saze118.com

فصل یکم ؛ تعاریف 5
1-1 نمادها 5
2-1 عبارات و اصطلاحات 7
فصل دوم ؛ دامنه و حدود کاربرد 15
2-1 ملاحظات کلی 15
فصل سوم ؛ مشخصات مصالح 16
3-1 فولاد مصرفی 16
3-2 جوش 16
3-3 پیچ 16
فصل چهارم ؛ بارها و ترکیب بارها 17
4-1 ملاحظات کلی 17
4-2 ترکیب بارهای شامل زلزله طرح 17
4-3 ترکیب بارهای شامل زلزله تشدید یافته 17
4-4 ترکیب بارهای شامل زلزله حداکثر مورد انتظار 18
فصل پنجم ؛ الزامات عمومی اتصالات 19
5-1 ملاحظات کلی 19
5-2 اتصالات جوشی 19
5-3 اتصالات پیچی 20
فصل ششم ؛ الزامات عمومی اعضا 21
6-1 ملاحظات کلی 21
6-2 الزامات عمومی ناحیه شکل پذیر اعضا 21
6-3 کمانش موضعی 21
6-4 الزامات عمومی ستون‌های سیستم باربر جانبی لرزه ای 23
6-4-1 بار محوری ستون‌ها در ترکیب بارهای شامل زلزله 23
6-4-2 برش ستون‌ها در ترکیب بارهای شامل زلزله 23
6-4-3 محدودیت‌های هندسی 24
6-5 ضریب طول مؤثر ستونها، k 24
6-6 وصله ستون‌های سیستم باربرجانبی لرزه‌ای 24
6-7 اتصالات پای ستون 25
6-8 ستون های غیر باربر جانبی لرزه‌ای 25
فصل هفتم ؛ سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای 27
7-1 ملاحظات کلی 27
فصل هشتم ؛ قاب‌های خمشی ویژه 28
8-1 ملاحظات کلی 28
8-2- نیروهای نظیر تشکیل مفصل پلاستیک 28
8-3 اتصال تیر به ستون 29
8-4 چشمه اتصال 36
8-4-1- برش چشمه اتصال 37
8-4-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال 38
8-4-3- پایداری ورق های چشمه اتصال 38

saze118.com

8-5 ورق‌های پیوستگی 39
8-6 نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر 40
8-7 تیرها 41
8-8 ستون‌ها و وصله‌های ستون 42
فصل نهم ؛ الزامات قاب‌های خمشی متوسط 43
9-1 ملاحظات کلی 43
9-2 نیروهای نظیر تشکیل مفصل پلاستیک 43
9-3 اتصال تیر به ستون 43
9-4 چشمه اتصال 43
9-4-1- برش چشمه اتصال 44
9-4-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال 44
9-4-3- پایداری ورق‌های چشمه اتصال 44
9-5 ورق‌های پیوستگی 44
9-6 تیرها 44
9-7 ستون‌ها و وصله‌های ستون 45
فصل دهم ؛ الزامات قاب‌های خمشی معمولی 46
10-1 ملاحظات کلی 46
10-2 اتصال تیر به ستون 46
10-3 چشمه اتصال 46
10-3-1- برش چشمه اتصال 46
10-3-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال 46
10-3-3- پایداری ورق‌های چشمه اتصال 46
10-4 ورق‌های پیوستگی 46
10-5 تیرها 47
10-6 ستون‌ها 47
فصل یازدهم ؛ الزامات قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه 48
11-1 ملاحظات کلی 48
11-2 اعضای مهاربندی 48
11-3 توزیع نیروهای جانبی 49
11-4 اتصالات مهاربندها 50
11-4-1- نیروی طراحی 50
11-4-2- طراحی خمشی اتصال مهاربند 50
11-4-3- مسیر انتقال نیروی مهاربند در گیره اتصال 51
11-5 تیرها 51
11-5-1- ملاحظات کلی 51
11-5-2- تیر دهانه مهاربندهای 7 و 8 شکل 51
11-6 ستون‌ها و وصله‌های ستون 53
فصل دوازدهم ؛ الزامات قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی 55
12-1 ملاحظات کلی 55
12-2 اعضای مهاربندی 55
12-3 توزیع نیروی جانبی 55

saze118.com

12-4 اتصالات مهاربندها 55
12-4-1- نیروی طراحی 55
12-4-2- مسیر انتقال نیروی مهاربند به گره اتصال 56
12-5 تیرها 56
12-6 ستون‌ها و وصله ستون‌ها 56
فصل سیزدهم ؛ الزامات قاب‌های مهاربندی شده واگرا 57
13-1 ملاحظات کلی 57
13-2 مدلسازی و تحلیل قاب 57
13-3 الزامات عمومی تیرهای دهانه مهاربندی شده 58
13-4 تیر پیوند 58
13-4-1- محدودیت‌ها 58
13-4-2- برش تیر پیوند 59
13-4-3- زاویه چرخش غیرارتجاعی مجاز تیر پیوند، γ_p 59
13-4-4- اتصال تیر پیوند به ستون 60
13-4-5- تقویت کننده‌های عرضی تیر پیوند 61
13-4-6- مهارجانبی تیر پیوند 62
13-5 تیر ناحیه خارج از تیر پیوند 62
13-5-1- نیروهای طراحی 63
13-5-2- مهارجانبی تیر 64
13-5-3- اتصال تیر ناحیه خارج از تیر پیوند به ستون 64
13-5-4- اتصال بال به جان تیر ناحیه خارج از تیر پیوند 64
13-6 طراحی مهاربندها 64
13-6-1- نیروی طراحی 64
13-6-2- جزییات مهاربندها 64
13-6-3- اتصالات مهاربندها 65
13-6-4- مسیر انتقال نیروی مهاربند در گره اتصال 65
13-7 طراحی ستون‌ها و وصله ستون‌ها 65
13-8 تعیین نیروهای طراحی اعضای ناحیه خارج از تیر پیوند 65
فصل چهاردهم ؛ سیستم‌های دوگانه 67
14-1 ملاحظات کلی 67
14-2 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده همگرای ویژه 67
14-2-1- تیرها 68
14-2-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون 68
14-2-3- مهاربندها 68
14-2-4- اتصالات 68
14-3 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده همگرای معمولی 69
14-3-1- تیرها 69
14-3-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون 69
14-3-3- مهاربندها 69
14-3-4- اتصالات 69

saze118.com

14-4 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده واگرا 70
14-4-1- مدل سازی و تحلیل 70
14-4-2- تیرها 70
14-4-3- ستون‌ها و وصله‌های ستون 70
14-4-4- مهاربندها 70
14-4-5- اتصالات 70
14-5 سیستم دوگانه ترکیب قاب خشمی متوسط با قاب مهاربندی شده همگرای ویژه 71
14-5-1- تیرها 71
14-5-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون 71
14-5-3- مهاربندها 71
14-5-4- اتصالات 72
14-6 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی متوسط با قاب مهاربندی شده همگرای معمولی 72
14-6-1- تیرها 72
14-6-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون 72
14-6-3- مهاربندها 73
14-6-4- اتصالات 73
فصل پانزدهم ؛ نظام‌نامه تضمین کیفیت 74
15-1 مسؤولین انجام آزمایشهای غیرمخرب جوش (**NDT**) و بازرسی کار 74
15-2 مدارک فنی پیمانکار 74
15-3 مدارک عامل تضمین کیفیت 75
15-4 نقاط تحت بازرسی و تناوب بازرسی 75
15-5 بازرسی چشمی جوش 75
15-6 آزمایشهای غیرمخرب **(NDT)** جوشها 77
15-7 بازرس پیچ‌ها 79
15-8 بازرسی‌های دیگر 81

saze118.com

SAZE118.COM

فصل یکم ؛ تعاریف

1-1 نمادها

نماد	تعریـــــف
a	فاصله بین تقویت کننده‌های عرضی میانی در تیر پیوند
A_c	سطح مقطع ستون
A_f	سطح مقطع بال
A_g	سطح مقطع کلی
A_{st}	سطح مقطع هر یک از تقویت کننده‌های عرضی
A_w	سطح مقطع خالص جان در ناحیه تیر پیوند
b	عرض اعضای فشاری، مطابق قسمت موارد کاربردی جدول 4
b_{cf}	عرض بال ستون
b_f	عرض بال مقطع
C_p	ضریبی است که برای محاسبه نیروی حداکثر ایجاد شده در اعضای شکل‌پذیر به‌کار می‌رود
d_b	عمق کلی تیر
d_c	عمق مقطع ستون
d_z	عمق چشمه اتصال که فاصله خالص بین ورق‌های پیوستگی می‌باشد
D	- بار مرده حاصل از وزن اجزای سازه‌ای و وسایل دایمی روی ساختمان - قطر خارجی مقاطع لوله‌ای HSS
e	طول تیر پیوند در مهاربندهای واگرا (EBF)
e′	در تیر پیوند میانی، فاصله بین نقاط تقاطع محور طولی تیر و محـــور طولـــی مهاربنـدها و در تیـر پیونـد کناری، فاصله نقطه تقاطع محور مهاربند و محور تیر تا بر ستون
E	نیروی افقی ایجاد شده در اثر زلزله
E_{es}	نیروی حداکثر مورد انتظار ایجاد شونده در عضو اثر پذیر از مؤلفه شکل پذیر در تراز سرویس
E_{exp}	نیروی مورد انتظار ایجاد شده توسط پلاستیک شدن مؤلفه شکل پذیر در تراز نهایی
E_s	مدول ارتجاعی فولاد
f_a	تنش محوری فشاری موجود عضو
f_t	تنش محوری کششی موجود عضو
f_v	تنش برش موجود عضو
F_v	تنش برشی مجاز
F.S.	ضریب اطمینان به کار رفته در محاسبه تنش‌های مجاز
F_b	تنش خمشی مجاز
F_u	حداقل مقاومت کششی نهایی

saze118.com

F_y	مقاومت مشخصه حداقل تسلیم که می تواند برحسب موقعیت، برابر حداقل نقطه تسلیم تعیین شده (برای فولادهایی که یک نقطه جاری شدن مشخص دارند) و یا مقاومت تسلیم تعیین شده (برای فولادهایی که یک نقطه جاری شدن مشخص ندارند)، باشد.
F_{yb}	F_y برای تیر
F_{yc}	F_y برای ستون
h_s	ارتفاع طبقه که می‌تواند فاصله بین محور طولی تیرهای بالا و پایین هر طبقه و یا فاصله بین کف تا کف دال‌ها، در بالا و پایین هر طبقه، در نظر گرفته شود.
H	بار ناشی از وزن و فشار خاک ، آب و یا فشار هم‌زمان خاک و آب
k	ضریب طول مؤثر برای عضو منشوری
l	طول آزاد تیر حدفاصل دو بر ستون
l_s	طول ناحیه تقویت شده تیر پیوند کناری
L	بار زنده حاصل از بهره‌برداری و یا وسایل قابل انتقال و حرکت
L_l	فاصله محل تئوریک تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون
L_h	فاصله بین محل‌های تئوریک تشکیل مفصل پلاستیک در تیر
L_r	بار زنده بام
L_s	طول آزاد تک نیمرخ، حد فاصل دو قید متوالی
$(M_{exp})_{link}$	لنگر خمشی مورد انتظار تیر پیوند، در تراز نهایی
M_E	حداکثر لنگر ایجاد شونده در بر ستون در تراز نهایی
$M_{E,ser}$	لنگر طراحی اتصال تیر به ستون ، در بر ستون ، در تراز سرویس
M_{max}	لنگر خمشی طراحی اتصال پای ستون
M_p	لنگر پلاستیک مقطع
M_{pc}	لنگر پلاستیک مقطع ستون که برابر است با Z_cF_{yc}
P	نیروی محوری موجود
P_{bf}	مقدار داده شده در رابطه 10-8-1 مقررات ملی ساختمانی ایران
r_{min}	شعاع ژیراسیون حداقل عضو
r_y	شعاع ژیراسیون حول محور y
R	مقدار ضریب رفتار ساختمان، براساس جدول شماره 3 استاندارد 2800
R_y	نسبت مقاومت تسلیم مورد انتظار به حداقل مقاومت تسلیم تعیین شده، F_y
S	- بار برف
	- اساس مقطع الاستیک عضو
t_{bf}	ضخامت بال تیر
t_{cf}	ضخامت بال ستون
t_{cp}	ضخامت ورق پیوستگی
t_{cw}	ضخامت جان یا جان‌های ستون، به‌علاوه ضخامت ورق‌های تقویت کننده چشمه اتصال
t_f	ضخامت بال
t_w	- ضخامت جان

saze118.com

- ضخامت جان تیر پیوند

t_z ضخامت جان ستون یا هر یک از ورق‌های تقویت کننده چشمه اتصال

V_G برش حاصل از بارهای ثقلی در انتهای تیر

V_p برش پلاستیک عضو

V_s برش جانبی طبقه حاصل از زلزله

$(V_{exp})_{Link}$ نیروی برشی مورد انتظار تیر پیوند، در تراز نهایی

V_{es} حداکثر برش ایجاد شونده در بر ستون در تراز سرویس

V_E حداکثر برش ایجاد شونده در بر ستون در تراز نهایی

$V_{E,ser}$ برش طراحی اتصال تیر به ستون ، در بر ستون ، در تراز سرویس

w_G بار گسترده ثقلی روی تیر

w_z عرض چشمه اتصال، که فاصله خالص بین بال‌های ستون در نظر گرفته می‌شود

x_k مقدار پخ گوشه ورق پیوستگی در مقاطع گرم نورد شده، که حداقل برابر ضخامت ورق ستون و حداکثر دو برابر ضخامت ورق ستون در نظرگرفته می‌شود

Z اساس مقطع پلاستیک عضو

Z_b اساس مقطع پلاستیک تیر در مفصل پلاستیک

Z_c اساس مقطع پلاستیک ستون

Z_{pl} اساس مقطع پلاستیک تیر پیوند

ΣM^*_{pc} مجموع مقاومت خمشی ستون‌های بالا و پایین گره اتصال، در تراز نهایی، با در نظر گرفتن کاهش نش تسلیم به دلیل وجود نیروی محوری موجود در ستون

ΣM^*_{pb} مجموع لنگرهای ایجاد شده در محور ستون، حاصل از لنگر و برش ایجاد شده در مفصل‌های پلاستیک تیرهای دو طرف اتصال

Ω_o ضریب افزاینده مقاومت، برای اعضای کنترل شونده توسط نیرو، که تضمین کننده رفتار ارتجاعی این اعضا در برابر نیروهای زلزله واقعی می‌باشد.

λ_s پارامتر لاغری

λ_{ps} حد پارامتر لاغری اجزای مقطع فشرده لرزه‌ای

γ_p زاویه چرخش غیرارتجاعی تیر پیوند

δ_s تغییر مکان نسبی طبقه، حاصل از نیروهای زلزله

θ شاخص تغییرمکان طبقه

η برابر است با $\frac{f_a}{f_v}$

δ_p مقدار حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی طبقه که از ضرب تغییرمکان جانبی نسب حاصل از بارهای طراحی در 0/7R بدست می‌آید

2-1 عبارات و اصطلاحات

موارد زیر برای استفاده در این مجموعه تعریف شده اند.

اتصال :

ترکیبی از پیوندها است که برای انتقال نیرو بین دویا چند عضو به کار برده می‌شود. اتصالات بر حسب نوع نیرویی که منتقل می‌کنند (لنگر، برش و نیروی محوری) و سختی مورد نظر برای آنها (صلب، نیمه صلب و ساده)، طبقه بندی می‌شوند.

اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده (Prequalified Connection) :

اتصالات با جزییات مشخصی هستند که درستی عملکرد آنها برای دستیابی به رفتار لرزه‌ای مورد نظر سازه، توسط آزمایش‌ها و شواهد عینی، از جانب مراجع معتبر تأیید شده باشد.

اتصال اصطکاکی :

نوعی اتصال پیچی است که در آن، انتقال بار به طور عمده توسط اصطکاک ایجاد شده بین قطعات متصل شونده - که حاصل از پیش‌تنیده کردن پیچها است - انجام می گیرد.

اتصال پای ستون :

مجموعه‌ای از صفحات، اتصالات و میل مهارهایی است که در پای ستون، برای انتقال نیروها بین سازه فولادی و شالوده به کار گرفته می‌شود.

اتصال دهنده‌ها :

شامل جوش و پیچ هستند و پیوند مکانیکی بین اجزای اتصال را در یک اتصال فراهم می‌کنند.

اتصال ساده :

اتصالی که در مقابل دوران از خود سختی قابل توجهی نشان نمی‌دهد و تنها قادر به انتقال نیروهای محوری و برشی می باشد.

اتصال صلب (FR^1) :

اتصالی که اجزای آن دارای سختی و مقاومت کافی باشد، به نحوی که زاویه بین اعضای متصل شونده در گره را، پس از تغییرشکل ثابت نگه دارد .

اثر P-Delta :

اثرات مرتبه دوم بارهای ثقلی بر روی سازه تغییرشکل یافته می‌باشد.

1. Fully Restrained

اجزای اتصال :

ورق، تسمه، نیمرخ یا ترکیبی از آنها که انتقال بار در اتصال، از طریق آنها انجام می گیرد را، اجزای اتصال می‌نامند.

اجزای سخت شده :

به اجزایی از مقطع گفته می‌شود که در هر دولبه، در تمام طول با اجزای دیگری از مقطع، به صورت پیوسته متصل باشند.

اجزای سخت نشده :

به اجزایی از مقطع گفته می شود که تنها در یک لبه، در تمام طول با اجزای دیگری از مقطع به صورت پیوسته متصل باشند.

بال :

جزیی از مقطع عضو است که در تیرها، راستای آن موازی محور خمش است و در آن، تحت اثرخمش، تنش‌های محوری یکنواخت ایجاد می‌شود. در ستون‌ها، این جزء موازی محور کمانش کلی عضو است.

تراز سرویس :

ترازی از باربری است که در آن مقطع عضو با تنش‌های ناشی از تلاش‌های خمشی، برشی و محوری، یا ترکیب آنها را، با اعمال ضریب اطمینان کافی تحمل می‌نماید و در آستانه تسلیم قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، تنش تراز سرویس برابر است با تنش تسلیم، تقسیم بر ضریب اطمینان.

تقویت کننده عرضی جان تیر پیوند :

تقویت کننده‌های عرضی قائمی هستند که برای تضمین رفتار غیرارتجاعی پایدار، در طول تیر پیوند قرار داده می شوند. این اجزا، به صورت تقویت کننده‌های عرضی انتهایی و تقویت کننده‌های عرضی میانی به کار برده می شوند.

تیر پیوند :

قسمتی از تیر در قاب‌های با مهاربندهای واگرا است که بین انتهای مهاربندها، یا بین انتهای مهاربند و ستون واقع است و رفتار غیرارتجاعی سیستم باربر جانبی را فراهم می نماید.

تیر دارای مقطع تضعیف شده (RBS^{1}) :

تیری که مقطع آن، در نقطه‌ای با فاصله مشخص از بر ستون، به منظور تشکیل مفصل پلاستیک، تضعیف شده است.

1. Reduced Beam Section

جان :

جزیی از مقطع عضو است که در تیرها، راستای آن عمود بر محور خمش است و در آن، تحت اثر خمش، تنش‌های محوری غیر یکنواخت ایجاد می‌شود. در ستون‌ها، این جزء عمود بر محور کمانش کلی عضو است.

چشمه اتصال :

ناحیه‌ای از جان یا جان‌های ستون است که محصور بین امتداد بال‌های بالایی و پایینی تیرهای دو وجه ستون و بال‌های ستون می باشد .

رفتار شکل‌پذیر :

رفتار چرخه‌ای پایداری است که طی آن، تلاش عضو، بدون کاهش قابل توجه در مقاومت، انرژی زیادی جذب می کند.

رفتار غیرشکل‌پذیر :

رفتار چرخه‌ای ناپایدار، که طی آن، تلاش عضو، ضمن کاهش قابل توجه در مقاومت، جذب انرژی کمی دارد.

زاویه چرخش طبقه :

برابر است با جابجایی نسبی طبقه، تقسیم بر ارتفاع آن، بر حسب رادیان.

زاویه چرخش غیرارتجاعی تیر پیوند (γ_p) :

زاویه بین تیر پیوند و تیر ناحیه خارج از تیر پیوند، در حالتی که جابجایی نسبی غیرارتجاعی حداکثر در طبقه ایجاد شده باشد.

زلزله طرح (DBE^{1}) :

زلزله‌ای است که توسط طیف طراحی استاندارد، ارایه شده در فصل دوم استاندارد 2800، معرفی شده است.

سیستم باربر جانبی لرزه‌ای :

مجموعه‌ای از اعضای سازه، که در مقابل نیروهای جانبی حاصل از زلزله مقاومت می کنند.

سیستم دوگانه :

ترکیب سیستم قاب خمشی و یک سیستم مهاربندی یا دیوار برشی است که شرایط زیر را برآورده نماید:

1- قاب خمشی به تنهایی قادر به تحمل اثرات بارهای ثقلی و دست‌کم 25 درصد نیروی جانبی ناشی از زلزله باشد.

1. Design Based Earthquake

2- سیستم مهاربندی یا دیوار برشی، به تنهایی قادر به تحمل اثرات حاصل از دست‌کم 25 درصد نیروهای جانبی زلزله، در حضور بارهای ثقلی باشد.

3- قاب خمشی و سیستم مهاربندی یا دیوار برشی، بتوانند به نسبت سختی خود در تحمل بارهای ثقلی و نیروهای جانبی ناشی از زلزله، مشارکت نمایند.

قاب خمشی :

سیستم باربری است که باربری جانبی آن، توسط رفتار طره‌ای و برشی قاب و عملکرد برشی چشمه اتصال تأمین می‌گردد. در رفتار طره‌ای، قاب مانند یک طره قائم عمل می کند و خمش حاصل از بار جانبی را به طور عمده، توسط کوتاه شدگی ستون‌های تحت فشار و کش آمدن ستون‌های تحت کشش، تحمل می نماید. در رفتار برشی، تیرها و ستون ها در اثر بار جانبی در هر طبقه و هر دهانه، تغییر انحنا داده، با خمش و برش ایجاد شده در آنها، بارهای وارده را تحمل می‌نمایند.

قاب خمشی متوسط (IMF[1]) :

قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است که تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدودی را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می‌دهد.

قاب خمشی معمولی (OMF[2]) :

قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است که تغییرشکل‌های غیرارتجاعی اندکی را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می‌دهد.

قاب خمشی ویژه (SMF[3]) :

قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل دهنده آن، دارای آنچنان جزییاتی است که تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می دهد.

قاب مهاربندی شده :

یک سیستم خرپایی متشکل از مهاربندهای همگرا و یا واگرا است و وظیفه اصلی آن، تحمل نیروهای جانبی وارد به سازه می‌باشد.

1. Intermediate Moment Frame
2. Ordinary Moment Frame
3. Special Moment Frame

saze118.com

قاب مهاربندی شده واگرا (EBF[1]) :

قاب مهاربندی شده‌ای است که در آن، دست‌کم یکی از دو انتهای عضو مهاربندی، با فاصله کوتاهی از اتصال مهاربند دیگر، یا اتصال تیر به ستون، به تیر متصل شده باشد.

قاب مهاربندی شده همگرای معمولی (OCBF[2]) :

قاب مهاربندی شده‌ای با چنان جزییاتی است که در آن، اعضای کششی و فشاری مهاربند، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدودی را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می‌دهند. در این قاب‌ها، محور طولی مهاربند، با محور طولی تیرها و ستون ها، در مهاربندهای قطری و ضربدری؛ و محور طولی مهاربندها، با محور طولی تیر، در مهاربندهای 7 و 8 ، همرس هستند.

قاب مهاربندی شده همگرای ویژه (SCBF[3]) :

قاب مهاربندی شده‌ای با چنان جزییاتی است که در آن، اعضای کششی و فشاری مهاربند، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای را، در برابر زلزله طرح، از خود نشان می‌دهند. در این قاب‌ها، محور طولی مهاربند، با محور طولی تیرها و ستون‌ها، در مهاربندهای قطری و ضربدری؛ و محور طولی مهاربندها، با محور طولی تیر، در مهاربندهای 7 و 8 ، همرس هستند.

ضریب اطمینان :

ضریبی است که در برگیرنده عدم قطعیت در تخمین میزان بارها و ترکیب‌های آنها، برآورد مقاومت مصالح، دقت روش‌های تحلیلی، خطاهای ساخت اعضا و اجزا و رواداری‌های اجرایی است و به مقاومت اعضا یا اجزا اعمال می‌گردد.

ظرفیت موجود (Available Capacity) :

ظرفیت موجود سازه یا اجزای آن بر اساس ابعاد هندسی، مقاومت مصالح و قواعد پذیرفته شده مکانیک سازه محاسبه می شود. در غیاب اطلاعات نظری، ظرفیت موجود، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی مقیاس شده - که تأثیر مدل‌سازی و تفاوت های بین شرایط آزمایشگاهی و شرایط واقعی در آنها به حساب آمده باشد - تعیین می گردد.

ظرفیت مورد نیاز (Required Capacity) :

ظرفیت مورد نیاز اجزای سازه، ظرفیتی است که پاسخگوی عوامل خارجی، اعم از بارهای واقعی و بحرانی‌ترین شرایط محتمل اجزای متصل به آنها، در حالت حدی باشد.

1. Eccentric Braced Frame
2. Ordinary Concetrically Braced Frame
3. Special Concetricaly Braced Frame

عضو اثر پذیر از مؤلفه شکل پذیر :

به عضو یا اتصالی گفته می‌شود که در طراحی لرزه‌ای، متأثر از پلاستیک شدن مؤلفه‌های شکل‌پذیر عضو یا اعضای مجاور است.

مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS[1]) :

مجموعه مشخصاتی که رعایت آنها تضمین کننده کفایت جوش می باشد. این مشخصات شامل تعیین مواردی از قبیل نحوه آماده سازی بستر، تعداد خط‌های عبور جوش، نیاز و یا عدم نیاز به تخلیه جوش از پشت، مشخصات

saze118.com

فنی الکترود، درجه حرارت جوش، ولتاژ و آمپراژ، لزوم پیش گرمایش یا پس گرمایش، سرعت جوشکاری و ... می شود. تأیید درستی عملکرد باربری جوش‌ها، از طریق انجام آزمایش‌های مخرب (آزمایش های مکانیکی کششی، خمشی، ضربه و تورق) و تأیید سلامت جوش، از طریق انجام آزمایش‌های غیر مخرب (بازرسی چشمی (VT^2)، آزمایش فراصوت (UT^3)، آزمایش ذرات مغناطیسی (MT^4)، آزمایش رادیوگرافی (RT^5) و آزمایش مایعات نفوذی (PT^6)) انجام می‌گیرد.

مفصل پلاستیک خمشی :

در تیرهای قاب‌های خمشی و تیرهای پیوند با عملکرد عمده خمشی قاب‌های مهاربندی شده واگرا، ناحیه شکل-پذیر تیر، محدوده‌ای با فاصله‌ای اندک از دو انتهای آن در نظر گرفته می‌شود و مفصل پلاستیک خمشی نام دارد. مؤلفه شکل پذیر این ناحیه، عمدتاً تلاش خمشی و تغییرشکل ارتجاعی آن، از نوع دوران است. در قاب های مهاربندی شده همگرای ویژه، کمانش غیرارتجاعی مهاربند، ناشی از تلاش فشاری، در دو سر و در وسط عضو مهاربند، مفصل پلاستیک خمشی ایجاد می نماید؛ که حاصل آن، تغییرشکل محوری به صورت کاهش طول است.

مقاطع توخالی بسته با ضخامت جدار ثابت (HSS^7) :

مقاطع لوله‌ای شکل و قوطی شکل مربع و مستطیل بدون درز یا دارای یک درز جوش طولی، که ضخامت جدار آنها ثابت باشد را شامل می‌شود.

