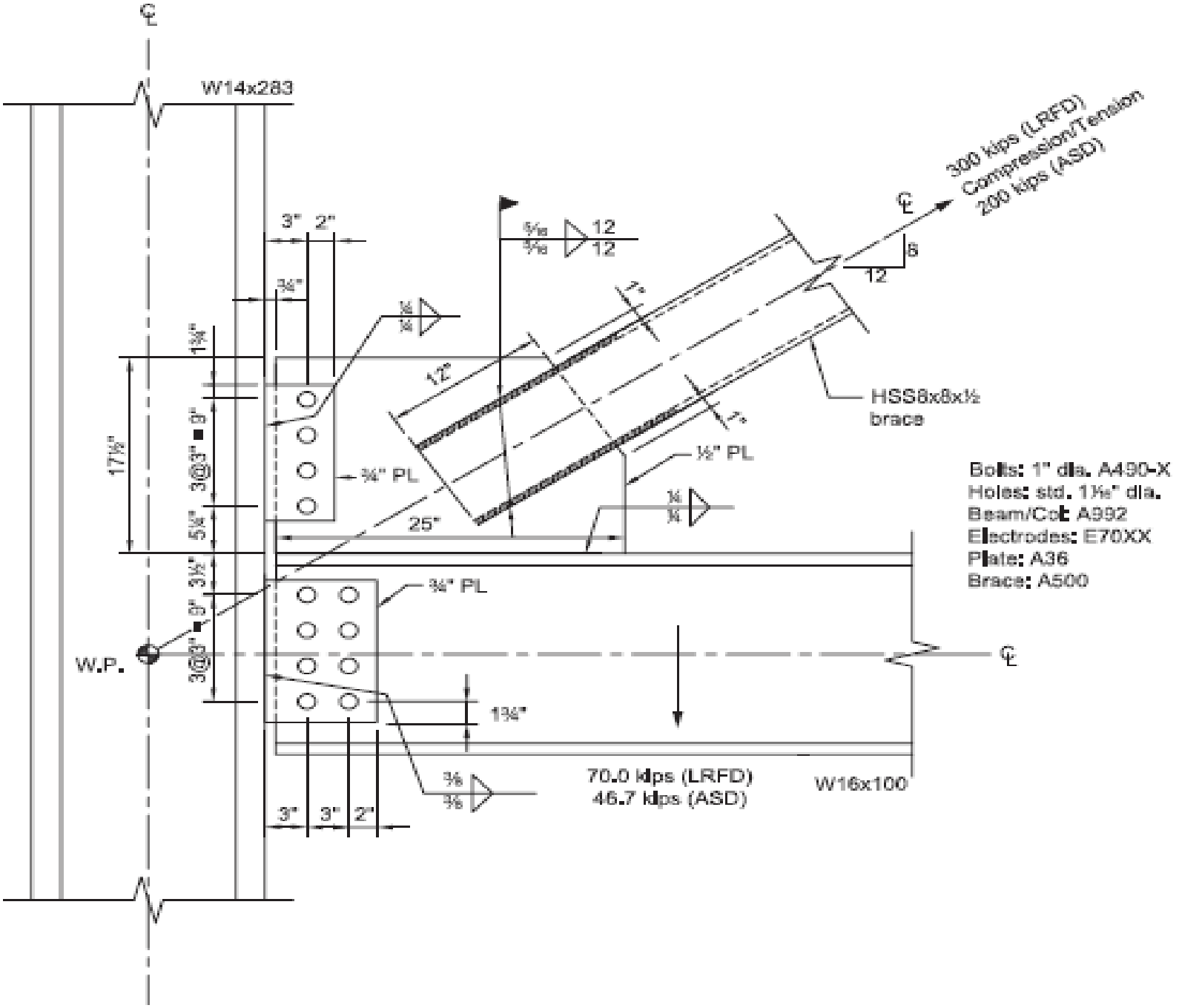


Fig. 6-9. Low-seismic connection for the same location as the connection shown in Figure 6-1.

▪۱۰-۳-۱۰-۱ الزامات عمومی

الف) پیکربندی مهاربندی‌های مجاز در این نوع قاب‌ها شامل مهاربندی‌های قطری، ضربدری و مهاربندی‌های به شکل ۷و۸ می‌باشند. استفاده از مهاربندی‌های به شکل K در این نوع قاب‌ها مجاز نمی‌باشد.

ب) در این نوع قاب‌ها نیروی جانبی باید بین کلیهٔ مهاربندی‌های کششی و فشاری توزیع شود و مهاربندها باید برای حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها طراحی شوند. طراحی مهاربندهای قطری و ضربدری در قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای معمولی به صورت کششی تنها نیز مجاز است.

پ) مقاطع اعضای مهاربندی‌ها و تیرهای نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده در مهاربندی‌های از نوع ۷ و ۸ باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{md} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع کلیهٔ ستون‌ها و تیرهای نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده در مهاربندی‌های از نوع قطری و ضربدری باید فشرده باشند.

■۱۰-۳-۱۰-۲ مهاربندهای ۷و۸

قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی با مهاربندی‌های از نوع ۷و۸ باید دارای شرایط زیر باشند.

