

دانشگاه یزد

دانشکده مهندسی عمران

تغییرات ویرایش پنجم مبحث نهم مقررات ملی ساختمان

مبحث دیوار برشی

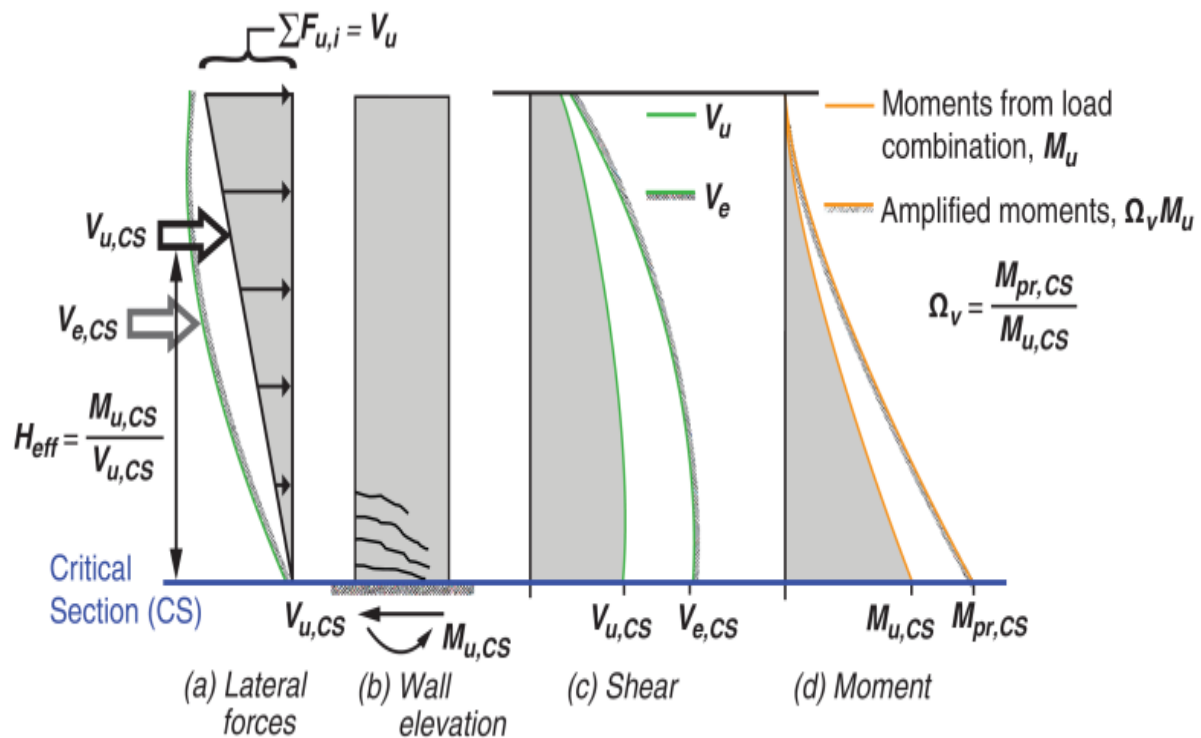
درس: طراحی لرزه ای سازه های بتنی و فولادی

مدرس: دکتر محمدرضا میرجلیلی

تهیه کننده: فاطمه یوسفی

تغییرات دیوار برشی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش پنجم

۱. مقاومت برشی



اگر طرح الاستیک که دیوار را در نظر بگیریم برآیند نیروهای برشی نسبت به پای دیوار یک فاصله ای دارند به نام H_{eff} اگر تشخیص دهیم در این نقطه مفصل های پلاستیک به وجود می آید موقعیت برآیند نیروها کاهش پیدا می کند

اگر لنگر پای دیوار یکسان باشد: (فاصله کوچکتر H_{eff}) $\uparrow v_e \leftarrow v_u * H_{eff} = v_e *$

v_e به دو پارامتر مرتبط است:

۱. اضافه مقاومت مقطع Ω_v

۲. ضریب اثر مورد های بالاتر ω_v

اگر در پای دیوار مفصل پلاستیک تشکیل شود عملاً تاثیر مود یک در تعیین مقدار نیروها کاهش می یابد و تاثیر موهای بالاتر افزایش پیدا می کند که باعث می شود مقدار v_e بزرگتر شود.

۹-۷-۲۰-۹ ضوابط طراحی دیوارهای سازه‌ای در برش

۹-۷-۲۰-۹-۱ در دیوارهای سازه‌ای V_u از تحلیل سازه زیر اثر بارهای ضریب‌دار قائم و جانبی ناشی از زلزله، و با توجه به ترکیب‌های ضریب‌دار این بارها به دست می‌آید.