1. Welding Procedure Specifications
2. Visual Test
3. Ultrasonic Test
4. Magnetic Particle Test
5. Radiography Test
6. Penetrant Testing
7. Hollow Structural Section

مقاطع دوگانه :

مقاطعی هستند که اجزای آنها از ورق‌ها و یا نیمرخ‌هایی با مشخصات مقاومتی متفاوت ساخته شده است.

مقاومت برشی طراحی تیر پیوند در تراز سرویس :

مقدار کمتر بین دو مقدار مقاومت برشی تیر پیوند در تراز سرویس و برش نظیر مقاومت خمشی نهایی آن در تراز سرویس است.

مقاومت تسلیم مورد انتظار:

مقاومت تسلیم حداکثر محتمل ماده، که برابر است با مقاومت تسلیم حداقل مشخصه، F_y، ضرب‌در ضریب R_y.

مقطع فشرده لرزه‌ای :

به مقطعی گفته می‌شود که در آن، اجزای تشکیل دهنده مقطع در تمام طول عضو به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شده باشند و نسبت های عرض به ضخامت این اجزا، از مقادیر λ_{ps} جدول بند 6-3، کمتر باشد.

مهاربند :

عضو سازه‌ای مایلی است که باربری اصلی آن محوری است و برای ایجاد رفتار خرپایی در سازه، در مقابل بارهای جانبی به کار برده می‌شود.

مهاربندی 7 و 8 شکل :

نوعی مهاربندی همگرا (ویژه یا معمولی) است که در آن، دو عضو مهاربند، همدیگر را در نقطه‌ای در طول آزاد تیر قطع می‌کنند. در مهاربندهای 7، نقطه تلاقی در تیر پایینی دهانه مهاربندی شده و در مهاربندهای 8، نقطه تلاقی در تیر بالایی این دهانه قرار دارد.

مهاربندی قطری :

نوعی مهاربندی همگرا (ویژه یا معمولی) است که دو انتهای آن، بر دو رأس مقابل دهانه مهاربندی شده واقع است.

مهاربندی ضربدری :

نوعی مهاربندی همگرا (ویژه یا معمولی) است؛ شامل دو عضو قطری مهاربند، که در ناحیه میانی همدیگر را قطع می کنند.

مهار جانبی :

عضوی است که از کمانش جانبی یا جانبی پیچشی اعضای اصلی سازه جلوگیری می‌کند.

مؤلفه شکل پذیر :

تلاشی از عضو است که رفتار شکل‌پذیر دارد.

مؤلفه غیرشکل‌پذیر :

تلاشی از عضو است که رفتار غیرشکل‌پذیر دارد.

ناحیه K :

در مجاورت محل ریشه اتصال بال به جان نیمرخ‌های گرم نورد شده واقع است و در آن، امکان رفتار ترد به دلیل کاهش طاقت نمونه شیاردار شارپی وجود دارد. این ناحیه، حد فاصل محل ریشه تا 25 میلیمتر بعد از آن، در جان تعریف می‌گردد.

ناحیه پلاستیک برشی :

در تیر پیوند با عملکرد عمده برشی قاب‌های مهاربندی شده واگرا، تیرهای کوتاه و عمیق قاب‌های خمشی و تیرهای همبند دو دهانه مهاربندی شده در سیستم‌های دوگانه خمشی - مهاربندی، ناحیه شکل پذیر در سرتاسر جان تیر تشکیل می‌شود و ناحیه پلاستیک برشی نام دارد؛ مؤلفه شکل‌پذیر این ناحیه، تلاش برشی و تغییرشکل غیرارتجاعی آن، از نوع تغییر زاویه برشی است.

ناحیه پلاستیک کششی :

در مهاربندهای کششی قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه، ناحیه شکل‌پذیر در تمام طول عضو مهاربند تشکیل می‌شود و ناحیه پلاستیک کششی نام دارد؛ مؤلفه شکل‌پذیر این ناحیه، تلاش کششی و تغییرشکل غیرارتجاعی آن، از نوع تغییرشکل محوری، به صورت افزایش طول است.

ناحیه شکل‌پذیر عضو :

به ناحیه‌ای از عضو گفته می‌شود که در آن مؤلفه شکل‌پذیر، با رفتار غیرارتجاعی پایدار، انرژی قابل توجهی جذب می کند.

نیروی زلزله تشدید یافته :

مؤلفه افقی نیروی زلزله E ضربدر Ω_0 می‌باشد و معرف سطحی از زلزله است که طراحی اعضایی که از آنها انتظار شکل‌پذیری قابل توجه نمی‌رود، بر اساس آن انجام می‌شود. این اعضا- که اعضای کنترل شونده توسط نیرو نامیده می‌شوند- باید زلزله را در حالت ارتجاعی تحمل کنند تا عملکرد اصلی آنها، که تحمل بارهای ثقلی است، مختل

نشود. به منظور تأمین افزایش باربری این اعضا، نیروی وارد شونده به آنها در ضریب افزاینده Ω_0 ضرب می‌شود تا تقاضا و در نتیجه آن، ظرفیت عضو افزایش داده شود.

ورق پیوستگی :

ورق سخت کننده‌ای است که وظیفه اصلی آن، تأمین پیوستگی مسیر انتقال بار، در راستای نیروهای وارد آمده می‌باشد. ورق‌های پیوستگی، در بالا و پایین چشمه اتصال، در محاذات بال‌ها با ورق پوششی اتصال بال-های تیرهای دو طرف ستون، به اجزای ستون (بال‌ها و جان‌ها) متصل می‌شوند.

وصله :

اتصال بین دو قسمت از یک عضو را گویند که می تواند از طریق اجزای اتصال و اتصال‌دهنده، مانند ورق-های پوششی یا ورق انتهایی (وصله غیرمستقیم) و یا جوش نفوذی بین اجزای متناظر مقطع (وصله مستقیم) بر-قرار شود.

saze118.cocm

saze118.com

فصل دوم ؛ دامنه و حدود کاربرد

2-1 ملاحظات کلی

طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی به روش تنش مجاز و ساخت و اجرای آنها، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در فصل‌های 10-0، 10-1 و 10-2 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران و استاندارد 2800، باید ضوابط لرزه‌ای گفته شده در این مجموعه را نیز برآورده نماید.

این ضوابط، در سازه‌های فولادی، برای طراحی و ساخت آن دسته از اعضا و اتصالات و اجزای آنها، که بخشی از سیستم باربر جانبی لرزه‌ای هستند و رفتار شکل‌پذیر یا غیرشکل‌پذیر دارند، به کارمی‌رود.

تبصره : استفاده از ضوابط طراحی لرزه‌ای سایر مراجعی که اعتبار آنها از سوی مراجع دارای صلاحیت در کشور تأیید گردد، برای مواردی که در این مجموعه نیامده است، مجاز می‌باشد.

saze118.cocm

SAZE118.COM

فصل سوم ؛ مشخصات مصالح

3-1 فولاد مصرفی

فولاد به‌کاررفته در اعضا، اجزا و اتصالات سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، شامل ورق‌ها، نیمرخ ها، لوله‌ها و قوطی‌ها (HSS) و مقاطع ساخته شده از ورق یا نیمرخ؛ باید مشخصات زیر را، به عنوان حداقل شرایط، برآورده نمایند:

- نوع فولاد به‌صورت فولاد نرمه کربن‌دار معمولی تا فولاد پرمقاومت آلیاژی باشد و مقاومت مشخصه حداقل تسلیم آن، F_y، در محدوده 2300 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تا 3750 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد .
- مقاومت کششی نهایی، F_u ، حداقل 1/2 برابر مقاومت مشخصه حداقل تسلیم، F_y، باشد.
- نمودار تنش - کرنش در ناحیه جاری شدن، دارای قسمت تخت مشخص باشد.
- توانایی تحمل تغییرشکل‌های نسبی غیرارتجاعی بزرگی را به میزان حداقل20 درصد، در نمونه 5 سانتیمتری استاندارد داشته باشد.
- جوش‌پذیری مناسبی داشته باشد.
- طاقت نمونه شیار داده شده شارپی ورق‌ها و اجزای ورقی مقاطع ساخته شده و یا نورد شده، با ضخامت بیش از40میلیمتر، در دمای 21 درجه سانتیگراد، باید حداقل 27 ژول باشد.
- برای میل‌مهارهای به‌کار رفته در اتصال پای ستون به پی، استفاده از فولاد با مقاومت مشخصه حداقل تسلیم تا 5000 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع مجاز می‌باشد.

3-2 جوش

مشخصات مصالح جوش به‌کار رفته در اتصالات و وصله‌های اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، باید مطابق شرایط زیر باشد:

- فلز جوش با فلز مادر سازگار باشد.
- طاقت نمونه شیار داده شده شارپی استاندارد فلز جوش در دمای 29- درجه سانتیگراد، حداقل 27 ژول باشد.
- در اتصالات و وصله‌های با جوش نفوذی کامل، در قاب های خمشی ویژه و تیر پیوند کنار ستون قاب‌های مهاربندی شده واگرا (EBF)، علاوه بر دو شرط بالا، باید طاقت نمونه شیار داده شده شارپی استاندارد فلز جوش، در دمای 21 درجه سانتیگراد، حداقل 54 ژول باشد.

3-3 پیچ

کلیه پیچ‌های مورد استفاده در اتصالات و وصله اعضای سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، باید پر مقاومت باشد و با حداقل بار مندرج در جدول 11 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، پیش‌تنیده شود.

SAZE118.COM

فصل چهارم ؛ بارها و ترکیب بارها

4-1 ملاحظات کلی

در طراحی کلیه اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای سازه، ترکیب بارهای شامل زلزله طرح مبحث ششم مقررات ملی ساختمانی ایران، بر اساس بند 4-2 به‌کار برده می شود. در مواردی که در این مجموعه به طور مشخص به آنها اشاره شده است، ترکیب بارهای شامل زلزله بندهای 4-3 و 4-4 نیز باید در نظر گرفته شوند.

در طراحی سازه بر اساس ترکیب بارهای 4-2، 4-3 و 4-3، تنش‌های مجاز بدون افزایش 33 درصد مندرج در بند 10-0-5-1 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران در نظر گرفته می‌شوند.

تبصره 1 : چنانچه ترکیب بارهای شامل بار باد، مطابق مبحث ششم مقررات ملی ساختمانی ایران، در طراحی اعضا تعیین کننده باشند؛ کلیه اعضا، اجزا و اتصالات سازه، باید ضوابط لرزه‌ای این مجموعه را، برای ترکیب بارهای شامل زلزله، برآورده نماید.

تبصره 2 : تغییرمکان های جانبی نسبی طبقات، بر اساس ترکیب بارهای بند 4-1، با منظور نمودن ضریب واحد برای همه بارها تعیین می‌شود.

تبصره 3 : در ترکیب بارهای بندهای 4-2، 4-3 و 4-4، در مقادیر E و E_{exp}، باید اثرات رفت و برگشتی زلزله منظور شود.

4-2 ترکیب بارهای شامل زلزله طرح

در طراحی کلی اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای سازه، اعم از اعضای دارای رفتار شکل پذیر و اعضای با رفتار غیر شکل پذیر؛ ترکیب بارهای شامل زلزله طرح، باید به‌صورت زیر در نظر گرفته شود.

$$D + E + H$$

$$D + ۰/۷۵L + ۰/۷۵(L_r \text{ یا } S) + ۰/۷۵E + ۰/۷۵H$$

$$۰/۶D + E + H$$

4-3 ترکیب بارهای شامل زلزله تشدید یافته

در مواردی که در این مجموعه مقرر شده است، ترکیب بارهای زیر باید در تعیین تنش‌ها و طراحی، به کار برده شود.

$$۰/۸D + ۰/۸\Omega_۰E + ۰/۸H$$

$$۰/۸D + ۰/۶L + ۰/۶(L_r \text{ یا } S) + ۰/۶\Omega_۰E + ۰/۶H$$

$$۰/۵D + ۰/۸\Omega_۰E + ۰/۸H$$

در روابط فوق، ضریب افزاینده، Ω_0 ، مطابق جدول زیر به‌کار برده می‌شود.

سیستم باربر جانبی لرزه ای	Ω_0
کلیه قاب‌های خمشی فولادی	3
کلیه قاب‌های ساده با مهاربندی هم‌محور و برون‌محور فولادی	2
کلیه سیستم‌های دوگانه	2/5

SAZE118.COM

4-4 ترکیب بارهای شامل زلزله حداکثر مورد انتظار

در اثر زلزله حداکثر مورد انتظار، رفتار غیرارتجاعی پایدار مؤلفه‌های شکل‌پذیر، باید قبل از از دست رفتن باربری سایر مؤلفه‌ها به‌کار افتد. برای دستیابی به این منظور، تعیین تنش‌ها و طراحی اعضا و اتصالات، برای مؤلفه‌های غیرشکل‌پذیر، باید بر اساس ترکیب بارهای زیر انجام شود.

$$D + E_{es} + H$$

$$D + ۰/۷۵L + ۰/۷۵(L_r \text{ یا } S) + ۰/۷۵E_{es} + ۰/۷۵H$$

$$۰/۶D + E_{es} + H$$

که در آن، E_{es} نیروی حداکثر مورد انتظار ایجاد شونده در عضو یا اتصال تحت بررسی، توسط مؤلفه‌های شکل‌پذیر سازه- که در آنها در تراز نیروهای سرویس مفصل پلاستیک خمشی، تغییرشکل پلاستیک برشی، تغییر شکل پلاستیک کششی و کمانش غیرارتجاعی فشاری و یا ترکیبی از آنها، به وجود می آید - است. مقدار E_{es}، توسط رابطه زیر تعیین می شود:

$$E_{es} = \frac{C_p R_y}{F.S.} E_{exp}$$

که در آن :

E_{exp} : نیروی مورد انتظار ایجاد شده توسط پلاستیک شدن مؤلفه شکل‌پذیر در تراز نهایی است و در هر مورد در متن، مقدار نظیر آن مشخص شده است.

C_p : ضریبی است که دربرگیرنده اثرات سخت شدگی، قیدهای موضعی و ملحقات موجود در موضع مورد محاسبه است و در هر مورد در متن، مقدار نظیر آن مشخص شده است.

R_y : نسبت مقاومت تسلیم مورد انتظار به حداقل مقاومت تسلیم تعیین شده، F_y، مطابق زیر

F.S. : ضریب اطمینان کاهنده نیروهای تراز نهایی به تراز سرویس، برای محاسبه نیروها و تنش‌ها در این تراز، که در هر مورد در متن، مقدار نظیر آن مشخص شده است.

R_y	نوع محصول
1/5	نیمرخ‌های نورد شده I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و میلگرد با F_y تا $2500kg/cm^2$
1/3 1/1	$2500Kg/cm^2 < F_y < 3000\ Kg/cm^2$ $F_y > 3000Kg/cm^2$
1/3	مقاطع قوطی شکل سرد نورد شده
1/4	مقاطع لوله‌ای شکل بدون درز و درزدار
1/1	سایر مقاطع ساخته شده از ورق
1/1	ورق‌ها و تسمه‌ها

SAZE118.COM

فصل پنجم ؛ الزامات عمومی اتصالات

5-1 ملاحظات کلی

در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، اتصالات، وصله‌ها، اجزای اتصال و اتصال دهنده‌ها؛ باید مطابق بندهای 5-2 و 5-3، به گونه‌ای طراحی و جزییات‌بندی شوند که علاوه بر تأمین ضوابط مندرج در فصل 10-1-7 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، دارای چنان سختی، مقاومت و هندسه متناسبی باشند که با عملکرد ارتجاعی اجزای خود، شرایط لازم برای رفتار غیرارتجاعی چرخه‌ای پایدار مؤلفه‌های شکل‌پذیر اعضا را فراهم کنند و پیوستگی مسیر انتقال بار را نیز تأمین نمایند.
اتصالات ویژه (جداگرها، میراگرها و فیوزهای لرزه‌ای)، که با رفتار غیرارتجاعی انرژی لرزه‌ای را جذب می‌نمایند، خارج از محدوده این مجموعه هستند و باید، بر اساس دستورالعمل‌های ویژه جداگانه‌ای که به این منظور تهیه می‌شود و به تأیید مراجع معتبر می‌رسد، به کار گرفته شوند.

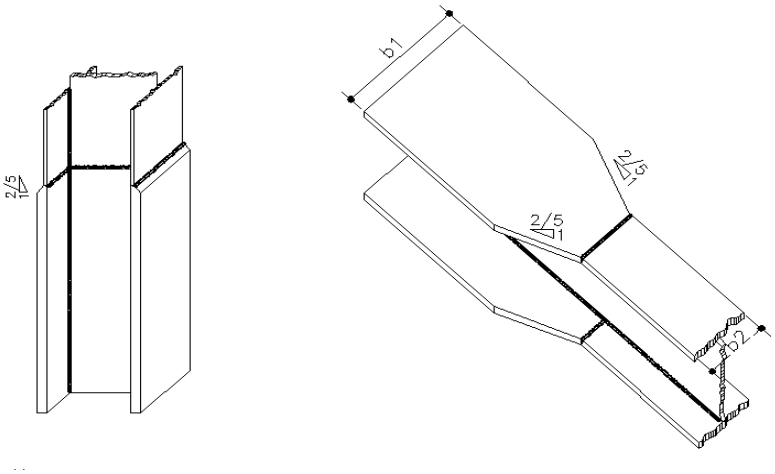
5-2 اتصالات جوشی

در اتصالات جوشی سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای،الزامات عمومی زیر باید برآورده شود :

- کلیه اتصالات جوشی باید مطابق "مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)" که توسط مهندس طراح تأیید شده باشد اجرا شوند؛ یا از "اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده" جوشی استفاده شود.
- در وصله مستقیم جوشی ورق‌های تشکیل‌دهنده مقطع اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، کلیه جوش‌ها باید نفوذی کامل باشند. همچنین،وصله مستقیم جوشی بال و جان مقاطع ساخته شده از ورق، در یک موقعیت قرار نگیرد.
- در وصله مستقیم بین ورق‌های با عرض یا ضخامت متفاوت - که در بال و یا جان تیرها و یا ستون‌ها به کار می‌روند - تغییر تدریجی در عرض یا ضخامت،از ورق بزرگ‌تر به ورق کوچک‌تر، باید با شیب حداکثر 2/5 : 1 صورت گیرد.

saze118.com

SAZE118.COM



تغییر تدریجی ابعاد مقطع در وصله، با شیب 2/5 : 1

3-5 اتصالات پیچی

در اتصالات پیچی سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، الزامات عمومی زیر باید برآورده شود:

- اتصالات پیچی اعضای سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، باید از نوع اتصال اصطکاکی باشد. در طراحی پیچ‌ها تحت اثر ترکیب بارهای بند 4-2، باید تنش‌های مجاز اصطکاکی در نظر گرفته شود، لیکن، در طراحی تحت اثر ترکیب بارهای بندهای 4-3 و 4-4، می‌توان تنش‌های مجاز اتکایی پیچ را ملاک تعیین باربری پیچ برای این ترکیب بارها قرار داد.
- در کلیه اتصالات اصطکاکی پیچی، پیچ‌ها باید با بار پیش تنیدگی حداقل، مطابق با جدول 11 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، سفت شوند. نحوه سفت کردن پیچ‌ها و ترتیب آن، باید مطابق مشخصاتی که به تأیید طراح رسیده است باشد. کلیه سطوح تماس در مواضع پیچ‌ها، باید برای تأمین ضریب اصطکاک حداقل 0/33، پرداخت و آماده سازی شوند.
- در اتصالات اصطکاکی پیچی‌ای که طبق ضابطه فوق، تنش‌های مجاز اتکایی ملاک طراحی آنها بوده است، تنها استفاده از سوراخ‌های استاندارد یا لوبیایی کوتاه با شکاف عمود بر جهت نیرو مجاز می‌باشد.
- استفاده از باربری هم‌زمان پیچ و جوش در یک موضع اتصال مجاز نیست (شکل 3).
- اتصالات پیچی‌ای که در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای به کار می روند، باید طوری طراحی و جزییات‌بندی شوند که حالت‌های شکست ترد از قبیل گسیختگی برشی و کششی در مقطع خالص مؤثر، گسیختگی از نوع بلوکی و همچنین گسیختگی برشی پیچ ها، قبل از عملکرد تسلیم عضو در مقطع کلی به وقوع نپیوندد.

SAZE118.COM

فصل ششم ؛ الزامات عمومی اعضا

6-1 ملاحظات کلی

کلیه اعضای سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، شامل تیرها، ستون‌ها، مهاربندها، دیافراگم‌ها و پی؛ باید با توجه به نوع سیستم باربر جانبی، مدل‌سازی و تحلیل شوند و بر اساس ترکیب بارهای بند 4-2 و رعایت تغییرشکل‌های جانبی نسبی مجاز، طراحی گردند. این اعضا، باید الزامات عمومی این بخش را برآورده نمایند. الزامات ویژه هر یک از سیستم‌ها، در فصل‌های 8 تا 14 آمده است.

6-2 الزامات عمومی ناحیه شکل پذیر اعضا

الزامات عمومی زیر، باید در جزییات بندی ناحیه شکل پذیر اعضا در نظر گرفته شوند:

- از متصل نمودن هرگونه برشگیر، عرشه فولادی، اجزای باربر نما، قطعات نگه دارنده تیغه‌ها، تیرهای نعل‌درگاهی و ... به ناحیه شکل پذیر اعضا، که عملکرد این اعضا را در این نواحی تغییر می‌دهند خودداری گردد. محدوده اعمال این ضابطه، برای مفصل‌های پلاستیک خمشی تیرهای قاب خمشی ویژه برابر با نصف عمق تیر، از هر طرف نقطه مورد نظر تشکیل مفصل ؛ برای مهاربندهای شکل پذیر، در تمام طول عضو و برای تیر پیوند قاب مهاربندی شده واگرا، تمام طول آن می‌باشد.
- ناحیه شکل پذیر عضو، باید از هر گونه خال‌جوش، پاشش جوش، ضایعات ناشی از برش کاری، گیره‌های نصب اعضای غیرسازه‌ای و هرگونه ملحقات اضافی - که شرایط تغییر شکل غیرارتجاعی پایدار را با اشکال احتمالی مواجه می نماید - زدوده شود.
- از به کار بردن وصله مستقیم یا غیرمستقیم جوشی یا پیچی نیمرخ‌ها و یا ورق‌های تشکیل دهنده عضو، در ناحیه شکل پذیر خودداری شود.

6-3 کمانش موضعی

آن دسته از اعضای سیستم باربرجانبی لرزه‌ای که در زیر به آنها اشاره شده است، باید فشرده لرزه‌ای باشند و نسبت عرض به ضخامت اجزای مقطع آنها،نسبت های جدول زیر را برآورده نماید. در سایر اعضای این سیستم‌ها و نیز، اعضای سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای‌ای که در زیر به آنها اشاره نشده است، نسبت‌های عرض به ضخامت اجزای مقاطع کافی است شرایط مقطع فشرده جدول 1 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را برآورده نمایند.

الف- تیرها و ستون‌های قاب خمشی ویژه

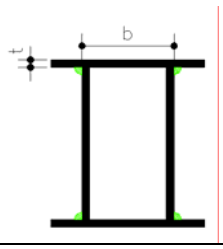
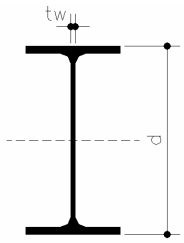
ب- مهاربندها و ستون‌های دهانه مهاربندی شده در قاب های مهاربندی شده همگرای ویژه و تیرهای دهانه مهاربندی شده در قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه با مهاربندهای 7 و 8

ج- تیر پیوند در قاب‌های مهاربندی شده واگرا

استثنا : در ستون‌های قاب‌های مهاربندی شده ویژه، چنانچه نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر، مطابق بند 8-6، از 2 بزرگ‌تر شود، رعایت شرایط مقطع فشرده داده شده در جدول 1 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، برای نسبت عرض به ضخامت اجزای این ستون‌ها، کفایت می‌نماید.

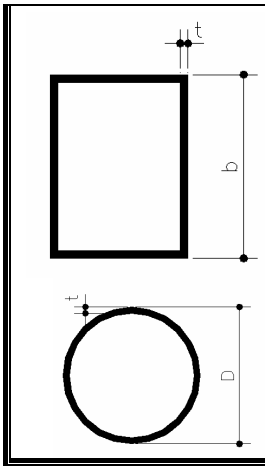
SAZE118.COM

تبصره : چنانچه اعضای سیستم باربرجانبی لرزه‌ای متشکل از دو یا چند نیمرخ نورد شده یا ساخته شده باشند، شرایط فشردگی فوق، کافی است برای هر یک از نیمرخ‌ها برقرار شود.

		توصیف اجزا	نسبت عرض به ضخامت	λ_{ps}	موارد کاربرد
اجزای سخت نشده		اجزای سخت نشده مقاطع I شکل، ناودانی شکل، نبشی و سپری شکل نورد شده، مقاطع ساخته شده و مقاطع دوگانه تحت فشار	$\frac{b}{t}$	$\frac{۴۳۵}{\sqrt{F_y}}$	
اجزای سخت شده	بال	بال‌های سخت شده مقاطع نورد شده، ساخته شده و دوگانه تحت فشار یکنواخت حاصل از خمش یا بار محوری فشاری و یا ترکیب آنها	$\frac{b}{t}$	$\frac{۹۲۵}{\sqrt{F_y}}$	
	جان	جان سخت شده مقاطع نورد شده، ساخته شده و دوگانه، تحت فشار حاصل از خمش و بار محوری فشاری	$\frac{d}{t_w}$	برای $\frac{f_a}{F_y} \le ۰/۰۷۵$ $\frac{۴۵۰۰}{\sqrt{F_y}}\left(۱-۲/۶\frac{f_a}{F_y}\right)$ برای $\frac{f_a}{F_y} > ۰/۰۷۵$ $\frac{۳۸۳۵}{\sqrt{F_y}}\left(۱-۰/۷۳\frac{f_a}{F_y}\right) \le \frac{۲۱۵۵}{\sqrt{F_y}}$	

saze118.com

SAZE118.COM

	بال و جان HSS	اجزای مقاطع قوطی مربع یا مستطیل با ضخامت جداره ثابت (HSS) و مقاطع لوله‌ای شکل دایره‌ای در فشار حاصل از خمش یا بار محوری فشاری و یا ترکیب آنها	$\frac{b}{t}$ $\frac{D}{t}$	$\frac{۹۲۵}{\sqrt{F_y}}$ $\frac{۸۹۵۰۰}{F_y}$	

4-6 الزامات عمومی ستون‌های سیستم باربر جانبی لرزه ای

ستون‌های کلیه سیستم‌های باربرجانبی لرزه‌ای، باید بر اساس ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، قادر به تحمل نیروهای برشی، لنگرهای خمشی و نیروهای محوری حاصل از ترکیب بارهای غیرلرزه‌ای داده شده در مبحث ششم باشند. علاوه بر آن، این ستون‌ها باید ضوابط این فصل را نیز برآورده نمایند.

6-4-1 بار محوری ستون‌ها در ترکیب بارهای شامل زلزله

ستون‌های سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، باید بتواند نیروهای برشی، لنگرهای خمشی و نیروهای محوری به‌دست آمده از ترکیب بارهای بند 4-2 را تحمل نمایند. چنانچه در هر یک از ترکیب بارهای بند 4-2، نسبت تنش های $\frac{f_a}{F_a}$ و یا $\frac{f_t}{F_t}$ بزرگتر از 0/4 شود، این ستون‌ها باید قادر به تحمل حداقل بار محوری به‌دست آمده از دو مقدار زیر، بدون در نظر گرفتن لنگر خمشی ایجاد شده در آنها باشند:

1- حداکثر بار محوری (کششی یا فشاری) حاصل از ترکیب بارهای شامل زلزله تشدید یافته مندرج در بند 4-2

2- مقدار کمتر نیروی محوری (کششی یا فشاری) حداکثر مورد انتظار ایجاد شونده در تراز سرویس، بین دو مورد 2-الف و 2- ب

2- الف- بزرگترین نیروی محوری حاصل از ترکیب بارهای شامل زلزله مورد انتظار مندرج در بند 4-4؛ در این ترکیب بار، D، L، L_r، S و H، به ترتیب اثرات ثقلی ناشی از بارهای مرده، بارهای زنده طبقات، بارزنده بام و بار برف و فشار خاک می‌باشد. در عبارت E_{es}، مقدار E_{exp} اثرات مربوط به نیروهای حداکثر مورد انتظار ایجاد شونده در ستون توسط مؤلفه‌های شکل پذیراست که به صورت برش در تیرها و نیروی محوری در مهاربندهای متصل به ستون، به آن منتقل می‌شود. مقدار C_p نیز، در این مورد برابر 1/1 در نظر گرفته می‌شود.