الف) ضریب لاغری (KL/r) مهاربندی‌های از نوع ۷و ۸ نباید از $4\sqrt{E/F_y}$ تجاوز نماید.

ب) تعبیهٔ سوراخ‌های متوالی در جان تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری،۷و۸) مجاز نیست. در صورت لزوم به تعبیه سوراخ دسترسی در جان تیر، اطراف آن باید به نحوی تقویت گردد که مقاومت‌های طراحی در مقطع سوراخ‌دار از مقاومت‌های طراحی مقطع کامل تیر کمتر نباشد.

پ) مهاربندی‌های به شکل ۷و ۸ ای که در محل اتصال به تیر دارای خروج از مرکزیت کمتر از ارتفاع تیر هستند، به عنوان مهاربندی‌های همگرا محسوب می‌شوند و می‌توانند بر اساس الزامات این بخش طراحی شوند.

ت) تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید قادر به تحمل نیروهای قائم حاصل از ترکیب بارهای ثقلی بدون حضور مهاربندی‌ها باشند.

ث) تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ باید در حد فاصل دو ستون پیوسته بوده و دارای مهار جانبی کافی برای جلوگیری از کمانش پیچشی - جانبی باشند. در هر صورت، وجود حداقل یک جفت مهار جانبی در محل اتصال مهاربندی‌ها به تیر الزامی است.

■۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده همگرای ویژه

قاب‌های مهاربندی شدهٔ همگرای ویژه به قاب‌هایی گفته می‌شوند که در آنها از مهاربندی‌ها انتظار می‌رود تحت اثر بار جانبی زلزلهٔ طرح تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی قابل ملاحظه‌ای تحمل کنند و در آنها کاهش مقاومت چندانی رخ ندهد. رفتار فرا ارتجاعی موردنظر ممکن است به مرحلهٔ بعد از کمانش مهاربند توسعه یابد. از اینروی، پیکربندی و طراحی مهاربندی‌ها و اتصالات آن باید چنان باشد که از عهده این تغییرشکل‌ها بر آیند و رفتار تیرها و ستون‌ها در قاب عملاً در مرحلهٔ ارتجاعی باقی بماند.

در طراحی اعضا و اتصالات قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای ویژه علاوه بر الزامات متعارف فصل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و نیز الزامات لرزه‌ای بخش‌های ۱۰-۳-۲ تا ۱۰-۳-۶ باید الزامات تکمیلی این بخش نیز رعایت شود.

■۱۰-۳-۱۱-۱ الزامات عمومی

الف) پیکربندی مهاربندی‌های مجاز در این نوع قاب‌ها شامل مهاربندی‌های قطری، ضربدری و مهاربندی‌های به شکل ۷ و ۸ می‌باشند. استفاده از مهاربندی‌های به شکل K در این نوع قاب‌ها مجاز نیست.

ب) مقاطع اعضای مهاربندی‌ها و ستون‌های نظیر دهانه‌های مهاربندی‌شده باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{hd} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{md} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقاطع بقیهٔ ستون‌ها باید فشرده باشند.

پ) در قاب‌های مهاربندی شدهٔ همگرا، نیروی جانبی باید بین کلیهٔ مهاربندی‌های کششی و فشاری توزیع شود و مهاربندی‌ها باید برای حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها تحت اثر ترکیبات بار متعارف طراحی شوند. در قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای ویژه طراحی مهاربندی‌ها به صورت کششی تنها مجاز نمی‌باشد.

ج) در مهاربندی‌های با مقطع ساخته‌شده (تشکیل‌شده از چند نیمرخ و اتصال‌دهنده‌ها)، فاصلهٔ اتصال‌دهنده‌های اعضا باید به گونه‌ای انتخاب شوند که نسبت لاغری (a/r_i که در آن a فاصلهٔ اتصال دهنده‌ها از یکدیگر و r_i شعاع ژیراسیون حداقل تک نیمرخ است) هر عضو ما بین اتصال‌دهنده‌ها از ۰/۴ برابر ضریب لاغری حاکم عضو ساخته‌شده بیشتر نشود. مجموع مقاومت‌های برشی طراحی اتصال‌دهنده‌ها باید برابر یا بیشتر از مقاومت کششی طراحی هر عضو باشد. فاصلهٔ 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 مواردی‌که کمانش مهاربندی‌ها حول محور بحرانی کمانش ایجاد برش در اتصال‌دهنده‌ها نمی‌شود، رعایت شرط $a/r_i \leq ۰/۴(KL/r)_{max}$ برای تک تک اعضا الزامی نیست.

چ) تعبیهٔ سوراخ‌های متوالی در جان تیرهای دهانه‌های مهاربندی‌شده با هر نوع مهاربندی (قطری، ضربدری، ۷ و۸) مجاز نیست. در صورت لزوم به تعبیهٔ سوراخ دسترسی در جان تیر، اطراف آن باید به نحوی تقویت گردد که مقاومت‌های طراحی در مقطع سوراخ‌دار از مقاومت‌های طراحی مقطع کامل تیر کمتر نباشد.