۹-۷-۲۰-۹-۱-۱ نیروی برشی طرح V_e مطابق زیر محاسبه می‌شود:

$$V_e = \Omega_v \omega_v V_u \leq 3V_u \quad (۹-۲۰-۹-۱۸)$$

در این رابطه V_u نیروی برشی است که از تحلیل سازه بر اساس میحث ششم مقررات ملی ساختمان به دست می‌آید. Ω_v ضریب اضافه مقاومت است که بر اساس جدول ۹-۲۰-۴ تعیین می‌شود.

جدول ۹-۲۰-۴ ضریب اضافه مقاومت Ω_v در مقطع بحرانی

هندسه‌ی دیوار	Ω_v
$h_{wcs}/l_w > 1.50$	بیش‌ترین مقدار M_{pr}/M_u و 1.50 در ترکیب باری که بزرگ‌ترین Ω_v را حاصل نماید.
$h_{wcs}/l_w \leq 1.50$	1.0

در صورتی که $h_{wcs}/l_w < 2$ باشد، مقدار ω_v را می‌توان برابر ۱/۰ فرض نمود. در غیر این

صورت ω_v از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\omega_v = 0.9 + \frac{n_s}{10} \quad - \quad \text{اگر } n_s \leq 6 \text{ باشد:}$$

$$\omega_v = 1.3 + \frac{n_s}{30} \leq 1.80 \quad - \quad \text{اگر } n_s > 6 \text{ باشد:}$$

برای ساختمان‌هایی که در آن‌ها n_s بزرگتر از ۶ است در صورتیکه محاسبات سازه با روش دینامیکی خطی انجام شده باشد نیازی نیست مقدار ω_v بیشتر از مقداری که از رابطه زیر به دست می‌آید منظور شود.

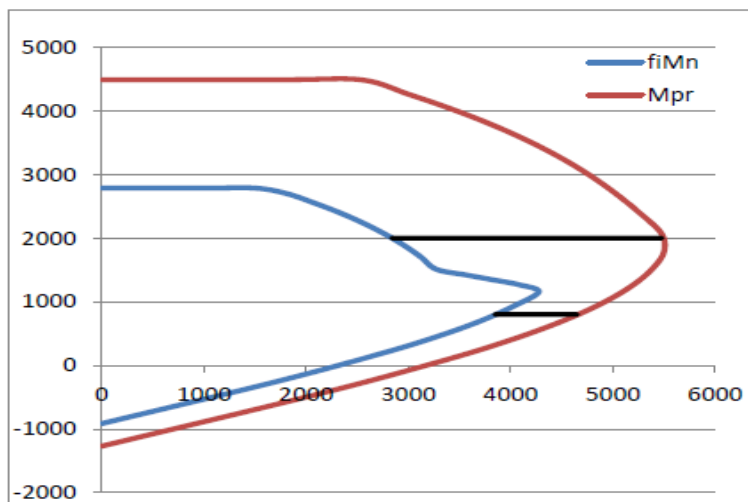
$$\omega_v = 1.20 + \frac{n_s}{50} \leq 1.80$$

مقدار n_s نباید کم‌تر از $0.00028h_{wcs}$ منظور شود. (h_{wcs} بر حسب میلیمتر است)

$$ACI318 - 14 \rightarrow V_u \leq \phi V_n, \phi = 0.6$$

$$ACI318 - 19, \text{مبحث نهم (99)} \rightarrow V_e \leq \phi V_n \rightarrow \Omega_v * \omega_v * V_u \leq \phi V_n, \phi = 0.75 \rightarrow V_u \leq \frac{0.75 V_n}{\Omega_v * \omega_v}$$

P_u (ton)	$M_{pr}/\phi M_n$	$D/C=M_u/\phi M_n$		ω_v	$V_e = \Omega_v \omega_v V_u$		$\phi V_n(98) / \phi V_n(92)$		ETABS	
		0.97	0.9						$\phi(\text{seismic})$	
		$\Omega_v = M_{pr}/M_u$								
800	1.21	1.25	1.34	1.8	2.25	2.41	1.8	1.93	0.33	0.31
2000	1.93	1.99	2.15	1.8	3.00	3.00	2.4	2.4	0.25	0.25

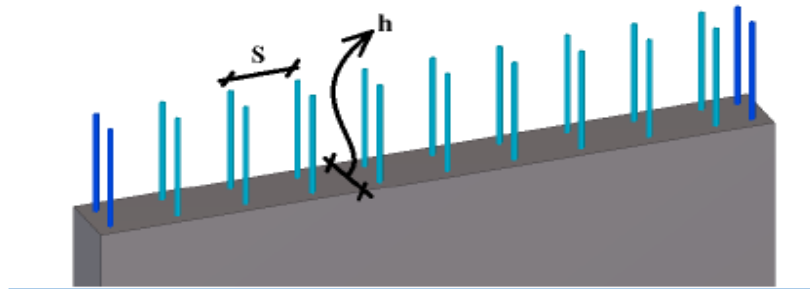


P_u (ton)	$D/C=M_u/\phi M_n$		
	1.0	0.97	0.9
	$\Omega_v = M_{pr}/M_u$		
800	1.21	1.25	1.34
2000	1.93	1.99	2.15

۲. میلگرد گذاری

فاصله میلگردها

در رابطه با حداکثر فاصله میلگردها بین مبحث نهم ویرایش پنجم با ACI318-19 اختلاف نظر است:



۹-۲۰-۷-۳-۲ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیش‌تر از ۳۵۰ میلی متر اختیار شود. میلگردهایی که از آن‌ها برای تامین V_n استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و در سطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.