2-ب- نیروی محوری متناظر با ظرفیت باربری مجاز (کششی و یا فشاری) مجموعه پی و خاک زیر آن

6-4-2 برش ستون‌ها در ترکیب بارهای شامل زلزله

SAZE118.COM

برای جلوگیری از وقوع تسلیم برشی، قبل از تسلیم خمشی و حفظ یکپارچگی برای باربری محوری، در مقطع ستون؛ ستون‌ها باید قادر به تحمل حداقل برشی برابر با $\frac{۲M_{pc}}{۱/۵h_s}$ در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای خمشی و $\frac{M_{pc}}{۱/۵h_s}$ در سیستم‌های مهاربندی شده باشند. جریان برش نظیر این نیرو، ملاک طراحی اتصال بال به جان ستون قرار می‌گیرد. در ستون‌های متشکل از چند نیمرخ، برش فوق و اثرات ثانویه نظیر آن، به همراه نیروی محوری و لنگر خمشی حاصل از ترکیب بارهای بند 4-1، باید در طراحی تک نیمرخ‌ها، بست‌ها و اتصالات آنها در نظر گرفته شود.
در محدوده چشمه اتصال و به اندازه عمق ستون، بالا و پایین آن، اجزا و نیمرخ‌های تشکیل دهنده مقطع، باید با اتصال پیوسته، در همه وجوه یکپارچه شوند. علاوه بر این، در قاب‌های خمشی، اتصال اجزا قادر به تحمل جریان برش نظیر برش چشمه اتصال باشد.

6-4-3 محدودیت‌های هندسی

سطح مقطع ستون هر طبقه، از سطح مقطع ستون طبقه بالایی خود کوچک‌تر نباشند.
تعبیه هرگونه سوراخ در بال و جان مقطع ستون‌های از تکی یا متشکل از چند نیمرخ، مجاز نمی‌باشد. در صورت لزوم به ایجاد سوراخ دسترسی در وجوه ستون، موقعیت سوراخ باید در یک سوم میانی طول ستون باشد و اطراف آن به نحوی تقویت شود که مقاومت محوری، برشی و خمشی مقطع ستون را فراهم کند.

6-5 ضریب طول مؤثر ستون‌ها، k

در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای شامل قاب‌های خمشی و قابهای دوگانه چنانچه تمامی شرایط زیر برای هر یک از ستون‌های طبقه برقرار باشد ضریب طول موثر ستون در صفحه اثر نیروهای زلزله برابر واحد منظور می‌گردد:

الف- ستون در محل دو انتهای خود پیوسته و یا گیردار باشد.

ب – تحت اثر بارهای طراحی بند 4-2، تنش فشاری محوری، f_a ، از $0/4\,F_y$ تجاوز ننماید.

ج – شاخص تغییر مکان طبقه باید از رابطه زیر پیروی نماید:

$$\theta = \frac{(\Sigma P)_s \delta_s}{V_s h_s} < ۰/۰۴$$

که در آن:

$(\Sigma P)_s$ = مجموع نیروهای محوری ناشی از بارهای D، L، Lr، S و H در طبقه موردنظر

V_s = برش جانبی طبقه مورد نظر حاصل از نیروهای زلزله طراحی بند 4-2

δ_s = تغییر مکان نسبی طبقه موردنظر حاصل از نیروهای زلزله طراحی بند 4-2

h_s = ارتفاع طبقه موردنظر

در صورت برآورده نشدن شرایط فوق، ضریب طول مؤثر ستون‌ها باید از طریق روش تحلیل غیرخطی هندسی مناسب تعیین گردد.

6-6 وصله ستون‌های سیستم باربرجانبی لرزه‌ای

SAZE118.COM

وصله ستون‌های سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، باید علاوه بر تأمین ضوابط مندرج در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایـران، ضوابط زیر را برآورده نمایند:

6-6-1- وصله ستون‌ها و اتصالات آنها، باید قادر به تحمل ظرفیت محوری موجود ستون کوچک‌تـر وصـله شـونده باشند.

6-6-2- در سیستم‌های باربرجانبی لرزه‌ای قاب خمشی، وصله ستون‌ها باید برش $\frac{۲M_{pc}}{۱/۵h_s}$ ستون متناظر را تحمـل نمایند.

6-6-3- موقعیت وصله‌هایی که با جوش نفوذی نسبی، به صورت مستقیم و یا با ورق اتصال پوششی یا انتهایی، بـا جوش گوشه و یا پیچ اجرا می‌شوند؛ باید به اندازه 1/2 متر از بال تیر، در اتصال تیر به ستون فاصله داشته باشد.

6-6-4- اتصال وصله‌ها به هر یک از دو ستون وصله شونده، باید با یک نوع اتصال دهنده؛ جوش یا پیچ اجرا شود و همچنین در مقطع عدم تقارن ایجاد نکند.

6-6-5- در محل وصله ستون‌های متشکل از چند نیمرخ، لازم است هر یک از ستون‌های وصله شونده، در ارتفاعی حداقل به اندازه بعد بزرگ‌تر مقطع ستون، به صورت یکپارچه درآیند؛ به نحوی که شرایط انتقال بار ظرفیتی سـتون فراهم گردد و آنگاه وصله شوند.

6-7 اتصالات پای ستون

اتصالات پای ستون در سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، شامل ورق تقسیم بار ستون به پی، میل مهارها، ورق‌های تقویت‌کننده و ورق‌های اتصال‌دهنده بین آنها، ورق های افقی بالایی نگه دارنده سر میـل مهارهـا و کلیـدهای برشـی، بایـد بـرای نیروهـای محوری، نیروهای برشی و لنگرهای خمشی در گره اتصال پای ستون، که از ترکیب بارهای بند 4-2، به‌دست می‌آیند، طراحی شوند. علاوه بر آن، این اتصالات و اجزای آنها، باید به طور جداگانه، قادر به تحمل نیروی محوری، نیروی برشی و لنگـر خمشی‌ای که شرح آن در زیر آمده است، باشند:

- نیروی محوری به دست آمده در ستون، در تراز گره اتصال پای ستون، مطابق روند بند 6-2-1
- لنگر خمشی M_{max}، برابر $\frac{C_pR_yZ_c}{F.S.}\left(F_y-\frac{P}{C_pR_yA_c}\right)$ که در آن، P نیروی محـوری حاصـل از بارهـای مـرده، A_c سطح مقطع ستون و C_p، برابر 1/1 است.
- نیروی برشی که حاصل جمع $\frac{۲M_{max}}{۰/۹h_s}$ و مؤلفه افقی نیروی حداکثر ایجاد شونده در مهاربندهای متصل بـه اتـصال پای ستون در تراز سرویس است. در طراحی میل مهارها، تنش مجاز کششی با در نظر گرفتن نیروی برشی فوق، کاهش داده می‌شود. اتصال عضو ستون به مجموعه اتصال پای ستون، باید قادر به انتقال ظرفیـت بـاربری سـتون باشد.

نیمرخ‌های تشکیل دهنده مقطع ستون متشکل از دو یا چند نیمرخ، در فاصله‌ای به اندازه 1/5 برابر بعد بزرگ‌تر ستون، باید به صورت یکپارچه درآیند، به نحوی که شرایط انتقال بارظرفیتی ستون فراهم گردد.

6-8 ستون های غیر باربر جانبی لرزه‌ای

ستون‌هایی از سیستم‌های باربر خمشی که جزیی از سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای نمی‌باشند، باید عـلاوه بـر تـأمین ضـوابط مندرج در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، ضوابط زیر را برآورده نمایند:

saze118.com

6-7-1- ستون‌ها و وصله ستون‌ها باید قادر به تحمل حداقل برشی برابر $\frac{M_{pc}}{۱/۵h_s}$ باشند. جریان برش نظیر این نیرو، ملاک طراحی اتصال بال به جان ستون قرار می گیرد. در ستون‌های متشکل از چند نیمرخ، برش فوق و اثرات ثانویه نظیر آن، به همراه نیروی محوری و لنگر خمشی حاصل از بارهای ثقلی، باید در طراحی تک نیمرخ‌ها، بست‌ها و اتصالات آنها در نظر گرفته شود. در محدوده چشمه اتصال و نصف عمق مقطع ستون در بالا و پایین آن، اجزا و نیمرخ‌های تشکیل دهنده مقطع، باید با اتصال پیوسته، در همه وجود یکپارچه شوند.

6-8-2- موقعیت وصله‌هایی که با جوش نفوذی نسبی، به صورت مستقیم و یا با ورق اتصال پوششی یا انتهایی، با جوش گوشه و یا پیچ اجرا می‌شوند، باید به اندازه 1/2 متر از بال تیر، در اتصال تیر به ستون فاصله داشته باشند.

6-8-3- اتصال پای ستون و اجزای آن، علاوه بر تأمین ضوابط مندرج در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، باید قادر به تحمل حداقل برشی برابر $\frac{M_{pc}}{۱/۵h_s}$ باشد.

6-8-4- جوش اتصال بال به جان، به فاصله 1/5 برابر بعد بزرگ‌تر مقطع ستون، از محل اتصال پای‌ستون و نیز به فاصله برابر با بعد بزرگ‌تر مقطع ستون، از محل وصله؛ در هر یک از دو ستون وصله شونده، باید به صورت پیوسته اجرا گردد.

saze118.cocm

saze118.com

7-1 ملاحظات کلی

سیستم‌های باربرجانبی لرزه‌ای‌ای که در این مجموعه قابل کاربرد دانسته شده‌اند، عبارتند از :

- قاب خمشی ویژه
- قاب خمشی متوسط
- قاب خمشی معمولی
- قاب مهاربندی شده همگرای ویژه
- قاب مهاربندی شده همگرای معمولی
- قاب مهاربندی شده واگرا
- سیستم‌های دوگانه متشکل از قاب خمشی و مهاربندی یا دیوار برشی

این مشخصات هندسی، رفتار لرزه‌ای و الزامات طراحی سیستم‌ها، به ترتیب در فصل‌های 8 تا 14 معرفی شده است.

سایر سیستم‌هایی، که در این مجموعه به آنها اشاره نشده است، از قبیل سیستم‌های با جداگر لرزه‌ای، سیستم‌های با میراگر لرزه‌ای، سیستم‌های با اتصالات ویژه میراگر، دیوارهای برشی فولادی تقویت شده و تقویت نشده، انواع سیستم‌های با اعضای مرکب بتنی و فولادی، قاب‌های خمشی خرپایی ویژه، قاب‌های با مهاربندی‌های مقید شده در برابر کمانش، سیستم-های با مهاربندی‌های کابلی و میلگردی دارای رفتار کششی تنها و قاب‌های دوگانه دارای دیوارهای برشی با مصالح بنایی؛ باید بر اساس دستورالعمل‌های ویژه‌ای که به تأیید مراجع دارای صلاحیت رسیده باشد، مورد استفاده قرار گیرند.

saze118.com

SAZE118.COM

فصل هشتم ؛ قاب‌های خمشی ویژه

8-1 ملاحظات کلی

قاب خمشی ویژه، قاب خمشی‌ای است که اجزای تشکیل‌دهنده آن، چنان طراحی و جزییات‌بندی می‌شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر اعضا، تغییر شکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود. ناحیه شکل پذیر در این سیستم باربر جانبی لرزه‌ای، به طور عمده، مفصل پلاستیک ایجاد شده در دو سر تیر و مؤلفه شکل‌پذیر این ناحیه، خمش است. سایر مؤلفه‌ها در تیر،ستون و اتصالات سازه، باید چنان طراحی شوند که به منظور برقراری رفتار غیرارتجاعی پایدار مؤلفه شکل‌پذیر، تا رسیدن به چرخش 0/04 رادیان در مفصل، بدون کاهش قابل توجه در مقاومت مقطع، عمدتاً عملکرد ارتجاعی داشته باشند. طراحی قاب‌های خمشی ویژه، باید چنان انجام شود که مفصل پلاستیک خمشی، در داخل تیر و خارج از محدوده اتصال تیر به ستون واقع شود؛ به طوری که فضای کافی برای طراحی جزییاتی که در آن رفتار ارتجاعی اتصال تیر به ستون فراهم می‌گردد، به وجود آید. حداقل فاصله محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون، باید $0/5d_b$ در نظرگرفته شود . لیکن لزومی ندارد این فاصله بیشتر از $1/5d_b$ باشد.

8-2- نیروهای نظیر تشکیل مفصل پلاستیک

تشکیل مفصل پلاستیک در تیرهای قاب خمشی ویژه، در اتصالات تیر به ستون نیروهایی ایجاد می‌کند که متناظر با تسلیم خمشی مقطع در محل تشکیل مفصل است. نیروی برشی متناظر با تسلیم خمشی مقطع، در محل مفصل با توجه به پارامترهای معرفی شده در شکل، برابر است با:

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

و مقدار لنگر ایجاد شونده در بر ستون:

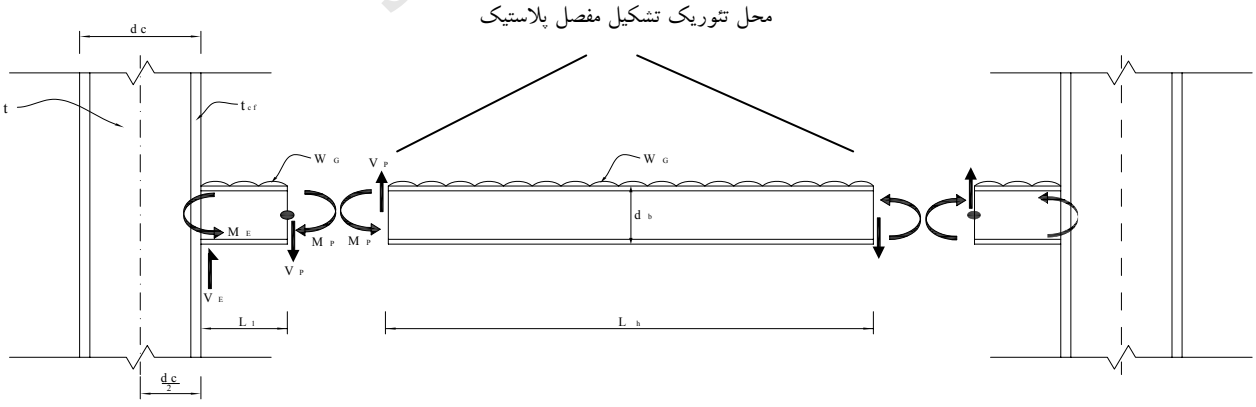
$$M_E = M_p + V_p L_1 + w_G \frac{L_1^2}{2}$$

و مقدار برش در بر ستون:

$$V_E = V_p + w_G L_1$$

که w_G، مجموع بارهای گسترده خطی ثقلی مرده و زنده است.

محل‌های تشکیل مفصل پلاستیک و نیروهای نظیر آن



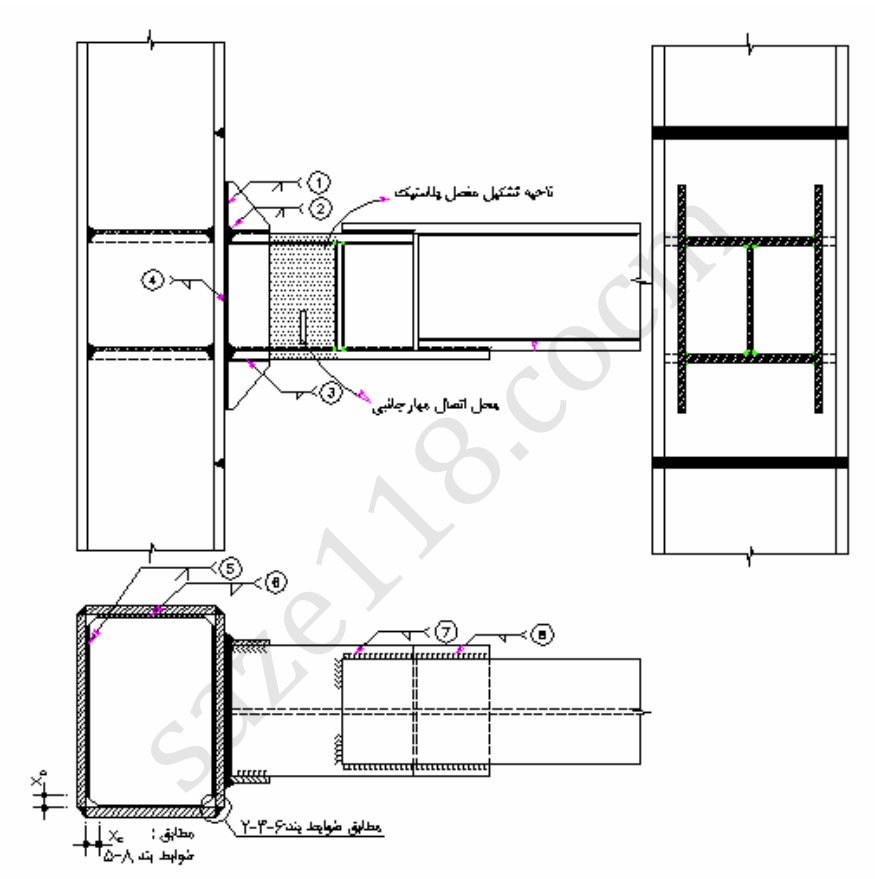
SAZE118.COM

نیروهای به دست آمده، به ترتیبی که در ادامه می آید، ملاک طراحی اعضا و اتصالات کنترل شونده توسط نیرو قرار می‌گیرد.

3-8 اتصال تیر به ستون

کلیه اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی ویژه، باید شرایط زیر را دارا باشند:

8-3-1- اتصالات تیر به ستون باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که نیروهای وارد شونده را، در چرخش غیرارتجاعی مفصل پلاستیک، تا رسیدن به دوران 0/04 رادیان، به صورت ارتجاعی تحمل نمایند. برای دستیابی به چنین عملکردی، لازم است اتصالات تیر به ستون، توسط آزمایش‌های توصیه شده از سوی مراجع معتبر، تأیید صلاحیت شود؛ یا از اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده استفاده گردد. شکل چند نمونه از اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده، در ادامه این بند آمده است.



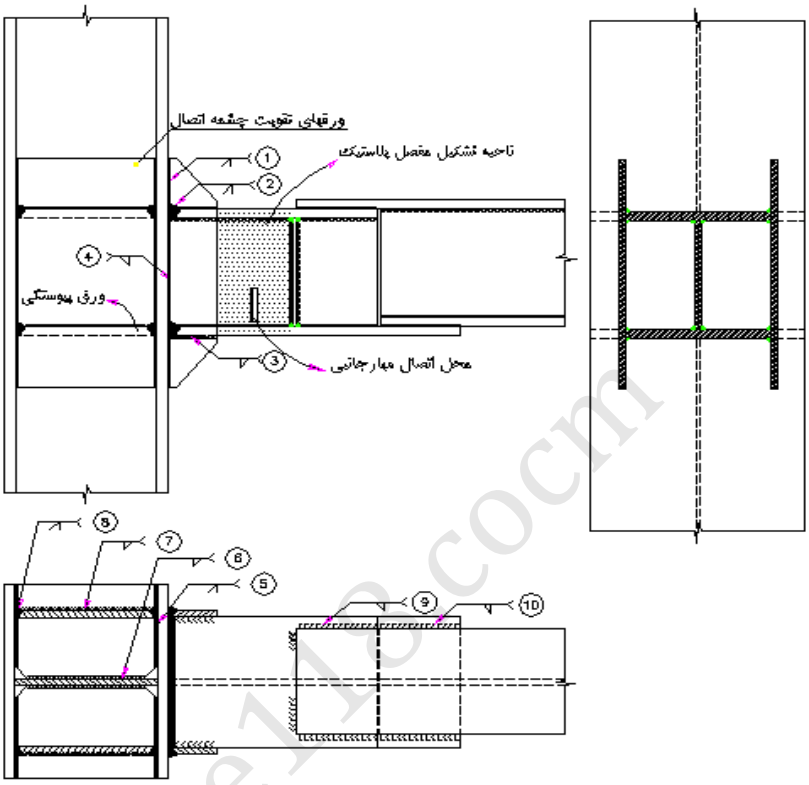
اتصال ستون درختی

اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع قوطی شکل، با استفاده از ورق کناری

1- جوش نفوذی کامل اتصال ورق کناری به بر ستون
2- جوش نفوذی کامل اتصال بال تیر به بر ستون
3- جوش گوشه یا جوش نفوذی نسبی اتصال ورق کناری به بال تیر
4- جوش نفوذی کامل یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال جان تیر به بر ستون

saze118.com

5- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
6- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
7- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به دستک
8- جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به دستک



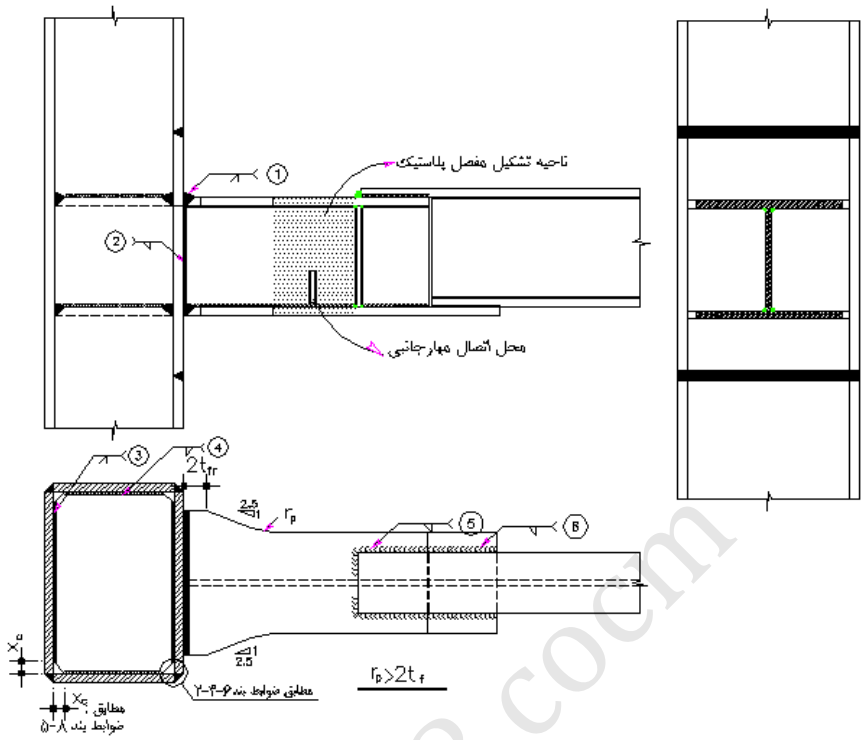
اتصال ستون درختی

اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع H شکل، با استفاده از ورق کناری

1- جوش نفوذی کامل اتصال ورق کناری به بر ستون
2- جوش نفوذی کامل اتصال بال تیر به بر ستون
3- جوش گوشه یا جوش نفوذی نسبی اتصال ورق کناری به بال تیر
4- جوش نفوذی کامل یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال جان تیر به بر ستون
5- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
6- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
7- جوش گوشه اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به ورق پیوستگی
8- جوش نفوذی کامل اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به بال ستون
9- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به دستک

saze118.com

10-جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به دستک

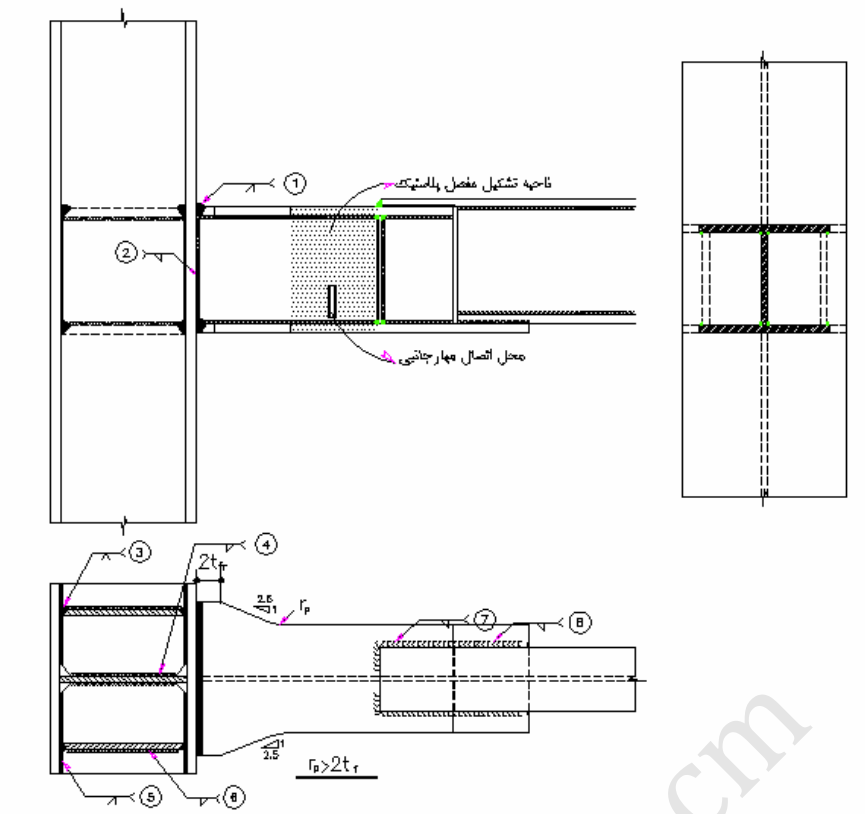


اتصال ستون درختی

اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع قوطی شکل، با استفاده ازدستک با عرض افزایش یافته

1- جوش نفوذی کامل اتصال بال تیر به بر ستون
2- جوش نفوذی کامل یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال جان تیر به بر ستون
3- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
4- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
5- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به دستک
6- جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به دستک

saze118.com

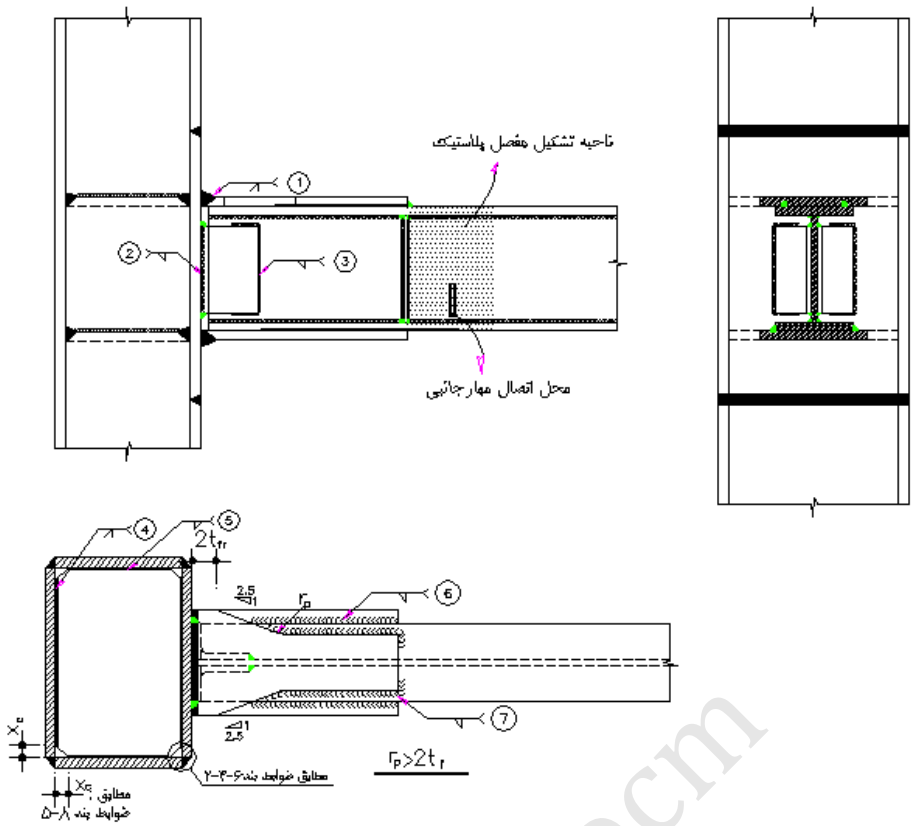


اتصال ستون درختی

اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع H شکل، با استفاده از دستک با عرض افزایش یافته