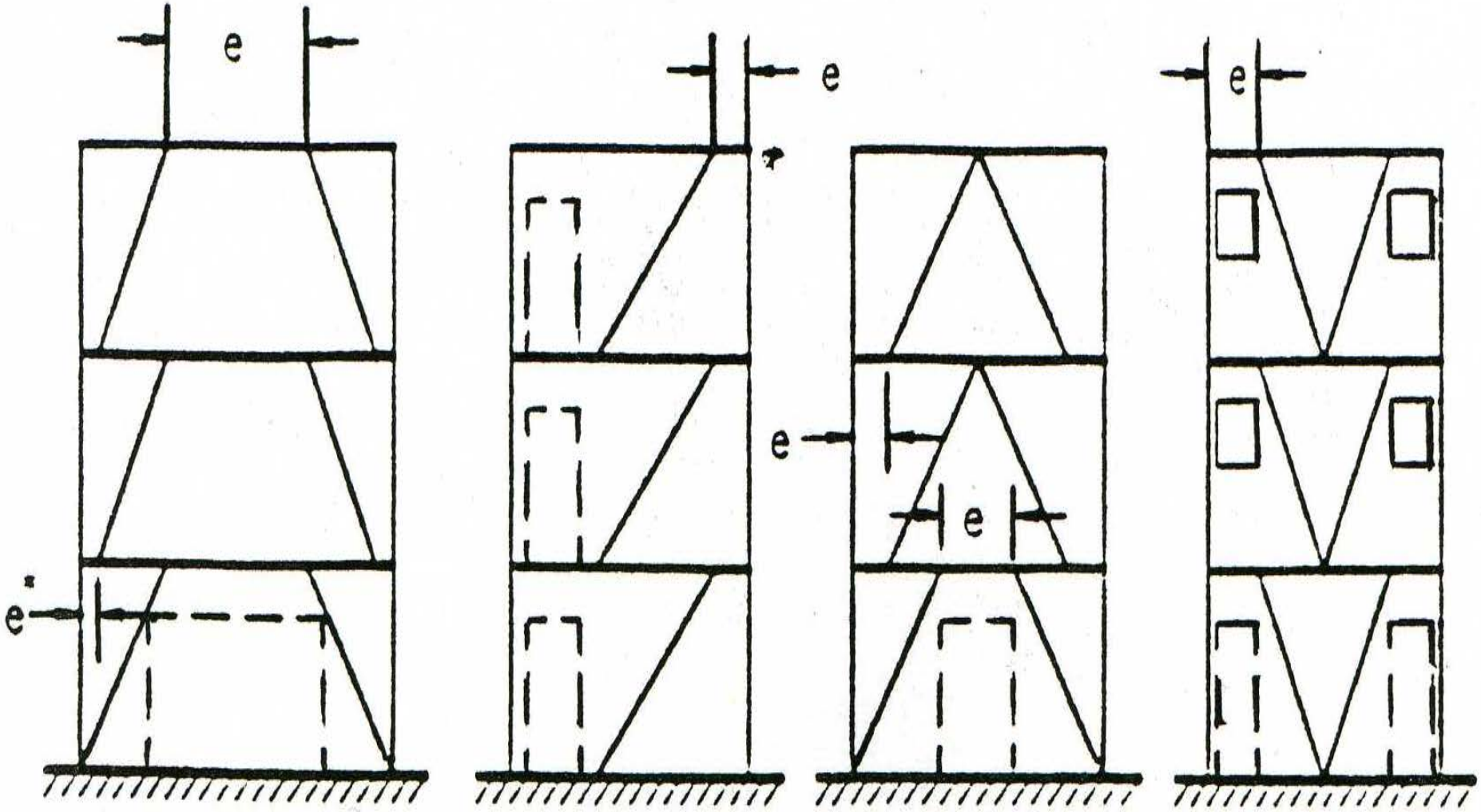
■۱۰-۳-۱۱-۳ اتصالات مهاربندی ها

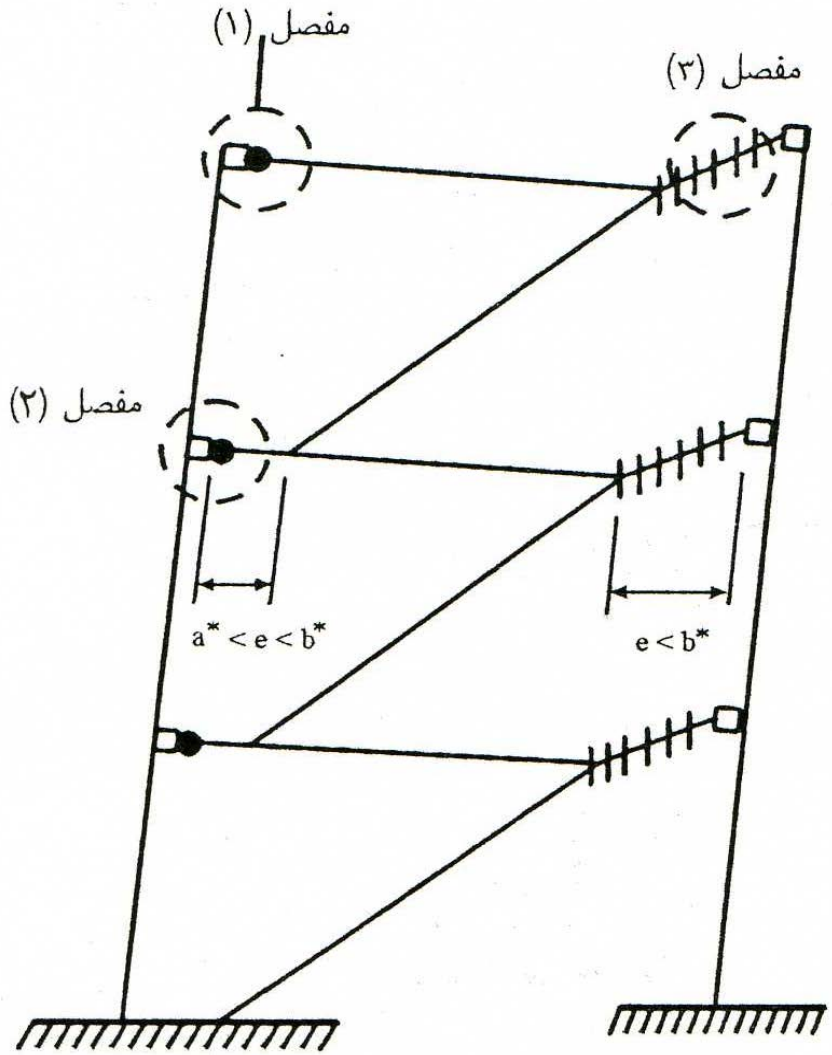
(۱) اتصال اعضای مهاربندی باید دارای مقاومت خمشی مورد نیاز حداقل برابر R_yM_p ۱/۱ باشد که در آن، M_p لنگر خمشی پلاستیک مقطع عضو مهاربندی حول محور کمانش بحرانی مقطع است.

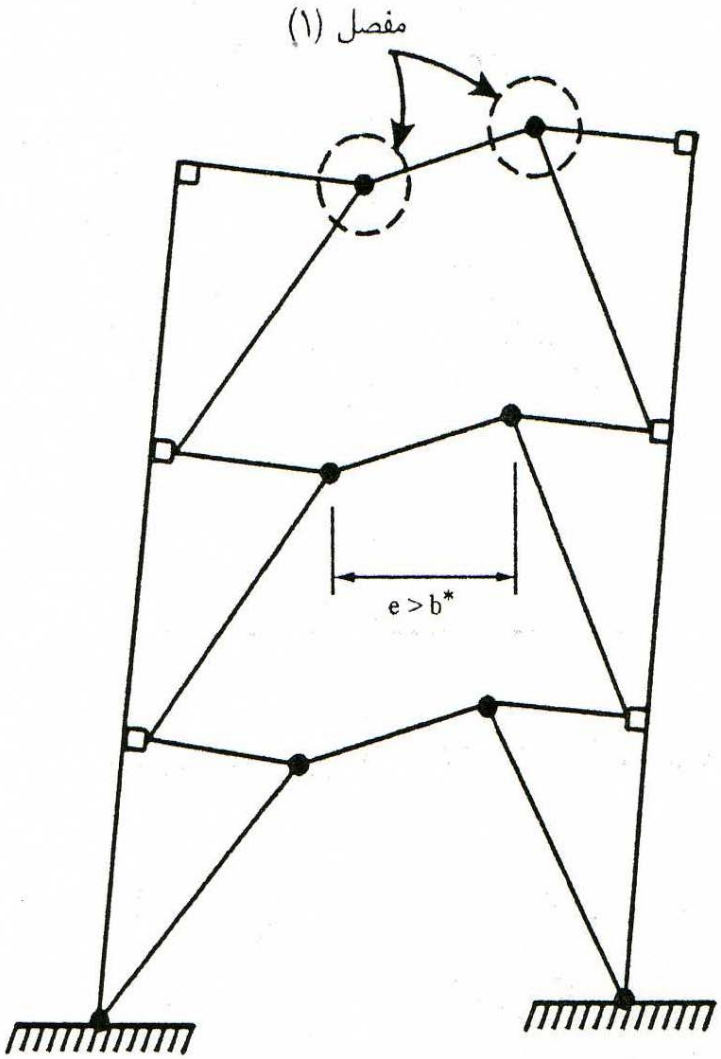
(۲) سازگاری با دوران غیرالاستیک حاصل از تغییرشکل‌های پس از کمانش در خارج از صفحهٔ مهاربندی از طریق مهیا نمودن شرایط کمانش بحرانی مهاربندی در خارج از صفحهٔ قاب و قطع مهاربندی به اندازهٔ دو برابر ضخامت صفحهٔ اتصال (۲t) قبل از خط تکیه‌گاهی ورق اتصال (خط آزاد خمش). در این مبحث رعایت ضابطهٔ تکمیلی خاصی برای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

در بندهای (الف) و (ب)، پارامترهای R_y ، F_y ، A_g ، F_{cre} همان تعاریفی هستند که در بند ۱۰-۳-۱۱-۲ به کار گرفته شده‌اند.

۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه ای قاب های مهاربندی شده واگرا




مفصل (۱)
مفصل (۳)
مفصل (۲)
a* < e < b*
e < b*


مفصل (۱)
e > b*

▪۱۰-۳-۱۲-۱ محدودیت تیرها،ستون ها ومهاربندها

مقاطع تیرها، ستون‌ها و مهاربندی‌ها باید دارای شرایط زیر باشند.

الف) مقطع تیر پیوند باید از نوع I شکل (نورد شده یا ساخته‌شده از ورق) یا از نوع قوطی شکل ساخته شده از ورق باشد.

ب) جان (یا جان‌ها) باید از یک ورق تک بدون هر گونه ورق مضاعف در نظر گرفته شود و در آن هیچ‌گونه بازشویی نباید ایجاد شود.

پ) در تیرهای پیوند ساخته‌شده از ورق، اتصال جان (یا جان‌ها) به بال تیر باید از نوع جوش گوشهٔ دو طرفه یا جوش شیاری با نفوذ کامل باشد.

ت) تیرهای قوطی شکل ساخته‌شده از ورق باید دارای شرایط $I_y > ۰/۶۷I_x$ باشد که در آن I_y ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی در امتداد جان‌های مقطع و I_x ممان اینرسی مقطع تیر پیوند حول محور مرکزی عمود بر امتداد جان‌های مقطع می‌باشد.

ث) تیرهای پیوند باید دارای مقطع از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{hd} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

ج) تیر (یا تیرهای) خارج از ناحیهٔ پیوند، اگر دارای مقطع متفاوت با مقطع تیر پیوند باشند، باید دارای مقطع از نوع فشرده لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{md} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

چ) مقاطع ستون‌های نظیر دهانه‌های مهاربندی باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{hd} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ و مقطع بقیه ستون‌ها باید از نوع فشرده باشند

ح) مقاطع مهاربندی‌ها باید از نوع فشردهٔ لرزه‌ای با محدودیت حداکثر نسبت پهنا به ضخامت برابر λ_{md} مطابق مقادیر جدول ۱۰-۳-۴ باشند.

خ) در دو انتهای تیر پیوند در بال‌های فوقانی و تحتانی باید مهارهای جانبی تعبیه شود. این مهارهای جانبی باید برای نیروی P_{bu} مطابق رابطهٔ ۱۰-۳-۶-۱ طراح شوند.

■۱۰-۳-۱۲-۱۰ سخت کننده های تیرپیوند

تیرهای پیوند باید با تعدادی سخت‌کننده در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر و نیز تعداد سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند تقویت شوند. مشخصات این سخت‌کننده‌ها باید براساس ضوابط بندهای زیر در نظر گرفته شوند.

۱۰-۳-۱۲-۱۰-۱ سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند I شکل

الف) سخت‌کننده‌های انتهایی

سخت‌کننده‌های انتهایی در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر پیوند باید به صورت یک جفت در دو طرف جان و در تمام ارتفاع آن تعبیه گردند. پهنای هریک از این سخت‌کننده‌ها نباید از $(\frac{1}{2}b_f - t_w)$ و ضخامت آنها نباید از $0/75t_w$ یا ۱۰ میلی‌متر، کمتر اختیار شود. که در آن، b_f پهنای بال تیر پیوند و t_w ضخامت جان مقطع تیر پیوند است.

ب) سخت‌کننده‌های میانی

سخت‌کننده‌های میانی باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در مواردی‌که طول تیر پیوند از $۱/۶M_p / V_p$ کوچکتر باشد، فاصلهٔ سخت‌کننده‌های میانی نباید بیشتر از $(۳۰t_w-d/۵)$ برای تیرهای پیوند با زاویه دوران ۰/۰۸ رادیان و $(۵۲t_w-d/۵)$ برای تیرهای پیوند با زاویه دوران ۰/۰۲رادیان در نظر گرفته شود. برای تیرهای پیوند با زاویهٔ دوران بین دو مقدار ۰/۰۲ و ۰/۰۸ رادیان می‌توان از درون‌یابی‌خطی بین دو مقدار مذکور استفاده نمود.

(۲) در مواردی‌که طول تیر پیوند در محدودهٔ $۲/۶M_p/V_p \le e \le ۵M_p / V_p$ باشد، تعبیهٔ یک سخت‌کننده به فاصله $۱/۵b_f$ در هریک از دو انتهای تیر پیوند الزامی است.

(۳) در مواردی که طول تیر پیوند در محدودهٔ $۱/۶M_p / V_p \le e \le ۲/۶M_p / V_p$ باشد، سخت‌کننده‌های میانی باید الزامات هر دو شرط (۱) و (۲) در فوق را تأمین نمایند.

(۴) در مواردی‌که طول تیر پیوند بزرگتر از $۵M_p / V_p$ باشد، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

(۵) سخت‌کننده‌های مورد نیاز در شرایط (۱) تا (۳) در فوق، باید در تمام ارتفاع تیر پیوند تعبیه شوند. این سخت‌کننده‌ها در تیرهای با ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر و بیشتر باید به صورت جفت و در دو سمت جان تعبیه شوند. در تیرهای با ارتفاع کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر می‌توان این سخت‌کننده‌ها را به صورت تکی و در یک سمت جان تیر پیوند تعبیه نمود.