1- جوش نفوذی کامل اتصال بال تیر به بر ستون
2- جوش نفوذی کامل یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال جان تیر به بر ستون
3- جوش نفوذی کامل اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به بال ستون
4- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
5- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
6- جوش گوشه اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به ورق پیوستگی
7- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به دستک
8- جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به دستک

saze118.com

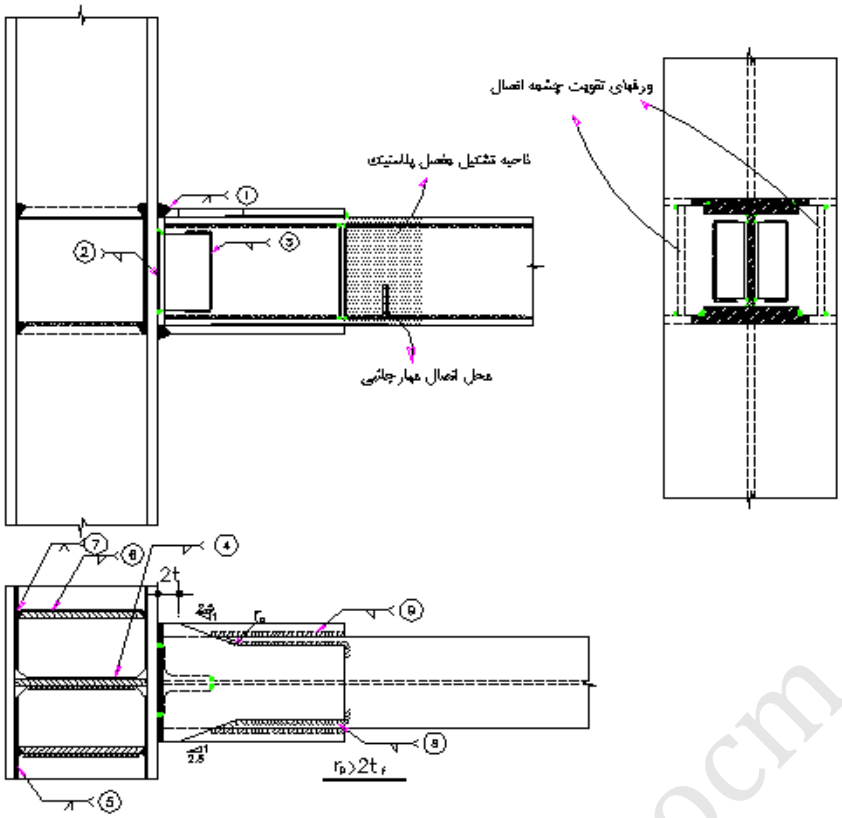


اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع قوطی شکل، با استفاده از ورق پوششی

1- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پوششی بال تیر به بر ستون
2- جوش گوشه اتصال ورق نبشی به بر ستون
3- جوش گوشه اتصال ورق نبشی به جان تیر
4- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
5- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
6- جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به ورق پوششی پایینی
7- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به ورق پوششی بالایی

saze118.com

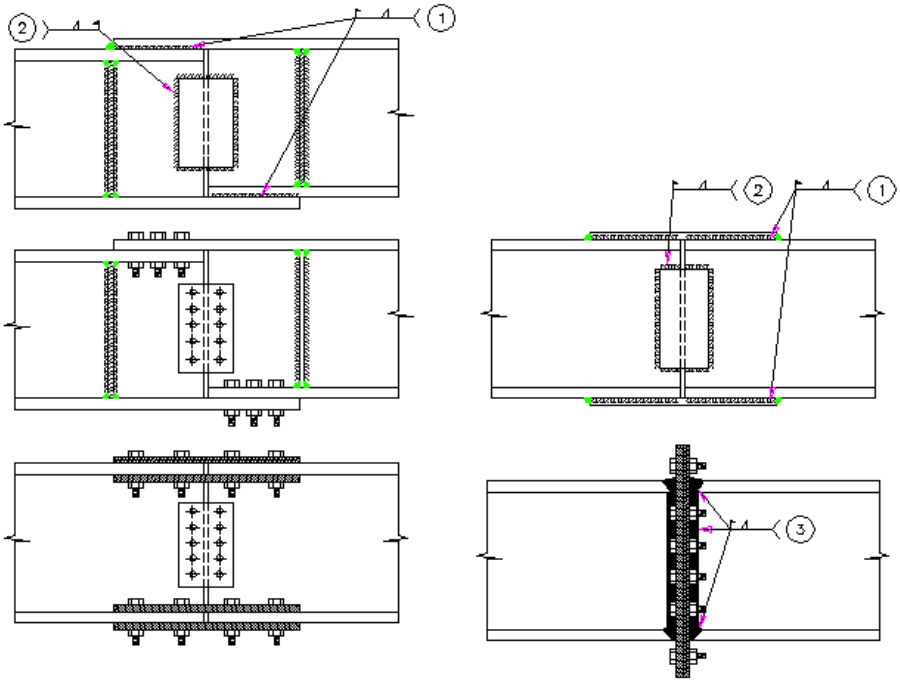
saze118.com



اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون با مقطع H شکل، با استفاده از ورق پوششی

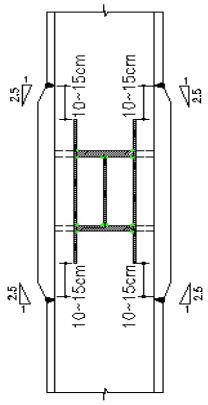
1- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پوششی بال تیر به بر ستون
2- جوش گوشه اتصال ورق نبشی به بر ستون
3- جوش گوشه اتصال ورق نبشی به جان تیر
4- جوش نفوذی کامل در صورت اتصال خمشی در راستای عمود بر تیر موجود یا جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه اتصال ورق پیوستگی به جان ستون
5- جوش نفوذی کامل اتصال ورق پیوستگی به بال ستون
6- جوش گوشه اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به ورق پیوستگی
7- جوش نفوذی کامل اتصال ورق تقویت چشمه اتصال به بال ستون
8- جوش گوشه اتصال بال بالایی تیر به ورق پوششی بالایی
9- جوش گوشه اتصال بال پایینی تیر به ورق پوششی پایینی

SAZE118.COM



انواع اتصالات وصله تیر یا اتصال تیر به دستک

1- جوش گوشه اتصال بال تیر به بال دستک
2- جوش گوشه اتصال ورق اتصال به جان تیر یا دستک
3- جوش نفوذی کامل اتصال تیر به ورق انتهایی

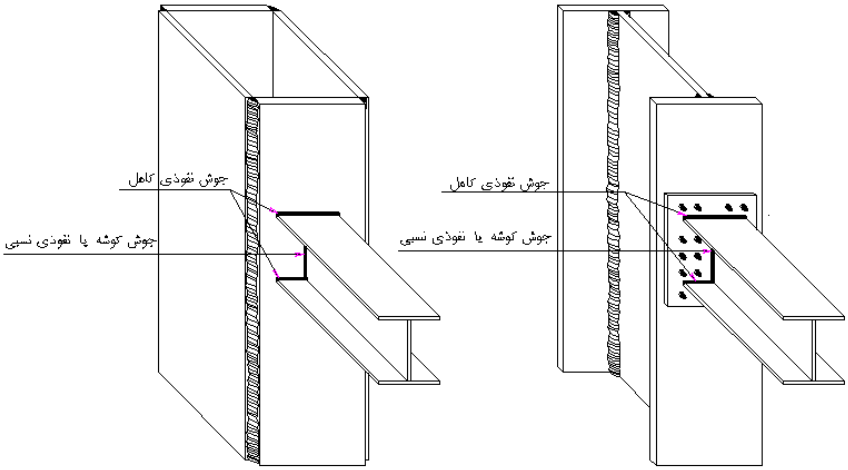


تقویت چشمه اتصال در ستونهای قوطی شکل ساخته شده از ورق با استفاده از افزایش ضخامت ورق در ناحیه چشمه اتصال

8-3-2- اتصالات تیر به ستون باید به گونه‌ای طراحی شوند که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را، در فاصله‌ای محدود از بر ستون، در داخل تیر و خارج از اجزای اتصال فراهم نمایند. این امر، از طریق تقویت تیر در محل اتصال به بر ستون انجام می‌شود. روش دیگر برای دستیابی به منظور فوق، تضعیف مقطع تیر در محل مورد نظر تشکیل مفصل پلاستیک (RBS[1]) است.

8-3-3- در اتصالات جوشی تیر به ستون، اتصال بال تیر یا ورق پوششی آن، مستقیماً به وجه ستون یا به ورق انتهایی - که به ستون پیچ می‌شود - باید منحصراً از نوع نفوذی کامل باشد. برای اتصال جان تیر یا ورق اتصال جان، به وجه ستون یا ورق انتهایی، استفاده از جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه مجاز است.

saze118.com



8-3-4- برای جلوگیری از وقوع کمانش پیچشی ستون در محل گره اتصال تیرها به ستون، این موضع باید در برابر پیچش مقید شود. در غیاب دیافراگم متصل به بال تیرها، بال‌های بالایی و پایینی تیرهای دو راستا، باید به همدیگر متصل شوند. بال تیرها باید مستقیماً یا به کمک مهارهای کمکی به وجه ستون یا ورق پیوستگی داخل ستون متصل شوند.

8-3-5- لنگر خمشی طراحی اتصال تیر به ستون - که حاصل از حداکثر لنگر خمشی مورد انتظار تیر در تراز سرویس در مفصل پلاستیک و بارهای ثقلی است - از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_{E,ser} = \frac{۱/۱R_y Z_b F_y}{۱/۶۷}\left(۱+۲\frac{L_۱}{L_h}\right)+w_G\frac{L_۱}{۲}\left(L_h+L_۱\right)$$

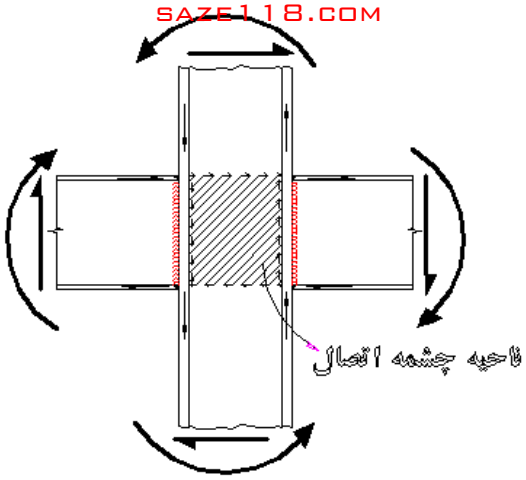
8-3-6- نیروی برشی طراحی اتصال تیر به ستون - که حاصل از حداکثر لنگر خمشی مورد انتظار تیر در تراز سرویس، در مفصل پلاستیک و بارهای ثقلی است- از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V_{E,ser} = 2\frac{1/1R_y Z_b F_y}{1/5L_h}+w_G\left(L_1+\frac{L_h}{2}\right)$$

8-4 چشمه اتصال

چشمه اتصال، ناحیه ای از جان یا جان‌های ستون است که محصور بین امتداد بال‌های بالایی و پایینی تیرهای دو وجه ستون و بال‌های ستون می‌باشد.

saze118.com



اتصال قاب خمشی ویژه و متوسط تیر به ستون قوطی شکل، با استفاده از ورق کناری

8-4-1- برش چشمه اتصال

چشمه اتصال باید توانایی تحمل برش نظیر نیروهای کششی و فشاری در بال‌ها، حاصل از لنگرهای مورد انتظار در تراز سرویس – که در بر ستون ایجاد می‌شود – را داشته باشد. این برش برابر مجموع نیروی حاصل از عبارت

$$\left[\left(\frac{1.1R_yF_yZ_b}{1.5}\right)\left(1+2\frac{L_1}{L_h}\right)+\frac{w_GL_1}{2}\left(L_h+L_1\right)\times\frac{1}{d_b}\right]$$

در هر یک از تیرهای سمت چپ و راست ستون می‌باشد. جمله مربوط به w_G، برای تیرهای سمت چپ و راست ستون با علامت مخالف به‌کار می‌رود. تنش برشی ایجاد شده در داخل چشمه اتصال، از تقسیم نیروی فوق بر مساحت مقطع جان (یا جان‌های) ستون، d_ct_{cw}، به دست می آید.

تنش مجاز برشی چشمه اتصال برابر است با:

اگر $\frac{f_a}{F_y}\le 0.5$

$$F_v=0.4F_y\left(1+\frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_bd_ct_{cw}}\right)$$

اگر $\frac{f_a}{F_y}>0.5$

$$F_v=0.4F_y\left(1+\frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_bd_ct_{cw}}\right)\left(1.9-1.8\frac{f_a}{F_y}\right)$$

که در آن :

t_{cw} : ضخامت جان ستون، به علاوه ضخامت ورق‌های تقویت چشمه اتصال

d_b: ارتفاع مقطع تیر (یا فاصله ورق های پوششی اتصال بال های تیر به ستون)

d_c: عمق ستون در جهت وارد آمدن برش

b_{cf}: عرض بال ستون

t_{cf}: ضخامت بال ستون

f_a: تنش محوری فشاری موجود ستون

f_a: تنش محور فشاری موجود ستون

روابط فوق برای ستون‌های با مقطع H شکل است که در آنها نیروی برشی جانبی لرزه‌ای در راستای صفحه جان وارد می گردد. برای ستون‌های با مقطع قوطی شکل، تنش موجود و مجاز برشی با قرار دادن مجموع ضخامت جان-

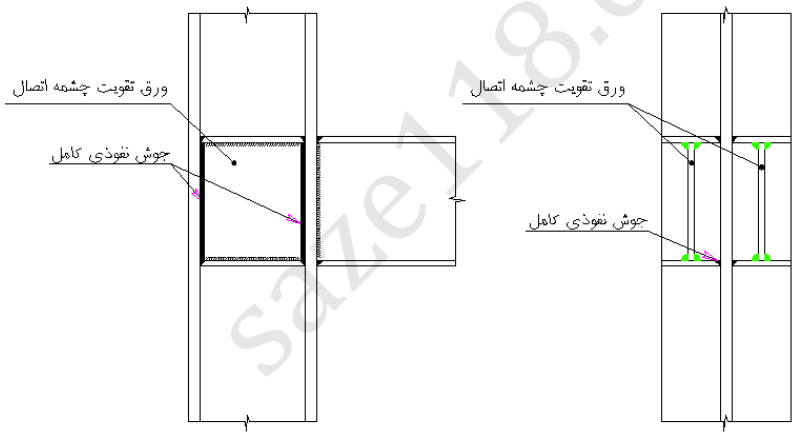
SAZE118.COM

های ستون و ضخامت ورق‌های تقویت چشمه اتصال، به جای t_{cw} در روابط فوق به دست می‌آید. برای ستون‌های با مقطع H شکل که در آنها نیروی برشی جانبی لرزه‌ای عمود بر صفحه جان وارد می‌گردد، تنش موجود با جایگزین کردن t_{cw} با $2t_{cf}$ و تنش مجاز برشی، با حذف جمله $\frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_b d_c t_{cw}}$ از روابط فوق به دست می‌آید.

8-4-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال

ورق‌های تقویت چشمه اتصال به منظور کاستن از تنش برشی در جان (یا جان‌های) ستون و یا در صورتی که با پیچ یا با جوش انگشتانه کافی، به جان (جان‌های) ستون متصل شوند، برای جلوگیری از ناپایداری جان (یا جان‌های) ستون نیز به کار گرفته می‌شوند. این ورق‌ها باید چسبیده به جان (یا جان‌های) ستون و یا با فاصله از آن، به صورت متقارن نسبت به محور تقارن مقطع ستون - که موازی جهت وارد آمدن نیروی برشی می‌باشد- به کار روند.

این ورق‌ها باید به بال‌های ستون و ورق‌های پیوستگی بالایی و پایینی متصل گردند. جوش اتصال لبه‌های بالایی و پایینی ورق‌های تقویت چشمه اتصال به ورق‌های پیوستگی و جوش اتصال لبه‌های قائم این ورق‌ها به بال-های ستون، باید برای سهمی از برش چشمه اتصال که توسط آنها تحمل می‌گردد، طراحی شود. جوش اتصال جان (یا جان‌ها) به بال در ناحیه چشمه اتصال، باید برای سهمی از برش چشمه اتصال که توسط جان (یا جان‌های) ستون تحمل می گردد، طراحی شود.



8-4-3- پایداری ورق های چشمه اتصال

ضخامت هر یک از ورق‌های واقع در چشمه اتصال، شامل جان (یا جان‌های) ستون و ورق‌های تقویت چشمه اتصال، باید رابطه زیر را برآورده نماید:

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

که در آن:

saze118.com

t_z : ضخامت جان (یا هر یک از جان‌های) ستون یا هر یک از ورق‌های تقویت چشمه اتصال

d_z : عمق چشمه اتصال که فاصله خالص بین ورق‌های پیوستگی می باشد

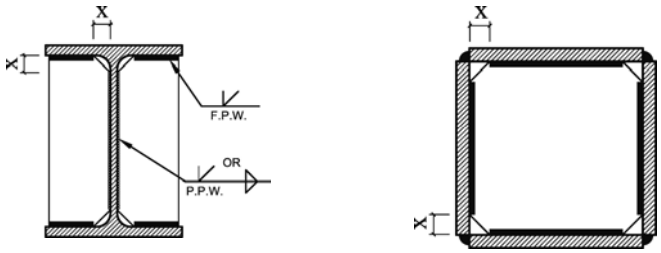
w_z : عرض چشمه اتصال که فاصله خالص بین بال‌های ستون می باشد

در صورتی که ورق‌های تقویت چشمه اتصال، با پیچ یا جوش انگشتانه کافی به جان ستون متصل شده باشند، مجموع ضخامت جان ستون و ورق‌های تقویت چشمه اتصال به عنوان t_z منظور می گردد.

5-8 ورق‌های پیوستگی

ورق‌های پیوستگی باید در مقابل بال‌های تیر یا ورق‌های پوششی اتصال بال بالایی و پایینی تیرهای متصل شونده به ستون، به صورت متقارن نسبت به محور ستون، برای انتقال نیروهای درون‌صفحه‌ای حاصل از لنگر تیر به چشمه اتصال در ستون قرار داده شوند. این ورق‌ها باید شرایط زیر را برآورده نمایند.

- طول آنها برابر فاصله خالص دو بال ستون باشد.
- ضخامت آنها از ضخامت بال یا ورق اتصال پوششی بال تیرهای دو طرف کمتر نباشد.
- عرض آنها در ستون‌های با مقطع قوطی شکل، باید برابر فاصله خالص دو جان ستون باشد. در ستون‌های با مقطع H شکل، مجموع عرض ورق‌های پیوستگی دو طرف جان، از عرض تیر یا عرض ورق اتصال بال تیر مقابل آنها کمتر نباشد.
- ورق های پیوستگی باید بتوانند نیروهای کششی و فشاری ایجاد شونده در بال های تیر یا ورق پوششی اتصال بال، در بر ستون را - که برابر $\sum \frac{M_{E,ser}}{d_b}$ است - به صورت برشی، به جان یا جان‌های ستون یا ورق های تقویتی چشمه اتصال منتقل نمایند. جوش برقرار کننده این اتصال، باید قادر به انتقال نیروهای فوق باشد.
- جوش ورق‌های پیوستگی به بال ستون، باید در همه مواضع تماس، به صورت نفوذی کامل بوده، در هر طرف اتصال، قادر به انتقال نیروهای کششی و فشاری ایجاد شونده در بال‌های تیر یا ورق پوششی اتصال بال، در بر ستون - که برابر $\frac{M_{E,ser}}{d_b}$ است - باشد. به جای استفاده از جوش نفوذی کامل، می‌توان از جوش نفوذی نسبی - به شرطی که ضخامت مؤثر آن بیشتر از 1/2 برابر مقدار بزرگ‌تر ضخامت بال یا ورق اتصال بال تیرهای دو طرف باشد - استفاده نمود.
- ورق‌های پیوستگی باید در تمام طول خود به جان (یا جان های) ستون جوش شوند. چنانچه اتصال تیر در راستای عمود بر جان خمشی نباشد، این جوش می‌تواند به صورت جوش گوشه دو طرفه طراحی گردد. در صورتی که اتصال تیر در راستای عمود بر جان، خمشی باشد، جوش ورق پیوستگی به جان (یا جان‌ها) باید به صورت نفوذی کامل و یا نفوذی نسبی، با شرایط گفته گفته شده در اتصال ورق پیوستگی به بال ستون باشد.



SAZE118.COM

- نسبت عرض به ضخامت ورق پیوستگی، برای ورق‌های پیوستگی سخت نشده از $\frac{۸۰۰}{\sqrt{F_y}}$ و برای ورق‌های پیوستگی سخت شده، از $\frac{۲۱۵۰}{\sqrt{F_y}}$، کوچک‌تر باشد.

6-8 نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر

در کلیه اتصالات خمشی تیر به ستون که جزیی از سیستم باربر جانبی لرزه‌ای می باشند، رابطه زیر باید برآورده گردد:

$$\frac{\Sigma M^*_{pc}}{\Sigma M^*_{pb}} \geq ۱$$

دررابطه فوق، ΣM^*_{pc} مجموع مقاومت خمشی ستون‌های بالا و پایین گره اتصال، با در نظر گرفتن میزان کاهش تنش تسلیم ستون، به دلیل حضور نیروی محوری موجود در آن می‌باشد و از رابطه زیر تعیین می گردد:

$$\Sigma M^*_{pc} = \Sigma Z_c (F_{yc} - f_a)$$

که در آن:

Z_c : اساس مقطع پلاستیک ستون در تراز بال تیر، حول محور خمش

F_{yc} : مقاومت مشخصه حداقل تسلیم ستون

f_a : تنش موجود محوری فشاری حاصل از ترکیب بارهای بند 4-1

ΣM^*_{pb} مجموع لنگرهای ایجاد شده در گره اتصال، حاصل از لنگر و برش ایجاد شده در مفصل پلاستیک تیرهای دو طرف می باشد و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Sigma M^*_{pb} = \Sigma \left[۱/۱ R_y Z_b F_{yb} \left(۱ + ۲ \frac{\left(L_۱ + \frac{d_c}{۲} \right)}{L_h} \right) \right]$$

که در آن:

Z_b: اساس مقطع پلاستیک تیر در محل تشکیل مفصل پلاستیک

F_{yb}: مقاومت مشخصه حداقل تسلیم تیر

d_c : بعد ستون در صفحه خمش

استثنا : چنانچه هر یک از شرایط الف و ب برآورده گردد، رعایت نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر، مطابق رابطه (8-9)، در گره بالایی ستون الزامی نیست.

الف- ستون‌های با $f_a < ۰/۲F_y$ به دست آمده از ترکیب بارهای بند 4-1، که هر یک از ضوابط زیر را نیز برآورده نماید:

الف-1- ستون‌های ساختمان‌های یک طبقه و ستون‌های طبقه آخر ساختمان‌های چند طبقه

الف-2- ستون‌هایی که مجموع ظرفیت برشی موجود در تراز سرویس آنها، از 20 درصد مجموع ظرفیت برشی موجود در تراز سرویس کلیه ستون‌های طبقه مورد نظر و مجموع ظرفیت برشی موجود در تراز سرویس هر تعداد از آنها که برروی یک محور واقع می‌شوند؛ از 33 درصد مجموع ظرفیت برشی موجود در تراز سرویس ستون‌های آن محور بیشتر نباشد. ستون‌هایی در یک محور در نظر گرفته می‌شوند که در محدوده‌ای کوچک‌تر از10 درصد بعد ساختمان، در جهت عمود بر راستای مورد بررسی قرار گیرند.

SAZE118.COM

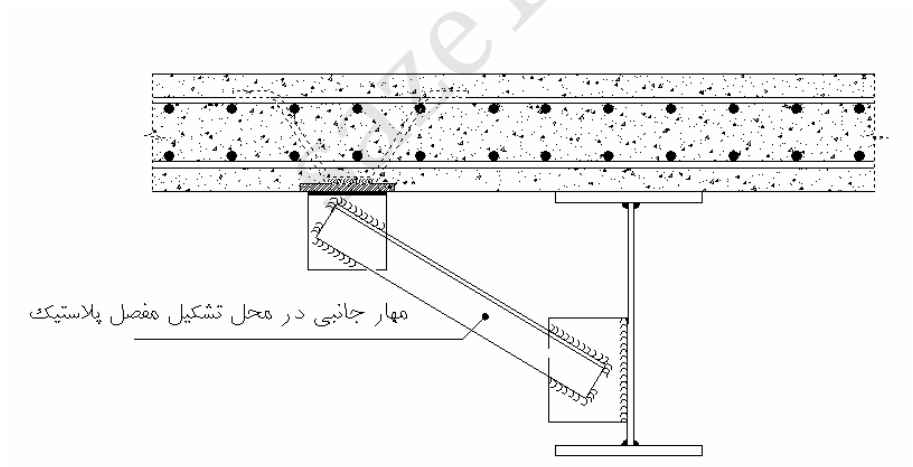
ب) ستون‌های واقع در هر طبقه ای که نسبت ظرفیت برشی موجود در تراز سرویس بـه ظرفیـت برشـی مـورد نیاز در تراز سرویس آن، به میزان 50 درصد بزرگ تر از این نسبت در طبقه بالایی باشد.

7-8 تیرها

در قاب‌های خمشی ویژه، تیرها نقش اصلی تأمین شکل‌پذیری را از طریق ایجاد مفصل پلاستیک در دو سر خود ایفا می‌نمایند. برای دستیابی به این عملکرد، تیرها باید شرایط زیر را برآورده کنند :

- استفاده از تیرهای با جان سوراخ دار متوالی مجاز نیست و در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، ایـن سوراخ باید خارج از منطقه تشکیل مفصل پلاستیک، در یک سوم میانی طول تیر قرار گیرد. اطـراف سـوراخ بایـد به‌نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر کامل فراهم گردد و از کلیه حالات زوال ترد نیـز جلـوگیری شود.
- در ناحیه مفصل پلاستیک، ایجاد هرگونه تغییر ناگهانی در عرض بال و یا ضخامت بال مجاز نمی‌باشد.
- مقطع تیرها باید فشرده لرزه‌ای باشد.
- تیرها باید در هر دو بال خود دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هرگونه کمانش جانبی و پیچشی در خلال تغییرشکل‌های غیرارتجاعی جلوگیری شود. فاصله مهاربندهای جانبی نبایـد از $\frac{۱۷۵۰۰۰}{F_y} r_y$ بیـشتر باشـد (r_y، شعاع ژیراسیون مقطع تیر، حول محور ضعیف است). همچنین در محل مورد نظر تشکیل مفصل پلاستیک، محل اعمال بارهای متمرکز در طول تیر- که امکان تشکیل مفـصل پلاسـتیک در آنهـا وجـود دارد - و در محـل تغییر مقطع تیر، تعبیه مهار جانبی الزامی است.