(۶) پهنای هریک از سخت‌کننده‌ها نباید از $(\frac{1}{2}b_f - t_w)$ و ضخامت آنها نباید از t_w یا ۱۰ میلی‌متر کمتر اختیار شود.

پ) اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی به تیر پیوند

اتصال سخت‌کننده‌ها به جان و بال‌های تیر پیوند باید توسط جوش گوشه برقرار گردد. مقاومت مورد نیاز اتصال سخت‌کننده‌ها به جان باید حداقل برابر F_yA_{st} و مقاومت مورد نیاز اتصال سخت کننده‌ها به هر یک از بال‌های تیر پیوند باید حداقل برابر با $\frac{1}{4}F_yA_{st}$ در نظر گرفته شود؛ که در آن، F_y تنش تسلیم فولاد سخت‌کننده‌ها و A_{st} سطح مقطع عرضی هریک از سخت‌کننده‌ها است.

۱۰-۳-۱۲-۱۰-۲ سخت‌کننده‌های تیرهای پیوند قوطی شکل

الف) سخت کننده‌های انتهایی

سخت‌کننده‌های انتهایی در محل اتصال دو انتهای مهاربندی به تیر پیوند، باید در یک سمت هر یک از جان‌ها و در تمام ارتفاع آن تعبیه گردد. پهنای هریک از این سخت‌کننده‌ها نباید از $b/2$ و ضخامت آنها نباید از $0/75t_w$ یا ۱۲ میلی‌متر، کمتر اختیار شود. b پهنای داخلی بال مقطع تیر پیوند و t_w ضخامت هریک از جان‌های مقطع تیر پیوند است.

ب) سخت‌کننده‌های میانی

سخت‌کننده‌های میانی باید دارای شرایط زیر باشند.

(۱) در مواردی‌که طول تیر پیوند کوچکتر از $1/6M_p/V_p$ بوده و جان‌ها دارای نسبت ارتفاع به ضخامت، h/t_w، بزرگتر یا مساوی $0/64\sqrt{E/F_y}$ هستند، فاصلهٔ سخت‌کننده‌های میانی نباید بیشتر از $[20t_w - \frac{1}{8}(d-2t_f)]$ در نظر گرفته شود.

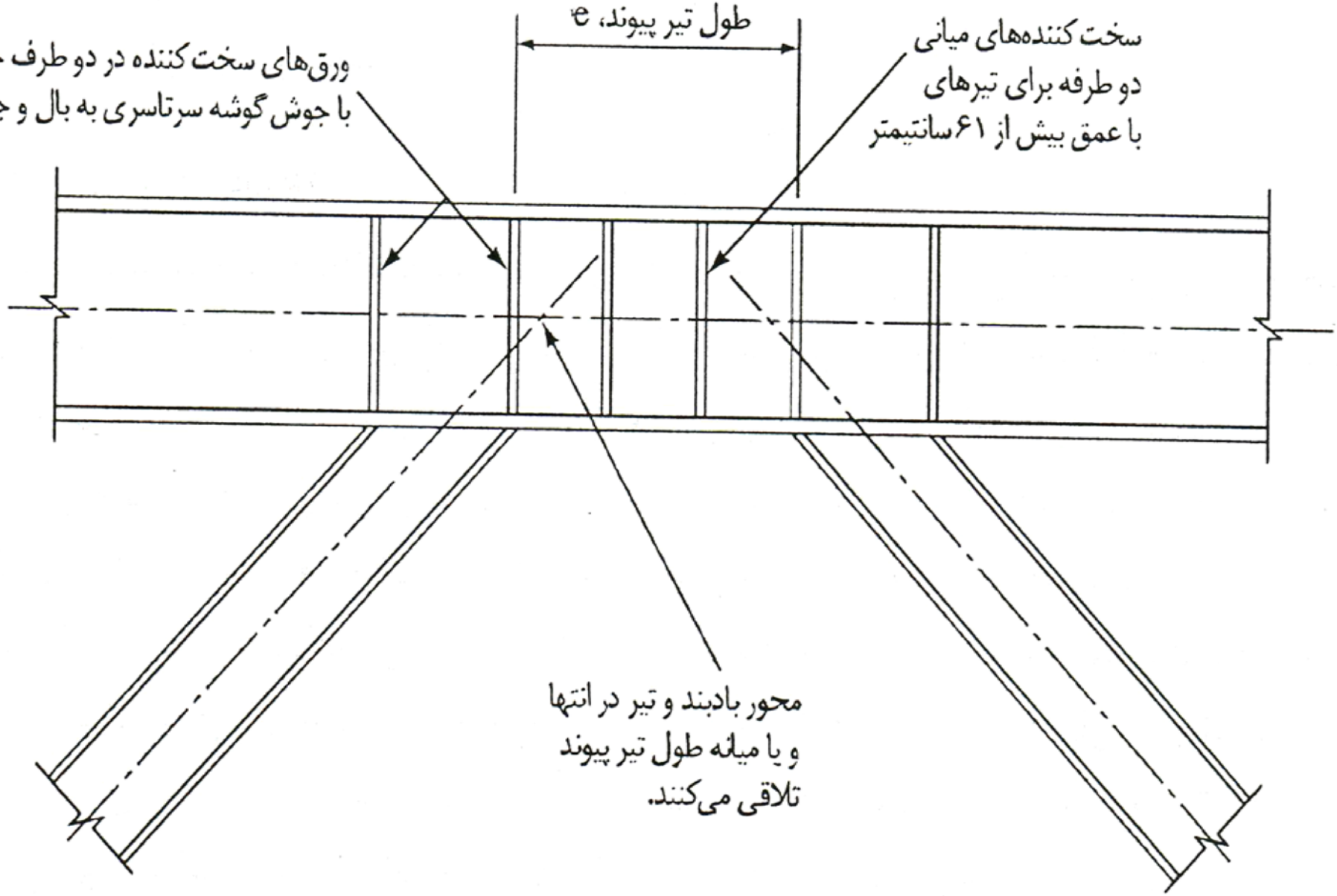
(۲) در مواردی‌که طول تیر پیوند کوچکتر از $1/6M_p/V_p$ بوده و جان‌ها دارای نسبت ارتفاع به ضخامت، h/t_w، کوچکتر از $0/64\sqrt{E/F_y}$ هستند، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

(۳) در مواردی‌که طول تیر پیوند بزرگتر از $1/6M_p/V_p$ باشد، تعبیهٔ سخت‌کننده‌های میانی در طول تیر پیوند الزامی نیست.

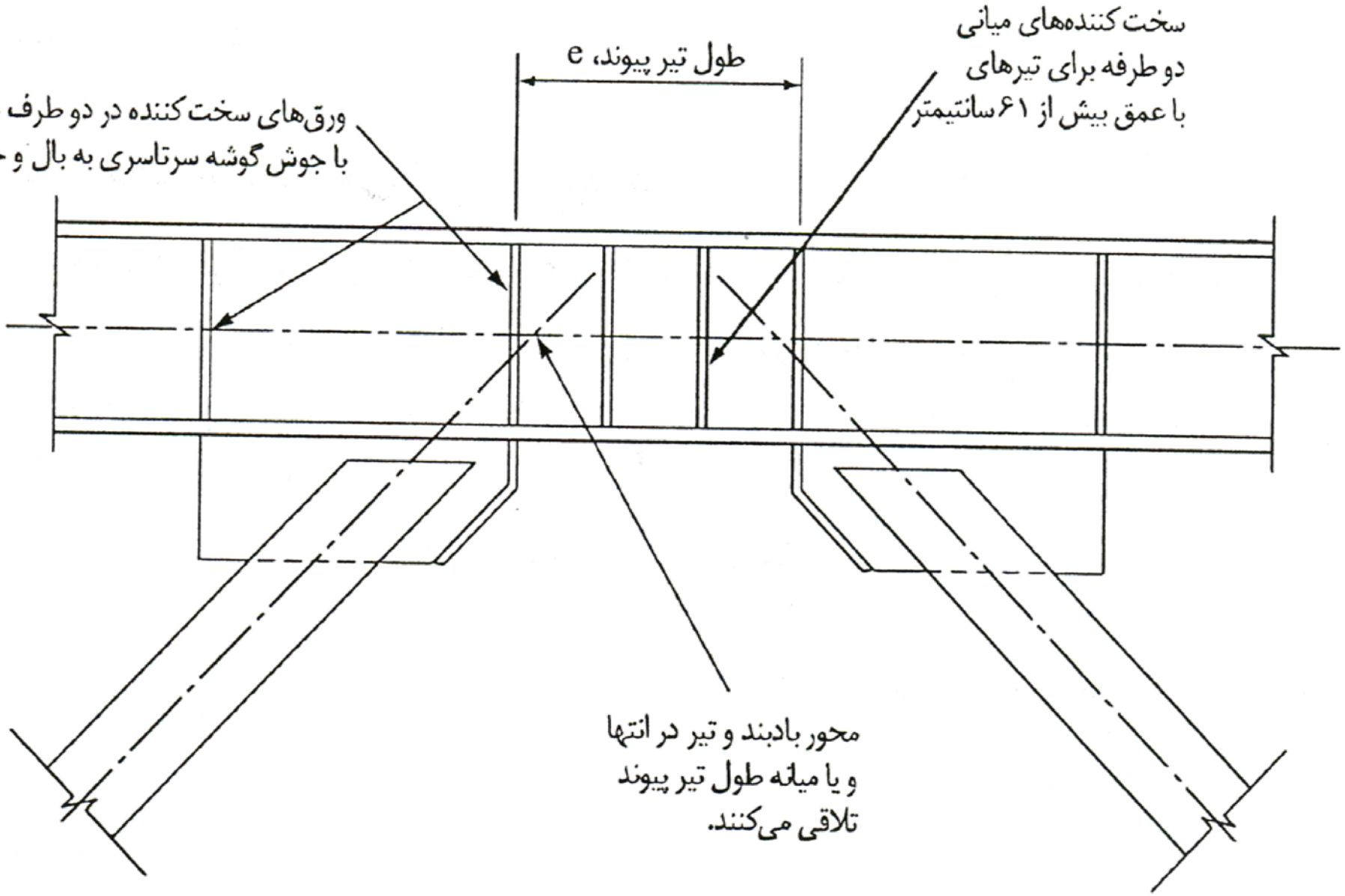
(۴) سخت‌کننده‌های میانی باید در تمام ارتفاع جان تیر پیوند تعبیه شوند و اتصال آنها به جان‌ها از داخل یا خارج مقطع قوطی شکل بلا مانع است.