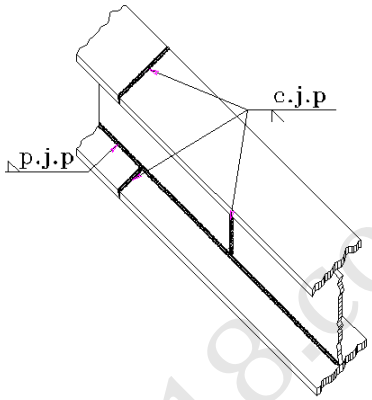
- مهارهای جانبی تیر باید دارای سـختی کـافی بـوده، طـوری طراحـی شـوند کـه قـادر بـه تحمـل نیـروی جـانبی



$\frac{۰/۰۶R_yF_yb_ft_f}{۱/۶۷}$ در تراز بالهای تیر، در محل تشکیل مفصل پلاستیک و $\frac{۰/۰۲F_yb_ft_f}{۱/۶۷}$ در سایر نقاط مورد نیاز در طول تیر، باشند.

SAZE118.COM

- جان تیر باید قادر به تحمل نیروی برشی حداکثر مورد انتظار در تراز سرویس یا نیروی متناظر با تشکیل مفاصل پلاستیک در دو انتهای تیر مطابق الزامات بند 8-2-6 باشد.
- اتصال بال به جان تیر باید به صورت پیوسته بوده، در هر مقطع قادر، به تحمل جریان برشی، نظیر حداکثر برش ایجاد شونده در همان مقطع باشد. در محدوده مفصل پلاستیک تا بر ستون، اتصال بال به جان باید بر اساس ظرفیت جان تیر طراحی گردد.
- وصله تیرها باید خارج از محدوده مفصل پلاستیک قرار گیرد. در صورت استفاده از ورق وصله در بال، ظرفیت باربری ورق وصله واتصال دهنده‌های جوشی و یا پیچی آن، باید حداقل 1/1 برابر ظرفیت باربری مقطع ضعیف‌تر وصله شونده باشد. در صورت استفاده از ورق وصله برای جان، این ورق‌ها باید به صورت متقارن، در دو طرف جان به کار روند؛ به طوری که ظرفیت باربری برشی 1/1 برابر ظرفیت باربری جان مقطع ضعیف‌تر را فراهم سازند. چنانچه از جوش لب با نفوذ کامل برای وصله اجزای مقطع در تمام عرض اجزا استفاده شود، محل وصله بال ها و محل وصله جان، نباید در یک مقطع واقع گردد.



8-8 ستون‌ها و وصله‌های ستون

ستون‌ها در قاب‌های خمشی ویژه، باید علاوه بر ضوابط مندرج در فصل 6، شرایط زیر را برآورده نمایند:

- در ستون‌های قاب‌های خمشی ویژه، استفاده از مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز نیست و اجزای مقطع ستون، باید در تمامی طول ستون به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند؛ به نحوی که هیچ سوراخی باقی نماند.
- وصله مستقیم مقطع ستون‌ها در قابهای خمشی ویژه، باید با جوش نفوذی کامل برقرار شود.
- در صورت استفاده از وصله پوششی برای ستون‌ها، ظرفیت باربری خمشی در تراز سرویس وصله باید از ظرفیت باربری خمشی مورد انتظار در تراز سرویس مقطع کوچک‌تر، $\frac{R_y Z_c F_y}{۱/۶۷}$، بیشتر باشد. اتصال دهنده‌های اجزای وصله به ستون‌ها، باید تنش برشی نظیر خمش فوق را تحمل نمایند.
- هرگونه تغییر در ابعاد و مقطع ستون، باید به کمک ورق‌های پر کننده انجام شود. در صورت استفاده از اتصالات جوشی در وصله، جوش اتصال ورق‌های پر کننده به مقطع کوچک‌تر وصله شونده و جوش اتصال ورق های پر کننده به اجزای وصله، باید جریان برش $\frac{R_y Z_c F_y}{۱/۶۷}$ را تحمل کنند.

SAZE118.COM

فصل نهم ؛ الزامات قاب‌های خمشی متوسط

9-1 ملاحظات کلی

مشخصات قاب‌های خمشی متوسط، مشابه مشخصات قاب‌های خمشی ویژه، مندرج در بند 8-1 است؛ با این تفاوت که از اعضای شکل‌پذیر این قاب‌ها، انتظار تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدود، تا رسیدن به چرخش 0/02 رادیان در مفصل پلاستیک خمشی می‌رود. همچنین، رعایت حداقل فاصله محل تشکیل مفصل پلاستیک از بر ستون، الزامی نمی‌باشد.

9-2 نیروهای نظیر تشکیل مفصل پلاستیک

مطابق مندرجات بند 8-2 می باشد.

9-3 اتصال تیر به ستون

کلیه اتصالات تیر به ستونی که در قاب‌های خمشی متوسط، نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌نمایند، باید شرایط زیر را دارا باشند:

9-3-1- اتصالات تیر به ستون باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که نیروهای وارد شونده را، در چرخش غیرارتجاعی مفصل پلاستیک تا رسیدن به دوران 0/02 رادیان، به صورت ارتجاعی تحمل نمایند. برای دستیابی به چنین عملکردی، لازم است اتصالات تیر به ستون، توسط آزمایش‌های توصیه شده از سوی مراجع معتبر، تأیید صلاحیت شود؛ یا از اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده، مانند نمونه‌هایی که در بند 8-3 ارایه شده است، استفاده گردد.

9-3-2- اتصالات تیر به ستون باید به گونه‌ای طراحی شوند که شرایط ایجاد مفصل پلاستیک را در داخل تیر فراهم نماید. این امر، می‌تواند از طریق تقویت اتصال تیر در وجه ستون صورت گیرد؛ به طوری که مقاومت خمشی اتصال در ناحیه تقویت شده، بیشتر از لنگر $\frac{R_y Z_p F_y}{F.S.}$ باشد. در هر صورت، تشکیل مفصل پلاستیک در محل اتصال تیر به ستون مجاز نمی‌باشد.

9-3-3- در اتصالات جوشی تیر به ستون، اتصال بال یا ورق پوششی آن، مستقیماً به وجه ستون یا به ورق انتهایی - که به ستون پیچ می‌شود - باید منحصراً از نوع نفوذی کامل باشد. برای اتصال جان تیر یا ورق اتصال جان، به وجه ستون یا ورق انتهایی، استفاده از جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه مجاز است.

9-3-4- لنگر خمشی طراحی اتصال تیر به ستون - که حاصل از حداکثر لنگر خمشی مورد انتظار تیر در تراز سرویس در مفصل پلاستیک و بارهای ثقلی است - از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$M_E = \frac{R_y Z_b F_y}{۱/۶۷}\left(۱+۲\frac{L_۱}{L_h}\right)+w_G\frac{L_۱}{۲}\left(L_h+L_۱\right)$$

9-3-5- نیروی برشی طراحی اتصال تیر به ستون - که حاصل از حداکثر نیروی برشی مورد انتظار تیر در تراز سرویس در مفصل پلاستیک و بارهای ثقلی است- از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V_E = ۲\frac{R_y Z_b F_y}{۱/۵L_h}+w_G\left(L_۱+\frac{L_h}{۲}\right)$$

9-4 چشمه اتصال

SAZE118.COM

9-4-1- برش چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-2 است؛ با این تفاوت که برش چشمه اتصال برابر مجموع نیروی حاصل از عبارت $\left[\left(\frac{R_y F_y Z_b}{1/5}\right)\left(1+2\frac{L_1}{L_h}\right)+\frac{w_G L_1}{2}\left(L_h+L_1\right)\right]\times\frac{1}{d_b}$ در هریک از تیرهای سمت چپ و راست ستون می‌باشد.

9-4-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-3 است.

9-4-3- پایداری ورق‌های چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-4 است.

9- 5 ورق‌های پیوستگی

مانند ضوابط مندرج در بند 8-5 می‌باشد که در آن $M_{E,ser}$، مطابق مقدار داده شده در بند 9-3-4 محاسبه می‌گردد.

9-6 تیرها

در قاب‌های خمشی متوسط، تیرها باید شرایط زیر را برآورده نمایند :

- استفاده از تیرهای با جان سوراخ‌دار متوالی مجاز نیست و در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید خارج از منطقه تشکیل مفصل پلاستیک، در یک سوم میانی طول تیر قرار گیرد. اطراف سوراخ باید به نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر کامل فراهم گردد و از کلیه حالات زوال ترد نیز جلوگیری شود.
- در ناحیه مفصل پلاستیک، ایجاد هر گونه تغییر ناگهانی در عرض بال و یا ضخامت بال مجاز نمی‌باشد.
- تیرها باید دارای مقطع فشرده، مطابق بند10-1-1-4 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران باشند.
- تیرها باید در هر دو بال خود دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هر گونه کمانش جانبی و پیچشی در خلال تغیر شکلهای غیرارتجاعی جلوگیری شود. فاصله مهاربندهای جانبی نباید از $\frac{230000}{F_y}r_y$ بیشتر باشد (r_y، شعاع ژیراسیون مقطع تیر، حول محور ضعیف است).
- مهارهای جانبی تیر باید دارای سختی کافی بوده ، طوری طراحی شوند که قادر به تحمل نیروی جانبی $\frac{0/02F_y b_f t_f}{1/67}$ در تراز بال‌های تیر باشند.
- جان تیر باید قادر به تحمل نیروی برشی حداکثر مورد انتظار در تراز سرویس، متناظر با تشکیل مفاصل پلاستیک در دو انتهای تیر مطابق الزامات بند 9-3-5 باشد.
- اتصال بال به جان تیر باید به صورت پیوسته بوده، در هر مقطع قادر به تحمل جریان برشی نظیر حداکثر برش ایجاد شونده در همان مقطع باشد.

saze118.com

- وصله تیرها باید خارج از محدوده مفصل پلاستیک قرار گیرد. در صورت استفاده از ورق وصله در بال، ظرفیت باربری ورق وصله و اتصال دهنده‌های جوشی و یا پیچی آن، حداقل 1/1 برابر ظرفیت باربری مقطع ضعیف‌تر وصله شونده باشد. در صورت استفاده از ورق وصله برای جان، این ورق‌ها باید به صورت متقارن، در دوطرف جان به کار روند؛ به طوری که ظرفیت باربری 1/1 برابر ظرفیت باربری جان مقطع ضعیف‌تر را فراهم سازند.

7-9 ستون‌ها و وصله های ستون

ستون‌ها در قاب‌های خمشی متوسط، باید علاوه بر ضوابط مندرج در فصل 6، شرایط زیر را برآورده نمایند:

- در ستون‌های قاب‌های خشمی متوسط، استفاده از مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز است؛ به شرط آن که هر یک از اجزای مقطع، شامل نیمرخ‌ها، بست‌ها و اتصالات آن قادر به تحمل برش $\frac{۲M_{PC}}{۱/۵h_s}$ و اثرات ثانویه آن باشند. در ستون‌های ساخته شده از ورق، در هر یک اجزای مقطع ستون و در ستون‌های متشکل از چند نیمرخ، اجزای تشکیل‌دهنده هر یک از نیمرخ‌ها در تمام طول، به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند.
- در صورت استفاده از وصله پوششی برای ستون‌ها، ظرفیت باربری خمشی در تراز سرویس وصله، باید از ظرفیت باربری خمشی مورد انتظار در تراز سرویس مقطع کوچکتر، $\frac{R_y Z_e F_y}{۱/۶۷}$ بیشتر باشد.

saze118.com

SAZE118.COM

10-1 ملاحظات کلی

قاب خمشی معمولی، سیستم باربر جانبی‌ای است که در برابر نیروهای جانبی حاصل از زلزله، از آن انتظار تغییرشکل‌های غیرارتجاعی اندکی می‌رود. اعضا و اتصالات قاب‌های خمشی معمولی باید علاوه بر ضوابط مندرج در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، ضوابط این مجموعه را نیز برآورده نمایند.

10-2 اتصال تیر به ستون

10-2-1- کلیه اتصالات خمشی تیر به ستونی که در قاب‌های خمشی معمولی، نیروهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌نمایند، باید توانایی تحمل نیروهای نظیر ظرفیت خمشی در تراز سرویس مقطع تیر، $\frac{Z_b F_y}{1/67}$، را دارا باشند.

10-2-2- در اتصالات جوشی تیر به ستون، اتصالات بال تیر یا ورق پوششی آن، مستقیماً به وجه ستون یا به ورق انتهایی - که به ستون پیچ می‌شود - باید منحصراً از نوع نفوذی کامل باشد. برای اتصال جان تیر یا ورق اتصال جان به وجه ستون یا ورق انتهایی، استفاده از جوش نفوذی نسبی یا جوش گوشه مجاز است.

10-2-3- اتصال برش تیر به ستون، باید قادر به تحمل نیروی برشی $V_G + \frac{2Z_b F_y}{1/5L}$ باشد.

V_G : برش ناشی از بارهای ثقلی در انتهای تیر

L : طول آزاد تیر حد فاصل دو بر ستون

10-3 چشمه اتصال

10-3-1- برش چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-1 است. با این تفاوت که برش چشمه اتصال برابر مجموع نیروی حاصل از عبارت $\frac{Z_p F_y}{1/67 d_b}$ در هر یک از تیرهای دو طرف ستون می‌باشد.

10-3-2- ورق‌های تقویت چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-2 است.

10-3-3- پایداری ورقهای چشمه اتصال

مانند ضوابط مندرج در بند 8-4-3 است.

10-4 ورق‌های پیوستگی

SAZE118.COM

برای تعیین نیاز یا عدم نیاز به ورق‌های پیوستگی در ناحیه اتصال، در مقابل بال‌های بالایی و پایینی تیر؛ بر اساس بند 10-1-8-1-ب مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران عمل می‌شود، با این فرض که نیروی P_{bf} در رابطه 10-8-1، برابر مساوی $1/8bt_f F_{yb}$ منظور شود. در این رابطه، b ، t_f و F_{yb} به ترتیب عرض، ضخامت و تنش تسلیم بال یا ورق پوششی اتصال بال تیر می‌باشد. در صورت نیاز به ورق‌های پیوستگی، ضوابط مندرج در بند 8-5 رعایت شود و در آن، به جای $\frac{M_{E,ser}}{d_b}$ از رابطه $\frac{Z_p F_y}{d_b}$ استفاده گردد.

10-5 تیرها

در قابهای خمشی معمولی، تیرها باید شرایط زیر را برآورده نمایند:

- تیرها باید دارای مقطع فشرده،مطابق بند 10-1-1-4 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران باشند.
- استفاده از تیرهای با جان سوراخ‌دار متوالی مجاز نیست و در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید در یک سوم میانی طول تیر قرار گیرد و اطراف آن به نحوی تقویت شود که مقاومت برشی و خمشی تیر کامل فراهم گردد.
- جان تیر باید قادر به تحمل نیروی برشی معادل $V_G = \frac{2Z_b F_y}{1/5L} + V_G$ باشد.
- اتصال بال به جان تیر باید به صورت پیوسته بوده، در هر مقطع قادر به تحمل جریان برشی، نظیر برش آن مقطع از تیر باشد.
- ظرفیت خمشی و برشی وصله تیر، باید حداقل برابر ظرفیت باربری خمشی و برشی مقطع تیر ضعیف‌تر وصله شونده باشد. محل وصله تیر، باید حداقل به اندازه دو برابر ارتفاع کل مقطع تیر، از برستون فاصله داشته باشد.

10-6 ستون‌ها

ستون‌ها در قاب‌های خمشی معمولی، باید علاوه بر ضوابط مندرج در فصل 6 شرایط زیر را برآورده نمایند:

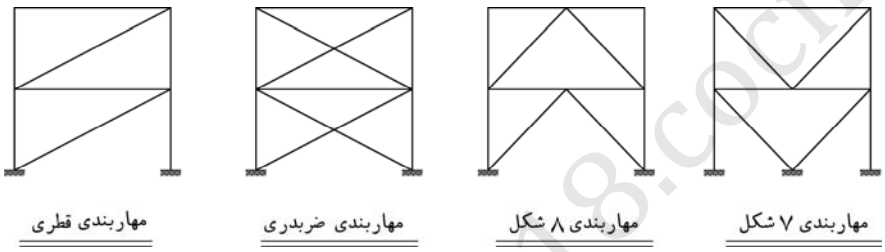
- در ستون‌های قاب‌های خشمی معمولی، استفاده از مقطع متشکل از چند نیمرخ بست‌دار مجاز است؛ به شرط آن که هر یک از اجزای مقطع، شامل نیمرخ‌ها، بست‌ها و اتصالات آن، قادر به تحمل برش $\frac{2M_{pc}}{1/5h_s}$ و اثرات ثانویه آن باشد. در ستون‌های ساخته شده از ورق، هر یک از اجزای مقطع ستون و در ستون‌های متشکل از چند نیمرخ، اجزای تشکیل‌دهنده هر یک از نیمرخ‌ها باید در تمام طول، به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند.
- در صورت استفاده از وصله پوششی برای ستون‌ها، ظرفیت باربری خمشی در تراز سرویس وصله، باید از ظرفیت باربری خمشی مورد انتظار در تراز سرویس مقطع کوچک‌تر، بیشتر باشد.

SAZE118.COM

11-1 ملاحظات کلی

قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه، چنان طراحی و جزییات‌بندی می‌شوند که در اثر نیروی زلزله، تغییرشکلهای غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای در مهاربندی‌های کششی و فشاری آنها ایجاد شود. در مهاربندهای تحت کشش، ناحیه شکل‌پذیر در تمام طول عضو مهاربند تشکیل می‌شود و ناحیه شکل‌پذیر کششی نام دارد. در مهاربندهای تحت فشار، کمانش غیرارتجاعی در دو سر و وسط عضو مهاربند، مفصل پلاستیک خمشی ایجاد می‌نماید. این دو ناحیه شکل‌پذیر، در مجموع رفتار غیرارتجاعی سیستم قاب مهاربندی شده همگرای ویژه را تشکیل می‌دهد.

برای دستیابی به عملکرد فوق، سایر اعضا و اتصالات سازه، شامل ستون‌ها، وصله ستون‌ها، اتصالات پای ستون و پی ستون‌های دهانه مهاربندی شده، تیرهای دهانه مهاربندی شده و وصله آنها، اتصالات تیر به ستون در مسیر نیروهای جانبی، دیافراگم‌ها و اتصالات مهاربندی‌ها باید به نحو مناسب طراحی و جزییات‌بندی شوند. انواع قابهای مهاربندی شده همگرا که در این مجموعه قابل کاربرد هستند در شکل زیر معرفی شده‌اند. استفاده از سایر قاب‌های مهاربندی شده، چنانچه مبتنی بر مدارک فنی معتبر و مورد قبول مراجع فنی کشور باشد، بلامانع است.



11-2 اعضای مهاربندی

11-2-1- طراحی مهاربندی‌های فشاری و کششی، بر اساس ترکیب بارهای بند 4-2 انجام می‌گیرد. مقطع مهاربندها چه به صورت مقطع تکی و چه ساخته شده از نیمرخ‌های نورد شده یا ورقی باشند، باید به صورت متقارن نسبت به صفحه مهاربندی به کار روند.

هندسه مهاربندهایی که در این مجموعه به آنها اشاره می‌گردد، فقط شامل مهاربندهای قطری، مهاربندهای ضربدری و مهاربندهای 7 و 8 شکل می‌شود. استفاده از مهاربند K شکل ممنوع است.

11-2-2- لاغری عضو مهاربند فشاری، $\frac{kL}{r}$، نباید از $\frac{۵۸۰۰}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر شود. چنانچه ستون‌های دو طرف دهانه مهاربندی، برای بارهای محوری نظیر بند 6-3-1، قسمت 2، پاسخگو باشند، لاغری مهاربندها می‌تواند از مقدار فوق تجاوز نماید، لیکن، این مقدار نباید از 200 بیشتر شود. مقطع هر یک از نیمرخ‌های تشکیل دهنده مهاربند، باید فشرده باشد و نسبت عرض به ضخامت کلیه اجزای مقطع هر یک از نیمرخ‌های تشکیل‌دهنده مهاربند، باید الزامات جدول 4 را برآورده نماید.

11-2-3- **ضریب** طول مؤثر عضو مهاربند، k، در مهاربندهای قطری در هر دو جهت اصلی مقطع عضو برابر یک؛ در مهاربندهای 7 و 8، چنانچه اتصال دو انتهای مهاربند، مهار جانبی کافی داشته باشد، در هر دو جهت اصلی

SAZE118.COM

مقطع عضو برابر یک و در مهاربندی ضربدری، چنانچه در محل تقاطع دو عضو مهاربندی، اتصال کافی وجود داشته باشد، در صفحه مهاربندی برابر 0/5 و عمود بر صفحه مهاربندی، در صورت تأمین پیوستگی کافی بین دو قسمت مهاربندی قطع شده، برابر0/7 در نظر گرفته می‌شود.

11-2-4- مهاربندهای کششی باید به گونه‌ای طراحی و جزییات بندی شوند که از کلیه زوال‌های ترد، نظیر زوال کششی در مقطع خالص سوراخ‌دار یا پارگی ناشی بلوکی جلوگیری به عمل آید. برای این منظور، باربری عضو کششی در تراز سرویس در مقطع مؤثر باید از مقدار کمتر بین دو مقدار زیر بیشتر باشد:

1- نیروی کششی حداکثر عضو مهاربند در تراز سرویس برابر $\frac{R_y F_y A_g}{F.S.}$؛ که در آن، A_g سطح مقطع کل عضو مهاربند است و مقدار F.S. برابر 1.67 در نظر گرفته می‌شود.

2- بزرگترین نیرویی که در تراز سرویس، از طرف سیستم سازه به عضو مهاربند منتقل می‌گردد.

11-2-5- لاغری حداکثر هر یک از نیمرخ‌های تشکیل دهنده عضو مهاربند، درمهاربندهای ساخته شده از دو یا چند نیمرخ، حد فاصل دو قید متوالی، $\frac{L_s}{r_{min}}$، نباید از 40 درصد لاغری حداکثر عضو **مهاربندی**، $\left(\frac{kL}{r}\right)_{max}$، بیشتر شود، که L_s طول آزاد تک نیمرخ، حد فاصل دو قید متوالی و r_{min}، شعاع ژیراسیون حداقل تک نیمرخ می‌باشد.

نیمرخ‌های تشکیل دهنده عضو مهاربند، باید در دو انتهای خود توسط قیدهای انتهایی و حداقل در دو نقطه بین دو انتهای عضو مهاربند، توسط قیدهای میانی به یکدیگر متصل شوند. قیدهای میانی و اتصالات آنها به هر یک از تک نیمرخ‌ها، باید برای نیروی برشی‌ای که از ظرفیت باربری کششی تک نیمرخ در تراز سرویس کمتر نباشد، طراحی گردند. این نیرو باید به صورت مساوی بین قیدهای میانی متصل به نیمرخ تقسیم شود. قیدها باید با فواصل یکسان در طول عضو مهاربندی قرار داده شوند. در یک چهارم میانی طول آزاد مهاربند، نباید از قیدهای با اتصالات پیچی استفاده شود. قیدها باید نیمرخ‌ها را در محل اتصال قید به صورت متقارن به یکدیگر متصل نمایند.

در صورتی که بتوان نشان داد که مهاربند، بدون ایجاد برش در قید و اتصال آن کمانش می‌نماید، لاغری حداکثر هر تک نیمرخ، $\frac{L_s}{r_{min}}$، می‌تواند تا 75 درصد لاغری حداکثر عضو مهاربند $(\frac{kL}{r})_{max}$ افزایش یابد.

طول قید انتهایی، در جهت طول مهاربندها، نباید از بعد بزرگ‌تر مقطع مهاربند کمتر باشد. نسبت ضخامت هر قید به فاصله بین مرکز ثقل اتصال آن به نیمرخ‌ها، در قیدهای میانی و انتهایی، نباید از $\frac{۱}{۴۰}$ کمتر باشد.

از به کاربردن وصله در طول عضو مهاربندی حتی الامکان خودداری شود. در صورت الزام به وصله، وصله باید به صورت مستقیم؛ و با جوش نفوذی کامل انجام گیرد و وصله اجزای مهاربندی نباید در یک مقطع قرار گیرند. محل وصله عضو مهاربند نباید در دو انتها و وسط آن قرار گیرد.

3-11 توزیع نیروهای جانبی

در هرمحور مهاربندی شده، در سیستم قاب مهاربندی شده همگرای ویژه، اعضای مهاربند باید طوری طراحی شوند که در هر طبقه، حداقل 30درصد و حداکثر 70 درصد نیروی جانبی سهم آن محور را، به صورت کششی و یا فشاری تحمل نمایند. محور مهاربندی گفته شده در این بند، مجموعه‌ای از مهاربندها در جهت مورد بررسی را در بر می‌گیرد که در محدوده ای کمتر از 10 درصد بعد ساختمان، در جهت عمود بر محورهای مورد بررسی، قرار گیرند.

در صورتی که مهاربندها برای نیروهای زلزله تشدید یافته، حاصل از ترکیب بارهای بند 4-3 به صورت فشاری طراحی شوند، رعایت مفاد این بند الزامی نیست.

SAZE118.COM

11-4-1- نیروی طراحی

اتصال مهاربندها، باید برای نیروی کششی و فشاری عضو مهاربند، به ترتیبی که در قسمت الف و ب مشخص شده است، به طور جداگانه طراحی گردند:

الف- نیروی طراحی اتصال برای عضو مهاربند کششی، برابر مقدار کمتر بین دو مقدار زیر:

- نیروی کششی حداکثر مورد انتظار مهاربند که در تراز سرویس برابر $\frac{R_y F_y A_g}{F.S.}$ می باشد که در آن، F.S. برابر 1/5 منظور می‌شود.
- حداکثر نیروی مجازی که از طرف سیستم سازه به مهاربند منتقل می گردد.

این نیرو برای طراحی

- اتصال دهنده‌های مهاربند به ورق اتصال مهاربند
- ابعاد و ضخامت ورق اتصال مهاربند
- اتصال دهنده های ورق اتصال مهاربند به تیر یا ستون
- اتصال تیر به ستون، در تیرهایی که مهاربند به آنها متصل می باشد و نیروی مهاربند را به ستون منتقل می نمایند
- اتصال مهاربند به صفحه ستون
- کلیه اتصالات در مسیر انتقال نیروهای مهاربندها

به کار می رود. طراحی اجزای فوق، باید در برگیرنده کلیه حالات زوال ترد، نظیر گسیختگی کششی در مقطع خالص ورق‌ها، برش بلوکی ورق‌ها و برش پیچ‌ها نیز باشد.

تبصره: حالات زوال نظیر برش پیچ‌ها، کشش در مقطع خالص و برش بلوکی در عضو مهاربند کششی، در طراحی عضو مهاربند کششی نباید تعیین کننده ظرفیت باربری عضو گردد.

ب: نیروی طراحی اتصال برای عضو مهاربند تحت نیروی فشاری، برابر حداقل به دست آمده از دو امتداد زیر:

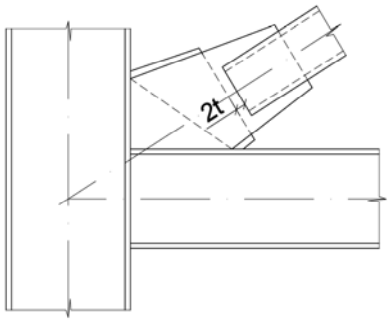
- نیروی فشاری حداکثر مورد انتظار مهاربند در تراز سرویس، که برابر $\frac{۱/۹۲F_a A_g}{F.S.}$ می باشد.
- حداکثر نیروی فشاری مجازی که از طرف سیستم سازه به مهاربند منتقل می گردد.

11-4-2- طراحی خمشی اتصال مهاربند

در جزییات‌بندی اتصال مهاربند، باید کمانش موضعی اجزای اتصال در نظر گرفته شود. در صورتی که تشکیل مفصل پلاستیک در انتهای عضو مهاربند، در اثر کمانش فشاری آن، موردنظر باشد، اتصال عضو مهاربندی شامل اتصال مهاربندی به ورق اتصال و ورق اتصال به تیر و ستون، باید برای لنگر خمشی حداکثر مورد انتظار در تراز سرویس، حول محور کمانش، برابر با $\frac{۱/۱R_y F_y Z_p}{F.S.}$ طراحی گردد. که در آن Z_p ، مدول پلاستیک مقطع مهاربند حول محور کمانش می‌باشد و F.S. ، برابر 1.5 منظور می‌شود. در این صورت، تیر و ستون و اتصالات تیر به ستون نیز، باید توانایی تحمل لنگرهای وارد شونده را داشته باشند.