پ) اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی به تیر پیوند

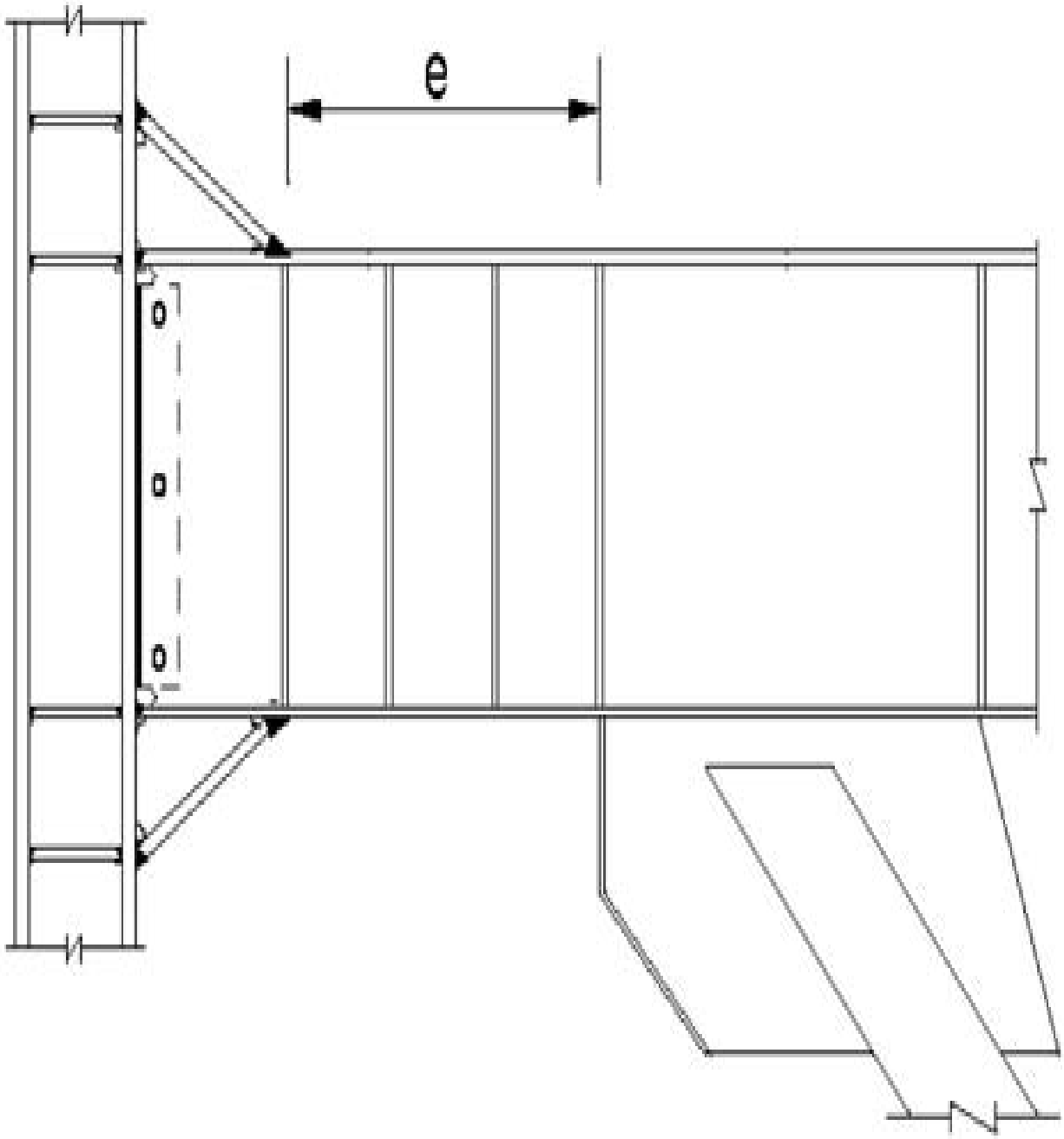
اتصال سخت‌کننده‌های انتهایی و میانی باید از طریق جوش گوشه به جان‌های مقطع تیر پیوند انجام شود. اتصال سخت‌کننده‌های عرضی به بال‌های مقطع قوطی شکل الزامی نیست. مقاومت مورد نیاز اتصال سخت‌کننده‌ها به جان‌ها باید حداقل برابر F_yA_{st} در نظر گرفته شود. که در آن، F_y تنش تسلیم فولاد سخت‌کننده‌ها و A_{st} سطح مقطع عرضی هریک از سخت‌کننده‌ها است.



سیستم واگرا با مقطع بادبندی I شکل



شکل I سیستم واگرا با مقطع بادبندی غیر


e