SAZE118.COM

در صورتی که نوع کمانش تعیین‌کننده، کمانش خارج از صفحه مهاربندی باشد و اتصال مهاربند، مانند شکل زیر انجام شده باشد، طراحی خمشی اتصال مهاربند الزامی نیست. t ضخامت ورق اتصال مهاربند می‌باشد.



اتصال مهاربند قاب مهاربندی شده ویژه به گره اتصال تیر و ستون برای اتصال ساده مهاربند به گره

11-4-3- مسیر انتقال نیروی مهاربند در گیره اتصال

انتقال نیروهای مهاربند به مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گره اتصال که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهند، باید از مسیری با مقاومت و سختی کافی انجام پذیرد. این مسیر باید بتواند نیروی مهاربند را، بین اجزای تشکیل‌دهنده مقطع اعضا، به نحو مناسبی با توجه به سهم هر یک از اجزا توزیع نماید. تأمین مسیر مطمئن، در مورد انتقال بار ورق اتصال مهاربند به اعضایی که جان آنها در صفحه ورق اتصال نمی‌باشد، دارای اهمیت است.

11-5 تیرها

11-5-1- ملاحظات کلی

در قابهای مهاربندی شده همگرا، تیرهای دهانه مهاربندی شده، باید قادر به جذب نیروهای افقی ایجاد شده در طبقه، حاصل از زلزله، از دیافراگم‌های کف و انتقال آن به مهاربندها باشند. علاوه بر آن، در سازه‌های مهاربندی شده‌ای که در آنها، محل مهاربندهای طبقه بالا و پایین روی هم نباشد؛ تیرهای حدفاصل مهاربندهای جابه‌جا شده طبقه بالا و پایین و اتصالات در مسیر آنها، باید قادر باشند نیروهای افقی طبقه را در حضور نیروهای ثقلی به صورت محوری، تحمل نمایند. در صورتی که تیرهای دهانه مهاربندی متصل به دیافراگم نباشد؛ یا در اطراف بازشدگی قرار داشته باشند، باید با عملکرد محوری خود، نیروی جانبی سهم هر یک از مهاربندها را به آنها منتقل نمایند.

تعبیه سوراخ‌های متوالی، به هر نحو، در جان تیر دهانه مهاربندی شده و تیرهای حدفاصل مهاربندهای جابه جا شده طبقات بالا و پایین مجاز نیست و چنانچه لازم باشد سوراخ دسترسی در جان تعبیه شود، اطراف سوراخ باید به نحوی تقویت شود که مقاومت خمشی، برشی و محوری تیر در مقطع سوراخ‌دار، کمتر از مقاومت مقطع کامل تیر نباشد. همچنین، سوراخ باید در دورترین فاصله از محل اتصال تیر به ستون و محل اتصال تیر به مهاربندی واقع شده باشد.

11-5-2- تیر دهانه مهاربندهای 7 و 8 شکل

saze118.com

تیرهای مهاربندهای 7 و 8 شکل، باید علاوه بر الزامات بند 11-5-1، شرایط زیر را برآورده نماید:

1- تیر حد فاصل دو ستون پیوسته باشد و مهار جانبی کافی برای جلوگیری از کمانش جانبی - پیچشی، در هر دو بال بالا و پایین آن وجود داشته باشد. به عنوان حداقل، یک مهار جانبی باید در محل اتصال مهاربندها به تیر قرار داده شود.

2- مهارها باید دارای سختی کافی باشند و طوری طراحی شوند که قادر به تحمل نیرویی حداقل برابر با $\frac{۰/۰۲F_y b_f t_f}{۱/۶۷}$، به صورت افقی باشند. b_f و t_f، به ترتیب عرض و ضخامت بال تیر و F_y، تنش تسلیم بال تیر است.

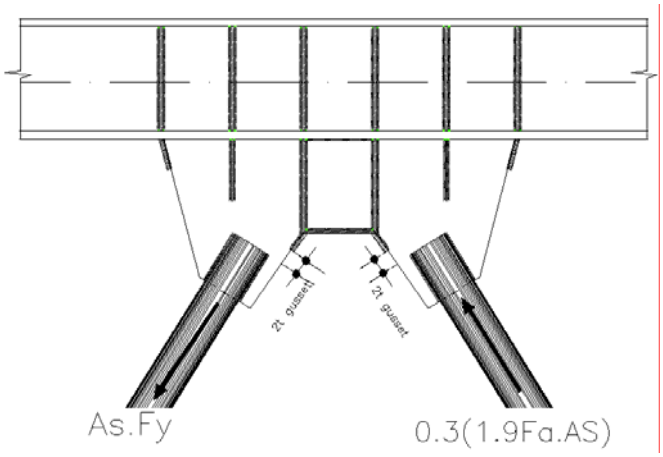
3- اجزای تشکیل دهنده مقطع تیر، باید دارای نسبت عرض به ضخامت مطابق با جدول بند 3-6 باشد و بین بال و جان آن، اتصال پیوسته برقرار باشد.

4- چنانچه مقطع تیر متشکل از دو نیمرخ باشد، نیمرخها باید در طول خود در فواصلی به یکدیگر متصل گردند؛ به گونه‌ای که لاغری تک نیمرخ از $\frac{3}{4}$ لاغری حداکثر تیر کمتر باشد.

5- تیر باید قادر به تحمل نیروهای قائم حاصل از ترکیب بارهای ثقلی طراحی حد فاصل دو ستون، بدون حضور مهاربندها باشد.

6- تیر باید قادر به تحمل نیروهای غیرمتعادل حداکثر مورد انتظار مهاربندهای کششی و فشاری، حاصل از زلزله، در تراز سرویس باشد. برای این منظور، نیروی مهاربند کششی برابر با $\frac{R_y A_g F_y}{۱/۶۷}$ و نیروی مهاربند فشاری برابر با $\frac{۰/۳\times(۱/۹۲)A_g F_a}{۱/۶۷}$ در نظر گرفته می‌شود.

saze118.com



اتصال مهاربند قاب مهاربندی شده ویژه به گره اتصال تیر و ستون برای اتصال ساده مهاربند به گره

6-11 ستون‌ها و وصله‌های ستون

ستون‌ها و وصله ستون‌ها در قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه، باید مطابق با ضوابط مندرج در بند 6 این مجموعه باشند و همچنین شرایط زیر را برآورده نمایند:

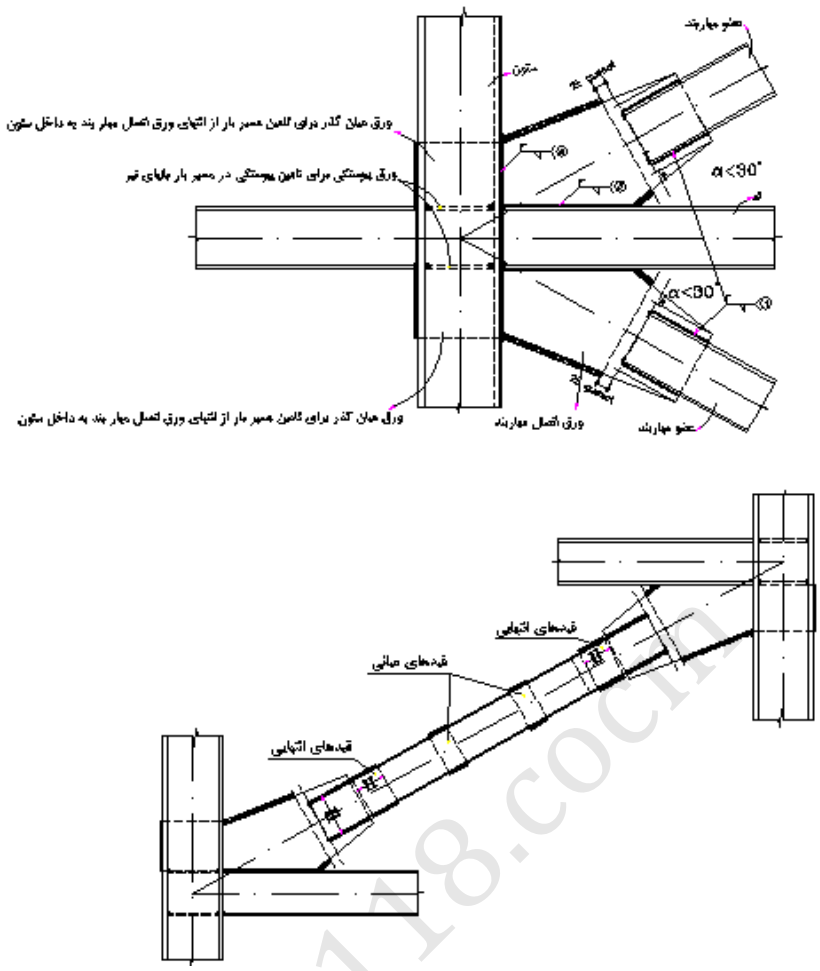
1- اجزای بال و جان ستون، باید در سرتاسر طول، به صورت پیوسته به یکدیگر متصل شوند. در صورتی که ستون از دو یا چند نیمرخ تشکیل شده باشد، نیمرخ‌ها باید در سرتاسر طول، به صورت پیوسته، به یکدیگر متصل گردند.

وصله ستون، اجزای مقطع ستون و اتصالات آنها، باید قادر به تحمل جریان برش $\frac{M_{pc}}{1/5h_s}$ باشد.

2- نسبت عرض به ضخامت اجزای مقطع ستون باید فشرده لرزه‌ای باشد و الزامات جدول بند 6-3 را برآورده نماید.

saze118.com

saze118.com



اتصال مهاربند قاب مهاربندی شده ویژه به گره اتصال تیر و ستون برای اتصال گیردار خمشی مهاربند به گره

saze118.com

فصل دوازدهم ؛ الزامات قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی

12-1 ملاحظات کلی

از قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی، انتظار می رود که تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدودی را در کلیه اعضای سازه، شامل مهاربندهای کششی و فشاری، ستون‌ها و تیرها و همچنین اتصالات، بدون کاهش قابل ملاحظه در مقاومت، تحمل نمایند.

کلیه اتصالات مهاربندها و اتصالات تیر به ستون و دیافراگم سازه، باید توانایی کافی را، برای تأمین مسیر پایدار و مقاوم، برای انتقال نیروهای جانبی لرزه‌ای ایجاد شده در اعضای مختلف سیستم باربر جانبی، را داشته باشند. مشخصات هندسی و انواع سیستم‌های مهاربندی شده همگرای معمولی، مشابه آنچه که در بند 11-1 به آن اشاره شده است می‌باشد.

12-2 اعضای مهاربندی

12-2-1- طراحی مهاربندهای کششی وفشاری براساس ترکیب بارهای بندهای4-2 و4-3 انجام می‌گیرد. سایر شرایط هندسی مهاربندها، مطابق بند 11-7-1 می‌باشد.

12-2-2- لاغری حداکثر مهاربندها $\left(\frac{kL}{r}\right)_{max}$ در مهاربندهای 7 و 8 شکل، نباید از $\frac{۵۸۰۰}{\sqrt{F_y}}$ بیشتر گردد.

12-2-3- تعیین ضریب طول موثر مهاربندها k، مانند ضوابط مندرج در بند 11-2-3 انجام می‌گیرد.

12-2-4- نسبت عرض به ضخامت اجزای مقطع مهاربندهای تحت نیروی فشاری باید ضوابط مقاطع فشرده مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را برآورده نماید.

12-2-5- مهاربندهای ساخته شده از دو یا چند نیمرخ، باید ضوابط مقاطع ساخته شده که تحت اثر نیرو فشاری قرار می‌گیرند را، مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، برآورده نمایند.

12-3 توزیع نیروی جانبی

نیروهای جانبی وارد شونده به قاب‌های مهاربندی‌شده همگرای معمولی، به‌استثنای قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی 7 و 8 شکل را، می‌توان به دو صورت بین مهاربندها توزیع نمود. درحالت اول، نیروها بین کلیه مهاربندهای کششی و فشاری توزیع می‌شود و اعضا، متناسب با حداکثر نیروی ایجاد شده در آنها، طراحی می‌گردند. در حالت دوم، نیروها بین مهاربندهای کششی توزیع می‌گردد و در محاسبه سختی و مقاومت جانبی سازه از وجود مهاربندهای فشاری صرفنظر می‌شود و مهاربندها، به‌صورت عضو کششی طراحی می‌گردند. در حالت دوم، رعایت ضوابط مندرج در بندهای 6-2 و 12-2-5، برای اعضای مهاربند الزامی نمی‌باشد.

12-4 اتصالات مهاربندها

12-4-1- نیروی طراحی

saze118.com

اتصالات مهاربندها، باید بر اساس ضوابط مندرج در بند 11-4-1 طراحی شود. در این ضوابط، نیروی طراحی کششی یا فشاری اتصال، لزومی ندارد که از نیروهای به‌دست آمده از ترکیب بارهای بند 4-3، با دو برابر نمودن نیروهای حاصل از زلزله تشدید یافته Ω_0 و یا حداکثر نیرویی که از طرف سیستم به مهاربند اعمال می‌شود، بزرگ-تر در نظر گرفته شود.

12-4-2- مسیر انتقال نیروی مهاربند به گره اتصال

رعایت مفاد بند 11-4-3 الزامی است.

12-5 تیرها

تیرها باید براساس ترکیب بارهای بند 4-2 و 4-2 طراحی شوند؛ همچنین باید با مندرجات بندهای 11-5-1و11-5-2 مطابقت داشته باشند. در این بند، رعایت نسبت عرض به ضخامت اجزای مقطع تیر، مطابق با قسمت 3 از بند 11-5-2 الزامی نیست و رعایت ضوابط ارایه شده در جدول 1 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، کافی می‌باشد.

12-6 ستون‌ها و وصله ستون‌ها

ستون‌ها و وصله ستون‌ها در قاب‌های مهاربندی شده همگرای معمولی باید مطابق با ضوابط مندرج در بند 6 این مجموعه باشند و همچنین شرایط زیر را برآورده نمایند:

1- براساس نیروهای محوری و برشی و لنگرهای خمشی حاصل از ترکیب بارهای بند 4-2 و 4-3 طراحی شوند.

2- درصورتی‌که مقطع ستون از دو یا چند نیمرخ تشکیل شده باشد، رعایت ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، برای مقاطع ساخته شده که تحت اثر نیروی فشاری قرار می‌گیرند، کافی می‌باشد.

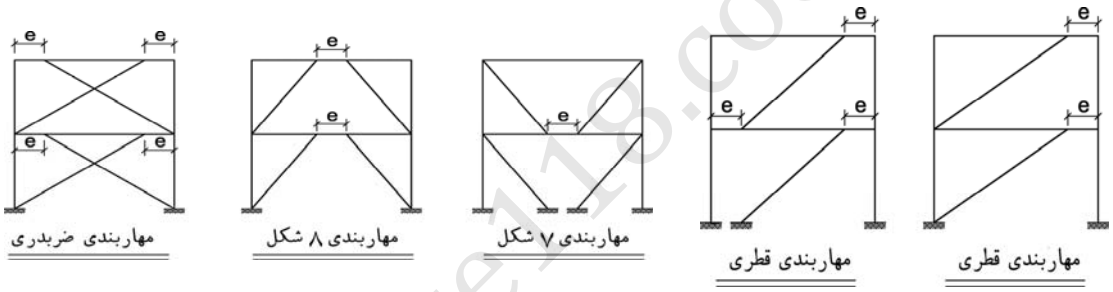
SAZE118.COM

فصل سیزدهم ؛ الزامات قاب‌های مهاربندی شده واگرا

13-1 ملاحظات کلی

قاب‌های مهاربندی شده واگرا، قاب‌هایی هستند که در آنها، مهاربندها در هر دهانه، با فاصله کمی از یکدیگر روی محور طولی تیر و یا با فاصله کمی از گره اتصال تیر به ستون، به تیر متصل می‌شوند. در این سازه‌ها، رفتار جانبی لرزه‌ای سازه، ترکیبی از عملکرد خمشی- برشی تیرها و ستون‌های دهانه مهاربندی شده و عملکرد کششی- فشاری مهاربندها می‌باشد.

از قاب‌های مهاربندی شده واگرا، انتظار می‌رود که در ناحیه شکل پذیر تیر پیوند، تغییرشکلهای غیرارتجاعی بزرگی داشته باشند. در تیرهای پیوند با طول کوتاه، مؤلفه شکل پذیر تلاش برشی و در تیرهای پیوند با طول بلند، مؤلفه شکل پذیر تلاش خمشی است. برای دستیابی به شرایط شکل‌پذیر در نظر گرفته شده برای تیر پیوند، لازم است ضمن رعایت الزامات ویژه تیر پیوند، قسمت‌هایی از تیر دهانه مهاربندی شده که خارج از تیر پیوند قرار دارند، ستون‌های طرفین دهانه مهاربندی و مهاربندها و کلیه اتصالات دهانه مهاربندی، طوری طراحی شوند که عموماً در محدوده الاستیک باقی بمانند. اتصال تیرهای پیوند کناری - که در مجاورت ستون قرار دارند – به ستون، می‌تواند به صورت مفصلی و یا گیردار، باشد؛ که در نوع با اتصال گیردار، از تیر پیوند انتظار شکل‌پذیری بیشتری می‌رود. شکل‌های مختلف قاب‌های مهاربندی شده واگرا در شکل 13-1 آمده است.



انواع مختلف قاب‌های مهاربندی شده واگرا

استفاده از سایر انواع قاب‌های مهاربندی شده واگرا، چنانچه مبتنی بر مدارک فنی معتبر و مورد قبول مراجع فنی کشور باشد، مانعی ندارد.

در ساختمانهای دارای 5 یا تعداد بیشتری طبقه، مهاربندهای طبقه آخر را می توان بدون تغییر در ضریب رفتار سازه باربر جانبی لرزه‌ای R، به‌صورت مهاربند همگرای ویژه و یا مهاربند همگرای معمولی طراحی نمود.

13-2 مدل‌سازی و تحلیل قاب

در مدل تحلیلی به‌کار رفته در این قاب‌ها، تغییرشکل‌های برشی باید در نظر گرفته شود. اتصالات دو انتهای مهاربند، باید متناسب با جزییات طراحی آنها، در مدل تحلیلی به‌صورت مفصلی یا گیردار منظور گردد.

در مدل تحلیلی سازه، طول تیر پیوند میانی، فاصله بین نقاط تقاطع محور طولی تیر و محور طولی مهاربندها و طول تیر پیوند کناری، فاصله بین نقطه تقاطع محور مهاربند و محور تیر تا بر ستون در نظر گرفته می‌شود. در تیر پیوند کناری با اتصال

saze118.com

مفصلی، طول تیر پیوند، فاصله بین نقطه تقاطع محور مهاربند و محور تیر تا بر تقویت کننده کناری و در تیر پیوند کناری با اتصال گیردار، این طول مطابق شکل زیر منظور می‌گردد و با e' نشان داده می شود. در جزییات در نظر گرفته شده برای اتصال مهاربند به تیر، فاصله آزاد بین دو ورق اتصال مهاربند، در تیر پیوند میانی و فاصله آزاد بین ورق اتصال مهاربند به تیر و بر ستون، در تیر پیوند با اتصال مفصلی و فاصله آزاد بین ورق اتصال مهاربند به تیر و بر تقویت کننده کناری، در تیر پیوند کناری با اتصال گیردار؛ مطابق شکل زیر منظور می‌شود و با e مشخص می گردد و نباید کمتر از مقدار e' بکار رود. مقادیر e و e' در شکل زیر مشخص گردیده است.

به‌عنوان حداقل کلیه اعضای سازه باید قادر به تحمل نیروها و تلاشهای حاصل از ترکیب بارهای 4-2 باشد و همچنین رعایت ضوابط تغییر مکان نسبی طبقات مطابق تبصره 2 بند 4-1 این مجموعه الزامی است.

13-3 الزامات عمومی تیرهای دهانه مهاربندی شده

تیرهای دهانه مهاربندی شده در سیستم‌های باربر جانبی مهاربندی شده واگرا، می‌توانند از نیمرخ‌های نورد شده یا ساخته شده از ورق، که دارای جان و بال ساخته شده از فولادهای یکسان یا متفاوت می‌باشند، به کار روند. این تیرها متشکل از 2 ناحیه می باشند:

1- ناحیه تیر پیوند

2- ناحیه خارج از تیر پیوند

اتصال مهاربندهای واگرا به تیر و یا به گره اتصال تیر به ستون، می‌تواند به صورت گیردار یا مفصلی باشد. تیر دهانه مهاربندی شده، اعم از تیر پیوند و تیر (یا تیرهای) خارج از ناحیه تیر پیوند، باید برای نیروهای محوری – خمشی و برشی ناشی از بارگذاری ثقلی و زلزله، به صورت تیر ستون طراحی شوند. در صورتی‌که مدل تحلیلی به دلیل وجود دیافراگم کف، نتواند نیروهای محوری تیر را محاسبه نماید، نیروهای داخلی باید به صورت مستقیم، با به کارگیری معادلات تعادل تعیین شوند.

چنانچه دیافراگم از طریق اتصالات برشی مناسب، به تیر دهانه مهاربندی شده متصل شده باشد، تیر پیوند و تیر ناحیه خارج از تیر پیوند، در موضع اتصال به دیافراگم، به صورت مهارشده جانبی تلقی می‌گردد. لیکن در طراحی تیر پیوند برای نیروهای محوری، خمشی و برشی، مشارکت بتن منظور نمی‌گردد.

13-4 تیر پیوند

13-4-1- محدودیت‌ها

تیر پیوند در مهاربندهای 7 و 8 شکل واگرا، در قسمت میانی تیر دهانه مهاربندی شده و در مهاربندهای قطری و ضربدری واگرا، در انتهای تیر دهانه مهاربندی شده قرار دارد. اتصال بال به جان باید در سرتاسر طول تیر دهانه مهاربندی شده واگرا پیوسته باشد و نسبت عرض به ضخامت اجزای مقطع تیر پیوند، ضوابط داده شده در جدول بند 3-6 را برآورده نماید. در طول تیر دهانه مهاربندی شده، باید تکیه‌گاه جانبی کافی وجود داشته باشد. تعبیه هرگونه سوراخ متوالی یا سوراخ دسترسی در جان و بال تیر مجاز نمی‌باشد.

در تیر پیوند، از اعمال هر گونه تغییر ناگهانی در بال مقطع و جان تیر خودداری گردد. جان تیر در تیر پیوند باید از یک ورق واحد تشکیل شده باشد. علاوه بر آن، وصله اجزای تیر، به صورت مستقیم جوشی یا غیرمستقیم جوشی یا پیچی، در طول تیر پیوند مجاز نمی باشد.

saze118.com

13-4-2- برش تیر پیوند

تنش برشی ایجاد شده در جان تیر ناحیه پیوند، f_v ، از تقسیم نیروی برشی بر A_w بدست می‌آید. این تنش برشی باید از تنش مجاز برشی به‌دست آمده از بندهای الف یا ب کمتر باشد:

الف- برای $\frac{f_a}{0/6F_y} \le 0/15$ تنش مجاز برشی برابر است با مقدار کمتر بین دو مقدار $\frac{2M_p}{1/67eA_w}$ و $0/4\ F_y$

ب - برای $\frac{f_a}{0/6F_y} > 0/15$ تنش مجاز برشی برابر، F_r، است با مقدار کمتر بین دو مقدار $\frac{V_p}{1/67A_w}\sqrt{1-\left(\frac{f_a}{0/6F_y}\right)^2}$ و

$$\frac{2\times 1/18M_p\left(1-\frac{f_a}{0/6F_y}\right)}{1/67eA_w}$$

در این حالت، طول تیر پیوند باید شرایط زیر را برآورده نماید:

اگر $\eta \ge 0/3$ $\quad e \le (1/15-0/5\eta)\frac{1/6M_p}{V_p}$

اگر $\eta < 0/3$ $\quad e \le \frac{1/6M_p}{V_p}$

ضمناً اتصال بال به جان تیر پیوند، باید به صورت پیوسته، برای برش به دست آمده از مقدار کمتر بین دو مقدار $V_G+\frac{2/2R_yM_p}{1/5e}$ و $0/4F_y(1/25R_y)A_w$ و طراحی گردد.

در روابط فوق:

A_w : سطح مقطع خالص جان در تیر پیوند که برابر است با: $(d_b-2t_f)\,t_w$

f_v و f_a : تنش برشی موجود و تنش محوری موجود به دست آمده از ترکیب بارهای بند 2-4 در تیر پیوند

F_v : تنش مجاز برشی در تیر پیوند

M_p : لنگر پلاستیک تیر پیوند که برابر است با Z_pF_y

Z_p : مدول پلاستیک تیر پیوند

e : طول تیر پیوند

V_p: برش پلاستیک تیر پیوند که برابر است با $0/6\ F_yA_w$

η: $\frac{f_a}{f_v}$

A_g : سطح مقطع کل تیر پیوند

V_G : برش ایجاد شده در تیر پیوند در اثر بارهای ثقلی

13-4-3- زاویه چرخش غیرارتجاعی مجاز تیر پیوند، γ_p

زاویه چرخش غیرارتجاعی تیر پیوند، زاویه بین امتداد محورهای طولی تیر پیوند و تیر ناحیه خارج از تیر پیوند، در وضعیت تغییرشکل یافته سازه، با حداکثر جابجایی نسبی طبقه می‌باشد. مقدار این زاویه، بر حسب رادیان، باید شرایط زیر را برآورده نماید:

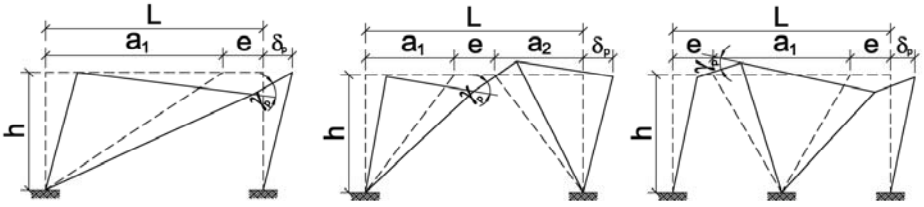
1- در صورتی‌که $e \le 1/6\frac{M_p}{V_p}$ باشد، $\quad \gamma_p \le 0/08$

SAZE118.COM

2- در صورتی‌که $e \geq ۲/۶\frac{M_p}{V_p}$ باشد، $\gamma_p \leq ۰/۰۲$

3- در صورتی‌که $۱/۶\frac{M_p}{V_p} < e < ۲/۶\frac{M_p}{V_p}$ باشد، $\gamma_p \leq ۰/۰۴\left(۴/۴ - ۱/۵e\frac{V_p}{M_p}\right)$

مقدار γ_p از همسازی بین تغییرمکان‌های تیر پیوند و تغییرمکان جانبی نسبی طبقه، در وضعیت تغییرشکل یافته سازه به‌دست می‌آید و مقدار آن برای انواع قاب‌های مهاربندی شده و واگرا، به‌صورت زیر است:



$\gamma_p = \frac{a_1 + e}{eh}\delta_p = \frac{L}{eh}\delta_p$ $\gamma_p = \frac{a_1 + a_2 + e}{eh}\delta_p = \frac{L}{eh}\delta_p$ $\gamma_p = \frac{a_1 + 2e}{2eh}\delta_p = \frac{L}{2eh}\delta_p$

δ_p مقدار حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی طبقه است که از تغییرمکان جانبی نسبی حاصل از بارهای طراحی در $0/7R$ به دست می آید.

13-4-4- اتصال تیر پیوند به ستون

اتصال تیر پیوند کناری به ستون، چنانچه از نوع گیردار باشد، باید قادر به تحمل حداکثر چرخش تیر پیوند، مطابق بند 13-3-3 باشد. برای این منظور، در محل اتصال تیر به ستون، باید از تقویت کنندهایی برای جلوگیری از تسلیم تیر در این ناحیه استفاده گردد. طول تیر پیوند در این حالت، باید فاصله بین انتهای تیر پیوند تا بر تقویت کننده در نظر گرفته شود. همچنین در این حالت، طول تیر پیوند نباید از $۱/۶\frac{M_p}{V_p}$ بزرگتر شود. ناحیه تقویت شده تیر باید براساس حداکثر نیروهای ایجاد شده در تراز سرویس در تیر پیوند طراحی شود. برای این منظور، این اتصال باید برای برش به دست آمده از مقدار کمتر بین دو مقدار $V_G + \frac{۲/۲R_y M_p}{۱/۵e}$ و $۰/۴F_y(۱/۲۵R_y)A_w$ و نیز لنگر خمشی بدست آمده از حداقل دو مقدار زیر طراحی گردد.

$$\frac{۰/۴\times۱/۲۵R_yF_yA_w(e+۳l_s)}{۲}$$

$$\left[\left(V_G + \frac{۲/۲R_yM_p}{۱/۶۷e}\right)l_s + \frac{۱/۱R_yM_p}{۱/۶۷}\right]$$

جزییات این اتصال باید مانند یکی از اتصالات از پیش تأیید صلاحیت شده برای قابهای خمشی ویژه انتخاب گردد.

SAZE118.COM

13-4-5- تقویت کننده‌های عرضی تیر پیوند

تقویت کننده‌های عرضی انتهایی: در دو انتهای محل اتصال مهاربند به تیر در تیرهای پیوند میانی و در انتهای محل اتصال مهاربند به تیر و انتهای محل تقویت اتصال تیر به ستون در تیرهای پیوند کناری، یک جفت تقویت کننده عرضی، در تمام عمق جان و در دو طرف آن باید تعبیه گردد. عرض هر کدام از این تقویت کننده‌ها نباید، از $\left(\frac{b_f}{2}-t_w\right)$ و ضخامت آنها نباید از $0/75\ t_w$ و یک سانتیمتر، کمتر باشد. t_w ضخامت جان تیر پیوند است.

تقویت کننده‌های عرضی میانی: در تیرهای پیوند، حدفاصل دو تقویت‌کننده انتهایی، باید تقویت کننده‌های میانی به صورت زیر به کار برده شوند:

1- برای تیرهای پیوند که در آنها $e \le \frac{1/6M_p}{V_p}$، فاصله تقویت‌کننده‌های عرضی میانی، a، باید روابط زیر را برآورده نماید:

برای γ_p برابر 0/08 رادیان $\quad a \le \left(30t_w - \frac{d_b}{5}\right)$

برای γ_p بزرگ‌تر یا مساوی 0/02 رادیان $\quad a \le \left(52t_w - \frac{d_b}{5}\right)$

برای $0/02 \le \gamma_p \le 0/08$ رادیان $\quad a \le (60-367\gamma_p)\,t_w - \frac{d_b}{5}$

2- برای تیرهای پیوند که در آنها $1/6\frac{M_p}{V_p} < e < 2/6\frac{M_p}{V_p}$، در جان تیر پیوند، به فاصله یک و نیم برابر عرض بال تیر، از هر یک از تقویت کننده‌های عرضی انتهایی، یک تقویت کننده عرضی میانی قرار داده شود.

برای تیرهای پیوند که در آنها $1/6\frac{M_p}{V_p} < e < \frac{2/6M_p}{V_p}$، فاصله تقویت کننده‌های عرضی میانی، باید شرایط 1 و 2 را برآورده نماید.

برای تیرهای پیوند که در آنها $e > \frac{5M_p}{V_p}$، لزومی به تعبیه تقویت کننده عرضی میانی نمی‌باشد.

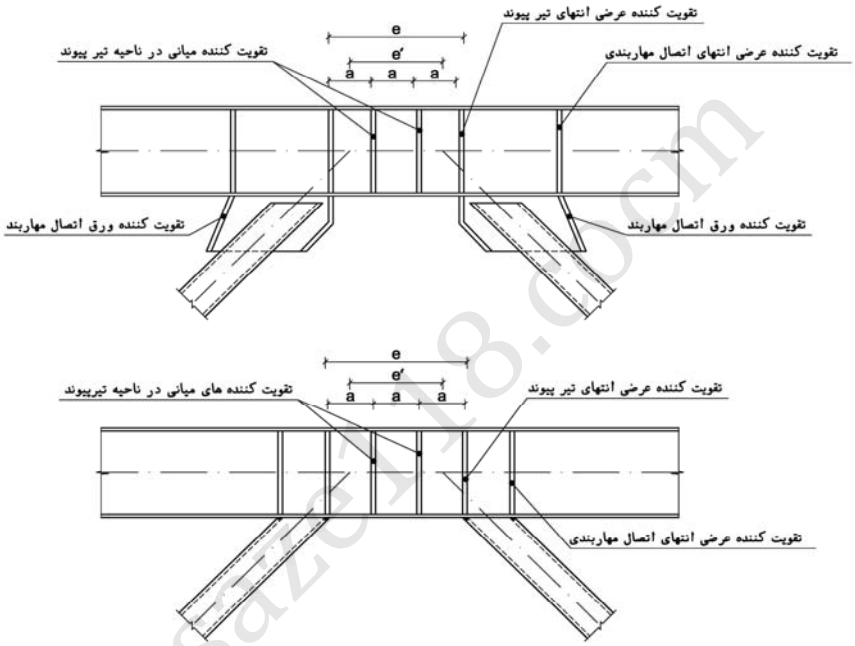
مشخصات هندسی تقویت کننده‌های عرضی میانی: برای تیرهای پیوندی که عمق آنها کمتر از 63/5 سانتیمتر باشد، تقویت‌کننده‌های عرضی میانی فقط لازم است در یک طرف جان تیر پیوند به‌کار برده شوند. در غیراین‌صورت، تقویت کننده‌های عرضی میانی باید به‌صورت جفت، در دو طرف جان تیر پیوند تعبیه گردند.

عرض هر کدام از تقویت کننده‌ها در هر طرف جان، نباید از $\left(\frac{b_f}{2}-t_w\right)$ و ضخامت آنها، نباید از t_w و یک سانتیمتر کمتر باشد.

اتصال تقویت کننده‌های عرضی انتهایی و میانی به بال و جان تیر پیوند: اتصال تقویت کننده‌های عرضی به جان و هر یک از بال‌های تیر پیوند، باید توسط جوش گوشه برقرار شود و به ترتیب برای نیروی $\frac{A_{st}F_y}{1/67}$ و $\frac{A_{st}F_y}{4(1/67)}$ طراحی گردد، A_{st}، سطح مقطع عرضی هر یک از تقویت کننده های عرضی می باشد.

SAZE118.COM

تقویت‌کننده‌های عرضی و معرفی هندسه تیر پیوند کناری



تقویت‌کننده‌های عرضی و معرفی هندسه تیر پیوند میانی

13-4-6- مهارجانبی تیر پیوند

در دو انتهای هر دو بال تیر پیوند، باید مهارهای جانبی تعبیه شود، این مهارها باید دارای سختی کافی بوده، قادر به تحمل نیرویی حداقل به اندازه $\frac{0.06R_y b_f t_f F_y}{1.67}$ به‌صورت کششی و یا فشاری باشند. این مهارها می توانند به تقویت‌کننده‌های عرضی انتهایی متصل شوند. در این صورت، تقویت‌کننده انتهایی و جوش اتصال آن به بال و جان تیر پیوند، باید برای تحمل نیروی اضافی فوق طراحی گردد.

13-5 تیر ناحیه خارج از تیر پیوند

SAZE118.COM

13-5-1- نیروهای طراحی

تیرهای ناحیه خارج از تیر پیوند، باید براساس ترکیب بارهای بند 4-4 طراحی گردند. در این ترکیب بارها، مقدار E_{exp} از حداکثر برش مورد انتظار ایجاد شونده در ناحیه تیر پیوند به‌دست می‌آید. با در نظر گرفتن تعادل، این برش و لنگرهای حاصل از آن، باعث ایجاد برش، لنگر و نیروی محوری در تیرهای ناحیه خارج از تیر پیوند می‌شوند. در این محاسبات، C_p برابر با $\frac{۱/۱}{R_y}$ فرض می‌گردد. مقادیر برش و لنگر در دو انتهای تیر پیوند از روابط زیر به دست می آید:

1- برای $\frac{f_a}{۰/۶Fy} \le ۰/۱۵$

$(V_{exp})_{link}$ برابر است با مقدار کمتر بین دو مقدار $\frac{۲M_p}{e} \pm V_G\left(\frac{F.S.}{R_y C_p}\right)$ و $(۰/۶F_y)A_w$.

چنانچه $(V_{exp})_{link}$ برابر با $(0/6F_y)A_w$ باشد، تیر پیوند، تیر پیوند برشی است و لنگر انتهایی آن، $(M_{exp})_{link}$، برابر است با $\frac{e}{۲} \pm \frac{W_G e^۲}{۴}\left(\frac{F.S.}{RyC_p}\right)$. $(V_{exp})_{link}$، w_G، شدت بار گسترده خطی ناشی از بارهای ثقلی می باشد.

در صورتی‌که $(V_{exp})_{link}$ برابر با $\frac{۲M_p}{e} \pm V_G\left(\frac{F.S.}{R_y C_p}\right)$ باشد، تیر پیوند، تیر پیوند خمشی است و لنگر انتهایی آن، $(M_{exp})_{link}$، برابر است با : M_p

2- برای $\frac{f_a}{۰/۶Fy} > ۰/۱۵$

$(V_{exp})_{link}$ برابر است با مقدار کمتر بین دو مقدار

$\frac{۲\times۱/۱۸M_p\left(۱-\frac{f_a}{۰/۶F_y}\right)}{e} \pm V_G\left(\frac{F.S.}{R_y C_p}\right)$ و $\left(۰/۶F_y\sqrt{۱-\left(\frac{f_a}{۰/۶F_y}\right)^۲}\right)A_w$ چنانچه $(V_{exp})_{link}$

برابر با $\left(۰/۶F_y\sqrt{۱-\left(\frac{f_a}{۰/۶F_y}\right)^۲}\right)A_w$ باشد، تیر پیوند، تیر پیوند برشی است و لنگر انتهایی آن، $(M_{exp})_{link}$، برابراست با $w_G \frac{e^۲}{۴}\left(\frac{F.S.}{R_y C_p}\right) \pm \frac{e}{۲}(V_{exp})$.

درصورتی‌که $(V_{exp})_{link}$ برابر با $\frac{۲\times۱/۱۸M_p\left(۱-\frac{f_a}{۰/۶F_y}\right)}{e} \pm V_G\left(\frac{F.S.}{R_y C_p}\right)$ باشد، تیر پیوند، تیر پیوند خمشی است و لنگرهای انتهایی، آن $(M_{exp})_{link}$، برابر است با $۱/۱۸M_p\left(۱-\frac{f_a}{۰/۶F_y}\right)$

جهت تحلیل سازه و به دست آوردن نیروهای طراحی حاصل از ترکیب بارهای 4-4، می‌توان از مدل ارایه شده در بند 13-7 استفاده کرد.

saze118.com

علامت مثبت – منفی، برای لحاظ نمودن علامت لنگر یا برش بارهای ثقلی، در سمت چپ یا راست تیر پیوند در نظر گرفته شده است.

13-5-2- مهارجانبی تیر

مقطع تیر در خارج از ناحیه تیر پیوند باید به صورت فشرده باشد. برای این منظور، ضمن رعایت محدودیت‌های عرض به ضخامت اجزای مقطع و پیوسته بودن اتصال جان و بال، در مکان‌هایی که محاسبات نشان می دهد، بال-های بالایی و پایینی تیر باید به صورت جانبی مهار شوند. این مهارها باید دارای سختی جانبی کافی باشند و طوری طراحی شوند که قادر به تحمل نیروی جانبی حداقل برابر با $\frac{۰/۰۲F_y b_f t_f}{۱/۶۷}$ باشند.

13-5-3- اتصال تیر ناحیه خارج از تیر پیوند به ستون

چنانچه اتصال تیر ناحیه خارج از تیر و پیوند به ستون، به صورت گیردار باشد، لازم است براساس ضوابط مربوط به اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی معمولی طراحی گردد. چنانچه اتصال تیر به ستون به صورت مفصلی باشد، این اتصال باید علاوه بر تحمل 1/1 برابر نیروهای طراحی تیر، به منظور ایجاد قید جانبی پیچشی انتهایی برای تیر، قادر به تحمل لنگر پیچشی‌ای برابر با $۰/۰۲\frac{F_y b_f t_f}{۱/۶۷d_b}$ باشد.

13-5-4- اتصال بال به جان تیر ناحیه خارج از تیر پیوند

اتصال بال به جان این نیز باید به صورت پیوسته بوده، براساس حداکثر برش از ایجاد تیر شونده شده در تیر طراحی گردد.

13-6 طراحی مهاربندها

13-6-1- نیروی طراحی

مهاربندها باید براساس نیروها و تلاش‌های به دست آمده از ترکیب بارهای 4-4 طراحی گردند. در این ترکیب بارها، مقدار E_{exp} نظیر حداکثر برش مورد انتظار ایجاد شده در تیر پیوند می‌باشد. با در نظر گرفتن تعادل، این برش و لنگرهای حاصل از آن، باعث ایجاد نیروی محوری در مهاربندهای دارای اتصال ساده به تیر یا به گره اتصال پای مهاربند و یا باعث ایجاد نیروی محوری، لنگر خمشی و نیروی برشی در مهاربندهای دارای اتصال گیردار به تیر یا به گره اتصال پای مهاربند می‌شوند. در این محاسبات، C_p برابر با 1/25 فرض می‌گردد. مقادیر برش و لنگر در دو انتهای تیر پیوند، از روابط ارایه شده در قسمت 13-5-1 تعیین می‌شود.

جهت تحلیل سازه و به دست آوردن نیروهای طراحی حاصل از ترکیب بارهای بند 4-4، می‌توان از مدل ارایه شده در بند 13-8 استفاده کرد.

13-6-2- جزییات مهاربندها

محدودیت‌ها و جزییات به کار رفته در مهاربندهای واگرا، باید مطابق ضوابط مربوط به مهاربندهای همگرای معمولی در بندهای 12-1-2 تا 12-1-5 باشد.

SAZE118.COM

13-6-3- اتصالات مهاربندها

چنانچه اتصالات مهاربندها به صورت مفصلی در نظر گرفته شود، اجزای اتصال باید قادر به تحمل نیروهای به دست آمده در بند 11-4-1 باشند.

چنانچه اتصال مهاربندها به تیر، به صورت گیردار باشد، علاوه بر رعایت بند 11-4-1، اجزای اتصال باید قادر به تحمل نیروهای محوری و برشی و لنگرهای ایجاد شده در محل اتصال مهاربند به تیر گره اتصال تیر به ستون، در اثر ترکیب بارهای 4-4، مطابق با بند 13-6-1 باشند.

13-6-4- مسیر انتقال نیروی مهاربند در گره اتصال

مطابق بند 11-4-3 فراهم شود.

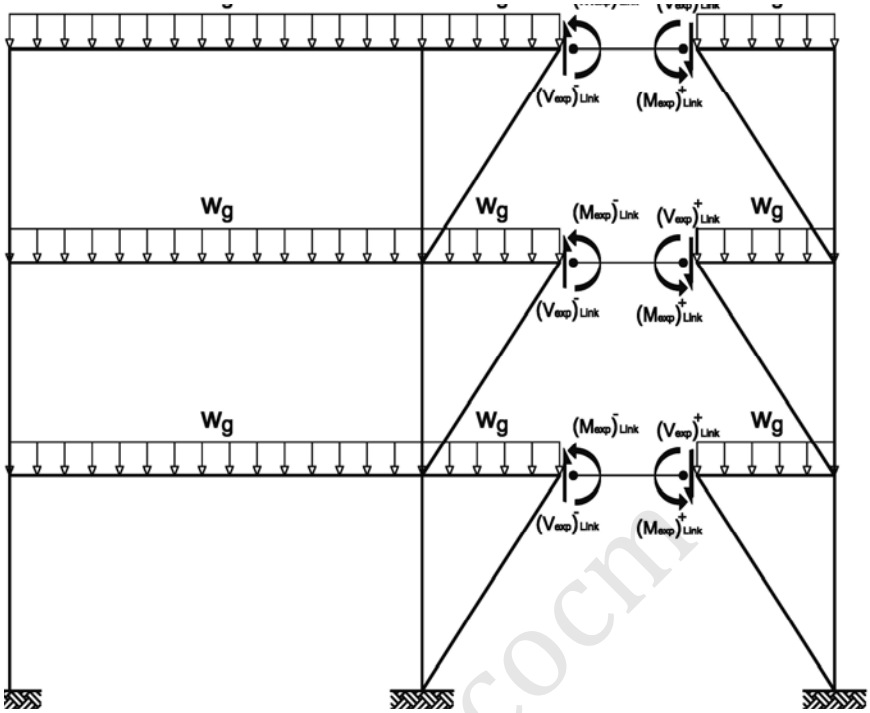
13-7 طراحی ستون‌ها و وصله ستون‌ها

ستون‌ها، وصله ستون‌ها و اتصالات پای ستون باید مطابق با بندهای 6-4 تا 6-7 طراحی شوند. همچنین ستون‌ها، وصله ستون‌ها و اتصالات آنها، باید براساس نیروها و تلاش‌های به دست آمده از ترکیب بارهای بند 4-4 طراحی گردند. در این ترکیب بارها E_{exp} نظیر حداکثر برش ایجاد شده در ناحیه تیر پیوند می باشد. با در نظر گرفتن تعادل، این برش و لنگرهای حاصل از آن، باعث ایجاد نیروی محوری، نیروی برشی و لنگر خمشی در ستون می شود. در این محاسبات، C_p برابر با 1/1 فرض می گردد. جهت تحلیل سازه و به دست آوردن نیروهای طراحی حاصل از ترکیب بارهای 4-4 می‌توان از مدل ارایه شده در بند 12-8 استفاده کرد.

13-8 تعیین نیروهای طراحی اعضای ناحیه خارج از تیر پیوند

برای تحلیل سازه و بدست آوردن نیروهای مورد انتظار ایجاد شونده در تیر ناحیه خارج از تیر پیوند، مهاربندها و ستون‌ها؛ می‌توان از روش ارایه شده در این بند استفاده کرد. طبق بندهای 13-5، 13-6 و 13-7، برش‌ها و لنگرهای ایجاد شده، حداکثر برش ایجاد شده در ناحیه تیر پیوند محاسبه گردیده‌اند. در مدل تحلیلی، عکس‌العمل این برش‌ها و لنگرها، در ابتدا و انتهای تیر پیوند در نظر گرفته می‌شود و برای حفظ تعادل و یکپارچگی، به جای تیر پیوند، یک عضو رابط که فقط نیروی محوری تحمل می‌کند، جای‌گزین می‌شود. به‌جز در تیر پیوند، در سایر اعضای سازه، از جمله تیر ناحیه خارج از تیر پیوند، باید بار ثقلی گسترده یا متمرکز موجود اعمال گردد.

saze118.com



تعیین نیروهای طراحی اعضای ناحیه خارج از تیر پیوند

saze118.com

SAZE118.COM

14-1 ملاحظات کلی

در این مجموعه، منظور از سیستم دوگانه، ترکیب سیستم قاب خمشی با سیستم قاب مهاربندی شده است. ترکیب‌هایی که در این مجموعه قابل کاربرد دانسته شده است، عبارتند از:

- قاب خمشی ویژه + قاب مهاربندی شده همگرای ویژه
- قاب خمشی ویژه + قاب مهاربندی شده همگرای معمولی
- قاب خمشی ویژه + قاب مهاربندی شده واگرا
- قاب خمشی متوسط + قاب مهاربندی شده همگرای ویژه
- قاب خمشی متوسط + قاب مهاربندی شده همگرای معمولی

در کلیه موارد فوق، هر یک از دوسیستم باربر جانبی تشکیل‌دهنده سیستم دوگانه، باید بتواند به تنهایی، حداقل 25 درصد نیروی جانبی زلزله را، در حضور بار ثقلی، درمحدوده تغییرمکان‌های نسبی مجاز تحمل کند و در ترکیب، به نسبت سختی در تحمل نیروهای جانبی زلزله مشارکت نمایند .

در سیستم‌های دوگانه، سیستم قاب خمشی و سیستم قاب مهاربندی شده، می‌توانند در محورها یا دهانه‌های جدا از هم و یا به‌صورت مختلط، به صورت زیر به‌کار برده شوند:

- سیستم قاب خمشی در تعدادی از محورها و سیستم قاب مهاربندی شده در سایر محورها
- سیستم قاب خمشی در تعدادی از دهانه‌های هر محور و سیستم قاب مهاربندی شده در سایر دهانه‌های این محور
- سیستم قاب خمشی که در تعدادی از دهانه‌های آن مهاربندی اجرا شده باشد.

در سیستم‌های دوگانه که از هر دو سیستم باربر جانبی لرزه‌ای تشکیل‌دهنده آنها، انتظار رفتار غیرارتجاعی می‌رود؛ ترتیب رفتار شکل‌پذیر در اعضای سیستم دوگانه، متأثر از سختی، مقاومت و مشخصات هندسی هر یک از دو سیستم تشکیل‌دهنده است. از این رو، الزامات ارایه شده در این فصل، برای هر ترکیبی از سیستم‌ها، در برگیرنده الزامات مربوط به هر دو سیستم می‌باشد.

در طراحی سیستم‌های دوگانه، باید ضوابط طراحی لرزه‌ای هر دوسیستم باربر جانبی تشکیل‌دهنده، به ترتیبی که در زیر می‌آید، در نظر گرفته شود.

14-2 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده همگرای ویژه

اجزای تشکیل دهنده این سیستم، باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر اعضا، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود. ناحیه شکل‌پذیر در این سیستم بارجانبی، شامل دو مورد زیر است:

- مفصل پلاستیک ایجاد شونده در دو سر تیرهای قاب خمشی ویژه، با مؤلفه شکل‌پذیر خمش
- ناحیه تغییرشکل غیرارتجاعی کششی؛ در مهاربندی‌های تحت کشش، با مؤلفه شکل‌پذیر نیروی محوری کششی و مفصل پلاستیک در دو سر و وسط عضو؛ در مهاربندهای تحت فشار، با مؤلفه شکل‌پذیر نیروی محوری فشاری.

کلیه اعضای سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه و قاب مهاربندی شده همگرای ویژه، باید شرایط کلی بندهای 8-1 و 11-1 را برآورده سازند.

SAZE118.COM

14-2-1- تیرها

- تیرهای واقع در دهانه‌های قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-7 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده، در بخش قاب مهاربندی شده همگرای ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 11-5 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که مهاربندی هم شده اند، باید ضوابط بند 8-7 و 11-5 را، هم زمان برآورده نمایند؛ با این تفاوت که در این تیرها، محل تشکیل مفصل پلاستیک، باید به فاصله کمی از بر ورق اتصال مهاربند، در نظر گرفته شود.
- سایر تیرها، باید ضوابط مربوط به تیرها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقطع فشرده لرزه‌ای برای تیرهای خمشی ویژه و تیرهای دهانه مهاربندی شده همگرای ویژه 7 و 8 شکل برآورده نمایند.

14-2-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون

- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-8 را برآورده نمایند. ستون‌های این بخش، باید نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر را، مطابق بند 8-6 پاسخگو باشند.
- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب مهاربندی شده ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 11-6 را برآورده نمایند.
- ستون‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که در دوطرف دهانه مهاربندی شده قرار می‌گیرند، باید شرایط سخت گیرانه‌تر ضوابط بندهای 8-6 و 8-8 و 11-6 را، به صورت هم‌زمان برآورده کنند.
- سایر ستون‌ها، باید علاوه بر ضوابط بند 8-6، ضوابط مربوط به ستون‌ها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقاطع فشرده لرزه‌ای برای ستون‌های قاب خمشی ویژه و ستون‌های دوطرف دهانه مهاربندی شده همگرای ویژه برآورده نمایند.

14-2-3- مهاربندها

اعضای مهاربند، باید ضوابط بندهای 11-2 و 11-3 را برآورده نمایند.

14-2-4- اتصالات

- اتصالات تیر به ستون در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-3 را برآورده نمایند. چشمه اتصال و ورق‌های پیوستگی نیز، باید به ترتیب بر اساس بندهای 8-4 و 8-5 کنترل و طراحی شوند.
- اتصالات مهاربندها باید ضوابط بند 11-4 را برآورده نمایند. مسیر انتقال نیروهای مهاربند به مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گرا اتصال که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهند؛ باید مطابق شرایط بند 11-4-3 فراهم شود.

saze118.com

14-3 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده همگرای معمولی

اجزای تشکیل‌دهنده این سیستم، باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر تیرها، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه و مهاربندها، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی اندک ایجاد شود. ناحیه شکل‌پذیر اعضا در این سیستم، تنها مفصل پلاستیک در سر تیرهای بخش قاب خمشی ویژه می‌باشد.

کلیه اعضای سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه و قاب مهاربندی شده همگرای معمولی، باید شرایط کلی بندهای 8-1 و 12-1 را برآورده سازند.

14-3-1- تیرها

- تیرهای واقع در دهانه‌های قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-7 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده، در بخش قاب مهاربندی شده همگرای معمولی سازه دوگانه، که عضو قاب خمشی ویژه نباشند باید ضوابط بند 12-5 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که مهاربندی هم شده‌اند، باید ضوابط بند 8-7 و 12-5 را، هم زمان برآورده نمایند؛ با این تفاوت که در این تیرها، محل تشکیل مفصل پلاستیک، باید به فاصله کمی از بر ورق اتصال مهاربند، در نظر گرفته شود.
- سایر تیرها، باید ضوابط مربوط به تیرها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقطع فشرده لرزه‌ای برای تیرهای قاب خمشی ویژه برآورده نمایند.

14-3-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون

- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-8 را برآورده نمایند. ستون‌های این بخش، باید نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر را، مطابق بند 8-6 پاسخگو باشند.
- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب مهاربندی شده همگرای معمولی سازه دوگانه، باید ضوابط بند 12-6 را برآورده نمایند.
- ستون‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که در دوطرف دهانه مهاربندی شده قرار می‌گیرند، باید شرایط سخت گیرانه‌تر ضوابط بندهای 8-6 و 8-8 و 12-6 را، به صورت هم زمان برآورده کنند.
- سایر ستون‌ها، باید علاوه بر ضوابط بند 8-6، ضوابط مربوط به ستون‌ها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، برآورده نمایند.

14-3-3- مهاربندها

اعضای مهاربند، باید ضوابط بندهای 12-2 و 12-3 را برآورده نمایند.

14-3-4- اتصالات

- اتصالات تیر به ستون در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-3 را برآورده نمایند. چشمه اتصال و ورق‌های پیوستگی نیز، باید به ترتیب، بر اساس بندهای 8-4 و 8-5، کنترل و طراحی شوند.
- اتصالات مهاربندها باید ضوابط بند 12-4 را برآورده نمایند. مسیر انتقال نیروهای مهاربند بر مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گره اتصال که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهنده باید مطابق شرایط بند 11-4-3 فراهم شود.

SAZE118.COM

14-4 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده واگرا

اجزای تشکیل‌دهنده این سیستم، باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر اعضا تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود. ناحیه شکل پذیر در این سیستم باربر جانبی، شامل سه مورد زیر است:

- ناحیه تغییر شکل غیرارتجاعی برشی، با مؤلفه شکل‌پذیر نیروی برشی؛ در تیر پیوندهای کوتاه
- مفصل پلاستیک ایجاد شونده در دو سر تیر آن دهانه‌هایی از سیستم قاب خمشی ویژه که مهاربندی نشده‌اند.
- مفصل پلاستیک ایجاد شونده در دو سر تیر، با مؤلفه شکل‌پذیر خمش؛ در تیر پیوند بلند

کلیه اعضای سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه و قاب مهاربندی شده واگرا، باید شرایط کلی بندهای 8-1و13-1 را برآورده سازند.

14-4-1- مدل سازی و تحلیل

در مدل سازی و تحلیل سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی ویژه با قاب مهاربندی شده واگرا، باید ملاحظات بند 13-2 در نظرگرفته شود.

14-4-2- تیرها

- تیرهای واقع در دهانه‌های قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-7 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده، در بخش قاب مهاربندی شده واگرای سازه دوگانه، باید ضوابط بندهای 13-3، 13-4 و 13-5 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که مهاربندی هم شده‌اند، باید تنها ضوابط بندهای 13-3، 13-4، 13-5 را برآورده کنند.
- سایر تیرها، باید ضوابط مربوط به تیرها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقطع فشرده لرزه‌ای برای تیرهای قاب خمشی ویژه، برآورده نمایند.

14-4-3- ستون‌ها و وصله‌های ستون

- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-8 را برآورده نمایند. ستون‌های این بخش، باید نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر را، مطابق بند 8-6 پاسخگو باشند.
- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب مهاربندی شده واگرا، باید ضوابط بندهای 13-7 و13-8 را برآورده نمایند. بند 13-8، برای تعیین نیروهای طراحی سایر اعضای ناحیه خارج از تیر پیوند نیز باید به‌کار برده شود.
- ستون‌هایی از قاب خمشی ویژه، که در سیستم قاب مهاربندی شده واگرا هم مشارکت دارند، باید بر اساس شرایط سخت گیرانه‌تر، بین ضوابط بندهای 8-8 و13-7 و13-8 طرح شوند.

14-4-4- مهاربندها

اعضای مهاربند، باید ضوابط بند 13-6 را برآورده نمایند. مسیر انتقال نیروهای مهاربند به مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گره اتصال، که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهند، باید مطابق شرایط 11-4-3 فراهم شود.

14-4-5- اتصالات

saze118.com

- اتصالات تیر به ستون، در بخش قاب خمشی ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 8-3 را برآورده نمایند. چشمه اتصال و ورق‌های پیوستگی نیز، باید به ترتیب بر اساس بندهای 8-4 و 8-5، کنترل و طراحی شوند.

14-5 سیستم دوگانه ترکیب قاب خشمی متوسط با قاب مهاربندی شده همگرای ویژه

اجزای تشکیل‌دهنده این سیستم، باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر مهاربندهای قاب مهاربندی شده همگرای ویژه، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی قابل ملاحظه و در دو سر تیرهای قاب خمشی متوسط، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدودی ایجاد شود. ناحیه شکل‌پذیر در این سیستم بارجانبی، شامل دو مورد زیر است:

- مفصل پلاستیک ایجاد شونده در دو سر تیرهای قاب خمشی متوسط، با مؤلفه شکل‌پذیر خمش
- ناحیه تغییرشکل غیرارتجاعی کششی؛ در مهاربندی‌های تحت کشش، با مؤلفه شکل‌پذیر نیروی محوری کششی و مفصل پلاستیک در دو سر و وسط عضو؛ در مهاربندهای تحت فشار، با مؤلفه شکل‌پذیر نیروی محوری فشاری.

کلیه اعضای سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی متوسط و قاب مهاربندی شده همگرای ویژه، باید شرایط کلی بندهای 9-1 و 11-1 را برآورده سازند.

14-5-1- تیرها

- تیرهای واقع در دهانه‌های قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9-6 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده، در بخش قاب مهاربندی شده همگرای ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 11-5 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌هایی از بخش قاب خمشی متوسط، که مهاربندی هم شده اند، باید ضوابط بند 9-6 و11-5 را، هم زمان برآورده نمایند؛ با این تفاوت که در این تیرها، محل تشکیل مفصل پلاستیک، می‌تواند از بر ورق اتصال مهاربند، در نظر گرفته شود.
- سایر تیرها، باید ضوابط مربوط به تیرها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقطع فشرده لرزه‌ای برای تیرهای دهانه مهاربندی شده همگرای ویژه 7و8 شکل برآورده نمایند.

14-5-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون

- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9-7 را برآورده نمایند.
- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب مهاربندی شده ویژه سازه دوگانه، باید ضوابط بند 11-6 را برآورده نمایند.
- ستون‌هایی از بخش قاب خمشی متوسط، که در دوطرف دهانه مهاربندی شده قرار می‌گیرند، باید شرایط سخت گیرانه‌تر ضوابط بندهای 9- 7 و 11-6 را، به صورت هم زمان برآورده کنند.
- سایر ستون‌ها، باید علاوه بر ضوابط بند 6-8، ضوابط مربوط به ستون‌ها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، با رعایت ضوابط مقاطع فشرده لرزه‌ای برای ستون‌های دوطرف دهانه مهاربندی شده همگرای ویژه برآورده نمایند.

14-5-3- مهاربندها

اعضای مهاربند، باید ضوابط بندهای 11-2 و 11-3 را برآورده نمایند.

SAZE118.COM

14-5-4- اتصالات

- اتصالات تیر به ستون در بخش قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9-3 را برآورده نمایند. چشمه اتصال و ورق‌های پیوستگی نیز، باید به ترتیب بر اساس بندهای 9-4 و 9-5 کنترل و طراحی شوند.
- اتصالات مهاربندها باید ضوابط بند 11-4 را برآورده نمایند. مسیر انتقال نیروهای مهاربند به مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گرا اتصال که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهند؛ باید مطابق شرایط بند 11-4-3 فراهم شود.

14-6 سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی متوسط با قاب مهاربندی شده همگرای معمولی

اجزای تشکیل‌دهنده این سیستم، باید چنان طراحی و جزییات‌بندی شوند که در اثر نیروی زلزله، در ناحیه شکل‌پذیر تیرها، تغییرشکل‌های غیرارتجاعی محدودی ایجاد شود. ناحیه شکل‌پذیر اعضا در این سیستم، تنها مفصل پلاستیک در سر تیرهای بخش قاب خمشی متوسط می‌باشد.

کلیه اعضای سیستم دوگانه ترکیب قاب خمشی متوسط و قاب مهاربندی شده همگرای معمولی، باید شرایط کلی بندهای 9-1 و 12-1 را برآورده سازند.

14-6-1- تیرها

- تیرهای واقع در دهانه‌های قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9-6 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌های مهاربندی شده، در بخش قاب مهاربندی شده همگرای معمولی سازه دوگانه، که عضو قاب خمشی متوسط نباشند باید ضوابط بند 12-5 را برآورده نمایند.
- تیرهای دهانه‌هایی از بخش قاب خمشی متوسط، که مهاربندی هم شده‌اند، باید ضوابط بند 9-6 و 12-5 را، هم زمان برآورده نمایند؛ با این تفاوت که در این تیرها، محل تشکیل مفصل پلاستیک، می‌تواند از بر ورق اتصال مهاربند، در نظر گرفته شود.
- سایر تیرها، باید ضوابط مربوط به تیرها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، برآورده نمایند.

14-6-2- ستون‌ها و وصله‌های ستون

- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9- 7 و 12-6 را برآورده نمایند.
- ستون‌ها و وصله‌های ستون واقع در بخش قاب مهاربندی شده همگرای معمولی سازه دوگانه، باید ضوابط بند 12-6 را برآورده نمایند.
- ستون‌هایی از بخش قاب خمشی ویژه، که در دوطرف دهانه مهاربندی شده قرار می‌گیرند، باید شرایط سخت گیرنه‌تر ضوابط بندهای 9-7 را، به صورت هم زمان برآورده کنند.
- سایر ستون‌ها، باید علاوه بر ضوابط بند 6-8، ضوابط مربوط به ستون‌ها، در مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران را، برآورده نمایند.

saze118.com

14-6-3- مهاربندها

اعضای مهاربند، باید ضوابط بندهای 12-2 و 12-3 را برآورده نمایند.

14-6-4- اتصالات

- اتصالات تیر به ستون در بخش قاب خمشی متوسط سازه دوگانه، باید ضوابط بند 9-3 را برآورده نمایند. چشمه اتصال و ورق‌های پیوستگی نیز، باید به ترتیب، بر اساس بندهای 9-4 و 9-5، کنترل و طراحی شوند.
- اتصالات مهاربندها باید ضوابط بند 12-4 را برآورده نمایند. مسیر انتقال نیروهای مهاربند بر مقطع آن دسته از اعضای متصل شونده در گره اتصال که باید این نیرو را تحمل کنند و سپس انتقال دهنده باید مطابق شرایط بند 11-4-3 فراهم شود.

saze118.cocm

SAZE118.COM

در ساخت و نصب سازه‌های فولادی که بارهای جانبی لرزه‌ای را تحمل می‌نمایند، علاوه بر فراهم نمودن شرایط ساخت و نصب و کنترل کار مطابق بند10-2 مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران، برنامه دایمی و مستمر کنترل کیفیت[1](QC) ، باید در طول عملیات تهیه، ساخت، حمل و نصب، توسط پیمانکار طوری انجام گیرد که به شرایط تضمین کیفیت[2](QA) برای سازه فولادی منتهی گردد. مجموعه عملیات فوق، "نظام‌نامه تضمین کیفیت" نامیده می‌شود و شامل موارد زیر است:

15-1 مسؤولین انجام آزمایش‌های غیرمخرب جوش (**NDT**[3]) و بازرسی کار

انجام بازرسی کار، شامل بازرسی‌های چشمی‌جوش، انجام آزمایش‌های غیرمخرب جوش؛ همچنین بازرسی اتصالات پیچی، کلیه بازرسی‌های ابعادی و تعیین هم‌خوانی ساخت با مدارک فنی طرح، باید براساس دستورالعمل‌های فنی بازرسی مصوب، توسط افرادی صورت گیرد که صلاحیت آنها، از جانب مراجع مسؤول مورد تأیید قرار گرفته باشد.

15-2 مدارک فنی پیمانکار

مدارک فنی زیر باید قبل از هرگونه عملیات ساخت و یا نصب، برای بررسی و تأیید توسط طراح یا مرجع کنترل طرح تهیه و ارایه گردد.

الف - نقشه های کارگاهی ساخت

ب – نقشه های نصب

ج – مشخصات فنی روند جوشکاری (WPS)

حین تهیه نقشه‌های کارگاهی و اجرا و نصب سازه، هرگونه تغییر در ابعاد شامل کوچک یا بزرگ نمودن ابعاد نیمرخ‌ها یا ورق‌ها و ابعاد و اندازه اتصالات و تغییر در موقعیت و شکل جزییات، نسبت به نقشه‌های طراحی، می‌تواند شرایط حاکم بر طراحی لرزه‌ای را به مخاطره اندازد. حتی بالا بردن ظرفیت اجزا نیز، لزوماً در جهت اطمینان نمی‌باشد. لذا هرگونه تغییر در نقشه‌ها و مشخصات فنی، باید با نظر و تأیید طراح صورت گیرد و در شناسنامه فنی پروژه ثبت شود.

علاوه بر آن، مدارک فنی زیر یا مدارک دیگری که به صورت موردی مشخص شده باشد، باید پیش از عملیات ساخت و نصب، توسط پیمانکار تهیه شود تا در صورت درخواست طراح و یا مرجع کنترل طرح، به آنها ارایه گردد.

- گزارش‌های آزمایش مصالح فولادی، پیچ ها، گل‌میخ‌ها و مصالح جوش
- روش‌های بازرسی کار
- روند پذیرش یا عدم پذیرش در ساخت و نصب، توسط بازرسان کنترل کیفیت (QC) پیمانکار
- روش‌های بازرسی هم‌خوانی مشخصات فنی مصالح ساخت با مدارک طرح
- روش‌های اجرای اتصالات پیچی
- شناسنامه تأیید صلاحیت جوشکاران، که شامل آزمایش‌های تأیید صلاحیت آنها باشد
- مدارک و مشخصات فنی کارخانه‌های سازنده مصالح پایه به کار رفته در جوشکاری و پیچ

1. QC = Quality Control
2. QA = Quality Assurance
3. Non Destructive Test

SAZE118.COM

- شناسنامه تأیید صلاحیت بازرسان کنترل کیفیت (QC) پیمانکار

15-3 مدارک عامل تضمین کیفیت

عامل تضمین کیفیت، باید مدارک زیر را به طراح یا مراجع کنترل طرح ارایه نماید.

الف- دستورالعمل‌های مکتوب برای بازبینی و کنترل عملیات، که دربرگیرنده موارد زیر باشد:

1- روش انتخاب و مدیریت متصدیان بازرسی که در آن شیوه های آموزش، کسب مهارت و تأیید صلاحیت بازرسان گفته شده باشد.

2- روش‌های بازرسی که شامل بازرسی عمومی، بازرسی مشخصات فنی مصالح و بازرسی چشمی جوش می باشد.

ب- سطوح مهارت و توانایی متصدیان تضمین کیفیت (QA) که برای پروژه در نظر گرفته شده‌اند.

ج- شناسنامه تأیید صلاحیت بازرسان و مسؤولین انجام آزمایش‌های غیرمخرب (NDT)

د- روش‌های آزمایش‌های غیرمخرب و شناسنامه مربوط به‌تنظیم ابزار و دستگاه‌های به کار رفته برای پروژه

هـ- گزارش‌های بازرسی روزانه یا هفتگی

و- گزارش‌های عدم همخوانی بین قسمت‌های ساخته شده، با مشخصات طرح

15-4 نقاط تحت بازرسی و تناوب بازرسی

نوع و نحوه مستندسازی نقاط تحت بازرسی و تناوب بازرسی، باید مطابق ترتیبی که درجدول‌های بازرسی داده شده است، انجام گیرد. فعالیت های مشخصی که در ستون‌های جدول‌های زیر آمده است، شامل موارد زیر می شود:

بازدید چشمی

در این فعالیت، انجام بازرسی چشمی به صورت مستمر و روزانه صورت می‌گیرد.

بازرسی مرحله‌ای : فعالیتی است که در آن، انجام بازرسی باید در پایان هر مرحله و قبل از شروع مرحله بعد صورت گیرد.

چنانچه اجرای یک فعالیت مستلزم انجام بازرسی در هر دو بخش کنترل کیفیت (QC) و تضمین کیفیت (QA) باشد، انجام این بازرسی می تواند توسط یکی از دو بخش صورت گیرد. در حالتی که انجام بازرسی توسط QC انجام می‌شود، کسب مجوز از طراح یا مرجع کنترل طرح الزامی است.

تهیه گزارش

در این فعالیت، بازرس موظف به تهیه گزارش مربوط به همخوانی کار انجام شده با مدارک طرح می باشد. این گزارش لزومی ندارد که حاوی اطلاعات جزیی، از قبیل پارامترهای WPS، ابعاد و اندازه ها و میزان رواداری‌ها باشد و کافی است حاوی شرح همخوانی کلی مشخصات آنها با مشخصات فنی طرح، در حدود مجاز تعیین شده باشد. قطعات بازبینی شده در کارخانه و یا کارگاه ساخت، باید شماره گذاری شده، با ذکر شماره در گزارش آورده شوند. علاوه بر آن، برای قطعاتی که در محل ساخته می شوند، مشخصات مربوط به مکان قرارگیری آنها مانند محور و طبقه ای که قطعه در آن واقع شده است، باید مشخص گردد. فعالیت‌هایی که مطابق با مدارک پیمان انجام نشده باشند و یا فعالیت‌هایی که عدم همخوانی آنها به صورت مناسبی اصلاح گردیده باشد، در هر صورت باید در گزارش بازرسی آورده شوند.

15-5 بازرسی چشمی جوش

بازرسی چشمی جوش باید به عنوان اصلی ترین روش مورد استفاده برای تایید همخوانی روش‌ها، ویژگی‌های مصالح و اجرا، با مشخصات فنی مصوب پروژه، در نظر گرفته شود. به عنوان یک حداقل، انجام بازرسی ها و نوع بازرسی باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

saze118.com

فعالیت های بازرسی چشمی قبل از جوشکاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
شناسایی مصالح (نوع و درجه)	✓			✓		
آماده سازی برای جوش شیاری (شامل هندسه درز)						
– آماده سازی موضع اتصال						
– ابعاد (تنظیم، ریشه درز، پیشانی در محل ریشه، پخ‌ها)		✓*			✓*	
– پرداخت (شرایط سطوح قطعات فولادی)						
– خال‌جوش (کیفیت و موقعیت)						
– نوع پشت‌بند و نحوه قرارگیری (درصورت وجود)						
آماده سازی برای جوش گوشه						
– ابعاد (تنظیم، فاصله در ریشه)		✓*			✓*	
– پرداخت (شرایط سطوح قطعات فولادی)						
– خال‌جوش (کیفیت و موقعیت)						

- پس از انجام حداقل 10 مورد جوش توسط یک جوشکار، چنانچه جوشکار نشان دهد که از الزامات فوق آگاهی کامل دارد و دارای مهارت کافی و ابزار مناسب برای رعایت ضوابط می باشد، می‌توان «بازرسی مرحله ای» را به «بازدید چشمی» تغییر داد. لیکن اگر بازرس تشخیص دهد که کیفیت انجام کار جوشکار تنزل پیدا کرده است، باید سطح بازرسی را مجدداً از «بازدید چشمی» به «بازرسی مرحله ای» برگرداند.

فعالیت های بازرسی چشمی حین عملیات جوشکاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
دنبال نمودن مشخصات فنی‌روند جوشکاری (WPS)						
– تنظیم بودن ابزار جوشکاری						
– سرعت حرکت						
– مصالح جوشکاری انتخاب شده						
– نوع گاز محافظ یا تغییرات جریان	✓			✓		
– اعمال پیش گرمایش						
– برقراری درجه حرارت بین عبورهای متوالی (حداقل/حداکثر)						
– موقعیت صحیح (مستوی F، قائم V، افقی H، بالای سر OH)						

saze118.com

– اجتناب از اختلاط فلز جوشکاری مگر آنکه مورد تایید باشد		
استفاده از جوشکار ماهر	✓	✓
بازرسی و نگهداری مصالح جوشکاری – بسته بندی – در معرض هوا بودن	✓	✓
شرایط محیطی – سرعت باد در محدوده های مجاز	✓	✓
– درجه حرارت و در معرض بارندگی بودن		
روش‌های جوشکاری – تمیز کردن بین خطوط عبور و نهایی – سطح تمام شده هر خط عبور	✓	✓
– تأمین الزامات کیفی در هر خط عبور عدم ایجاد ترک در خال‌جوش‌ها حین جوشکاری	✓	✓

فعالیت های بازرسی چشمی پس از عملیات جوشکاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
تمیز بودن مواضع جوشکاری شده	✓			✓		
حک نمودن واضح مشخصات جوشکار	✓			✓		
تأیید اندازه، طول و موقعیت جوش	✓			✓		
بازرسی چشمی جوش‌ها با معیارهای قبولی – جلوگیری از ایجاد ترک – نفوذ جوش – سطح مقطع حفره شده – اندازه جوش – گودافتادگی – تخلخل		✓	✓		✓	✓
محل جوش‌های گوشه تقویتی		✓	✓		✓	✓

6-15 آزمایش‌های غیرمخرب **(NDT)** جوش‌ها

الف- روش ها

- آزمایش فراصوت(UT) ؛ باید مطابق روش ارایه شده در مقررات جوشکاری انجام گیرد.
- آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) ؛ باید مطابق روشهای ارایه شده در مقررات جوشکاری انجام گیرد.

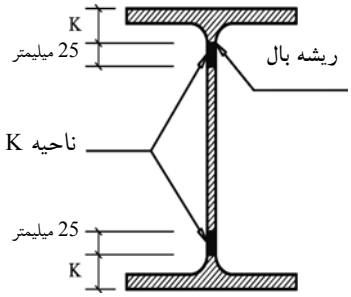
SAZE118.COM

ب- آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) مورد نیاز

در مواضع زیر انجام آزمایش‌های غیرمخرب (NDT) الزامی می باشد:

1- نواحی "K"، ریشه بال به جان

چنانچه جوشکاری ورقهای پیوستگی و تقویت کننده‌ها، در نواحی "K" ریشه بال به جان انجام شود، پس از جوشکاری، جان باید برای وجود ترک‌های احتمالی، توسط آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) مورد بازرسی قرار گیرد.



محل نواحی "K"، ریشه بال به جان

2- بازرسی توسط آزمایش ذرات مغناطیسی (MT)، در فلز اصلی، در محدوده 75 میلیمتر از ناحیه جوش انجام می‌گیرد.

3- جوش‌های نفوذی کامل (CJP)[1]

آزمایش فراصوت (UT) باید برروی 100 درصد جوش‌های نفوذی کاملی که ضخامت آنها از 8 میلیمتر بیشتر باشد، انجام است. انجام آزمایش فراصوت (UT) برروی جوش‌های نفوذی کامل، با ضخامت کمتر از 8 میلیمتر الزامی نمی‌باشد. علاوه بر آن، انجام آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) برروی 25 درصد از جوش‌های نفوذی کامل اتصالات تیر به ستون الزامی می باشد.

4- جداشدگی بین‌لایه‌ای فلز پایه

5- پس از تکمیل جوشکاری اتصالات سپری شکل و گوشه ای، ورق‌های با ضخامت بیش از 38 میلیمتر که از جانب اتصال با جوش نفوذی کامل به ورق با ضخامت 19 میلیمتر یا بیشتر، تحت اثر کشش عمود بر ضخامت خود قرار می‌گیرند؛ باید برای تعیین وجود یا عدم وجود ناپیوستگی، در پشت و در مجاورت جوش‌ها، مورد آزمایش فراصوت (UT) قرار گیرند.

میزان پذیرش یا عدم پذیرش ناپیوستگی، بر طبق مقررات جوشکاری خواهد بود.

5- نواحی بریده شده بال تیر و سوراخ‌های دسترسی

در محل اتصالات و وصله‌های جوشی، در نواحی با گاز بریده شده بال تیرهای نورد شده با ضخامت بیش از 38 میلیمتر و یا محل‌های تعبیه سوراخ‌های دسترسی در جان مقاطع ساخته شده از ورق و با ضخامت بیش از 38 میلیمتر، محل نواحی بریده شده، باید توسط آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) یا آزمایش مایعات نفوذی (PT) مورد بازرسی قرار گیرند.

6- ترمیم مقطع تضعیف شده تیرهای دارای مقطع تضعیف شده (RBS)

saze118.com

در بخش‌های تضعیف شده مقطع این تیرها که در نواحی مفصل پلاستیک واقع شده‌اند و در آنها، ناپیوستگی ها با جوشکاری ترمیم گردیده‌اند- باید جوش های انجام شده مورد آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) قرار گیرند. همچنین، چنانچه شکافهای موجود با سنگ زدن اصلاح شوند، فلز پایه باید مورد آزمایش ذرات مغناطیسی (MT) قرار گیرد.

7- محل‌های جوشکاری شده اضافی که باید برداشته شوند

در انتهای جوش‌هایی‌که قسمتی از آن پس از جوشکاری برداشته می‌شود، به غیراز محلهای جوشکاری شده، سایر بخش‌های مورد نیاز ورق‌های پیوستگی باید موردآزمایش ذرات‌مغناطیسی (MT) قرار گیرند.

8- کاهش میزان آزمایش‌های فراصوت (UT) مورد نیاز

میزان آزمایش‌های فراصوت مورد نیاز، با تأیید مرجع کنترل طراحی یا مراجع اختیاردار قانونی، می‌تواند کاهش داده شود. میزان آزمایش‌های فراصوت مورد نیاز برای یک جوشکار یا راهبر دستگاه جوشکاری، چنانچه نسبت عدم پذیرش جوش‌های مورد آزمایش قرار گرفته وی کمتر از 5 درصد باشد، می تواند 25 درصد کاهش داده شود. برای ارزیابی به منظور کاهش تعداد آزمایش‌های فراصوت، یک مجموعه 40 نمونه ای از کار انجام شده مورد نیاز می باشد. " نسبت عدم پذیرش جوش" عبارت است از تعداد جوش‌های شامل عیوب غیرقابل پذیرش تقسیم بر کل جوش‌های انجام شده. برای ارزیابی نسبت عدم پذیرش یک جوش پیوسته با طول بیش از یک متر، که در آن بعد گلوی مؤثر جوش کوچک‌تر یا مساوی 25 میلیمتر باشد، هر 30 سانتیمتر طول جوش، یک "قطعه جوش" در نظر گرفته می‌شود. چنانچه بعد گلوی مؤثر جوش بزرگ‌تر از 25 میلیمتر باشد، هر 15 سانتیمتر طول جوش یک قطعه جوش به حساب می‌آید.

ج- تهیه گزارش

از نتایج کلیه آزمایش‌های غیرمخرب (NDT)، باید گزارش تهیه شود. برای ساخت‌های کارخانه‌ای، کلیه نقاطی ازجوش که مورد آزمایش غیرمخرب (NDT) قرار می‌گیرند، باید علامت‌گذاری شوند. در جوشکاری‌های انجام شده در محل نصب، گزارش آزمایش‌های غیرمخرب، باید حاوی اطلاعات مربوط به موقعیت جوش آزمایش‌شده در سازه، علامت‌گذاری و موقعیت قطعه باشد.

7-15 بازرس پیچ‌ها

بازرسی چشمی عملیات پیچکاری، باید به عنوان اصلی‌ترین روش برای احراز هم‌خوانی شرایط کیفی روش‌ها، مصالح و اجرای ساختمان‌ها، با مشخصات فنی داده شده برای طرح، در نظر گرفته شود. به عنوان یک حداقل، عملیات بازرسی باید بصورت زیر باشد:

عملیات بازرسی قبل از پیچ‌کاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش

saze118.com

انتخاب صحیح پیچ‌ها برای جزییات اتصال	✓			✓		
انتخاب روش صحیح پیچ‌کاری برای جزییات اتصال	✓			✓		
ساخت صحیح اجزای متصل شونده، شامل شرایط سطوح تماس و سوراخ-کاری، منطبق با الزامات داده شده در دستورالعمل‌های اجرایی	✓			✓		
آزمون تأیید انجام پیش مونتاژ برای مجموعه اتصالات و روش به کاررفته برای آن		✓	✓	✓		✓
انبارکردن‌صحیح پیچ، مهره، واشروسایر اجزای‌اتصال	✓			✓		

عملیات بازرسی حین پیچ‌کاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
مجموعه پیچ و مهره در سوراخها قرار گرفته باشد و واشرها به صورت درست قرار گرفته باشند	✓			✓		
پیچ‌ها تا حد تماس ورق‌ها و آستانه پیش‌تنیدگی سفت شده باشند	✓			✓		
پیچ و مهره از چرخش بازداشته شده باشند	✓			✓		
پیچ‌ها به صورت تدریجی و متقارن، از قسمت صلب اتصال پیچی به قسمت آزاد سفت و پیش‌تنیده شده باشند	✓			✓		

عملیات بازرسی پس از پیچ‌کاری	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
تهیه گزارش درباره اتصالات مورد پذیرش قرار گرفته و یا مورد پذیرش قرار نگرفته		✓	✓		✓	✓

SAZE118.COM

8-15 بازرسی‌های دیگر

به عنوان حداقل، عملیات بازرسی دیگر باید شامل موارد زیر باشد:

فعالیت‌های بازرسی	توسط QC			توسط QA		
	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش	بازرسی چشمی	بازرسی مرحله‌ای	تهیه گزارش
الزامات مقطع تیر کاهش یافته RBS در صورت استفاده - منحنی و سطح تمام شده - رواداری‌های ابعادی		✓	✓		✓	✓
شکل و سطح تمام شده سوراخ‌های دسترسی		✓	✓		✓	✓
سطح تمام شده محل‌هایی که برای جوشکاری گذاشته شده است و پس از اتمام جوشکاری باید برداشته شود		✓	✓		✓	✓
در نواحی مفصل پلاستیک و تیر پیوند اطمینان از عدم وجود سوراخ و اتصالات اضافی به جا مانده توسط پیمانکار		✓	✓		✓	✓

saze118.com