CHAPTER 11—WALLS

11.7—Reinforcement detailing

11.7.2 Spacing of longitudinal reinforcement

11.7.2.1 Spacing s of longitudinal bars in cast-in-place walls shall not exceed the lesser of $3h$ and 450 mm. If shear reinforcement is required for in-plane strength, spacing of longitudinal reinforcement shall not exceed $\ell_n/3$.

حداکثر درصد میلگرد قائم در المان مرزی

با توجه به بند زیر از مبحث نهم ویرایش ۱۳۹۲ درصد میلگرد در دیوار نباید بیش از ۴ درصد باشد و با توجه به اینکه این درصد در محل وصله نیز باید رعایت شود، در صورت استفاده از وصله پوشش‌ی عملا این مقدار به ۲ درصد کاهش می‌یابد.

۹-۲۰-۴-۳-۲ نسبت میلگرد قائم در هیچ ناحیه از طول دیوار نباید از چهار درصد بیشتر باشد.

ولی در مبحث نهم ویرایش ۱۳۹۹ و ACI318-19 مشابه به این بند وجود ندارد و محدودیت آیین نامه ای برای حداکثر درصد میلگرد قائم وجود ندارد ولی توصیه می‌شود مشابه ستون به ۶ درصد (در محل وصله ۳ درصد) محدود شود

حداقل درصد میلگرد قائم در المان مرزی

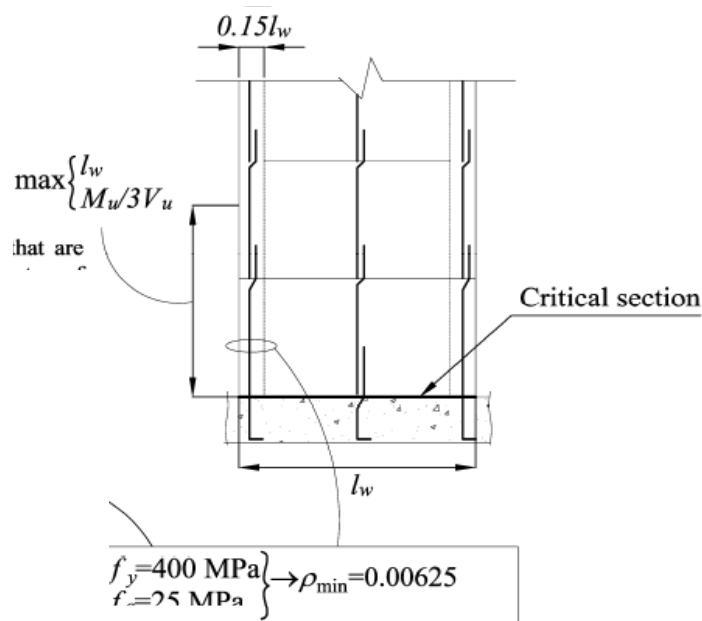
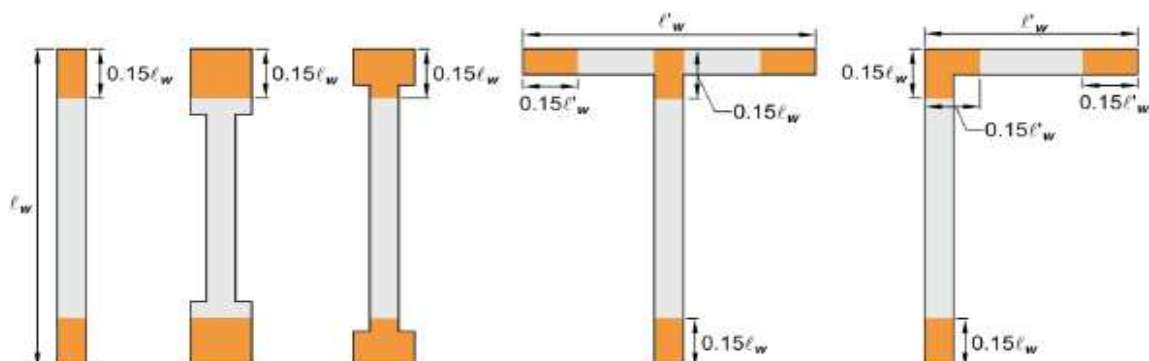
۹-۲۰-۷-۳-۵ دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آن‌ها نسبت $\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از پایین سازه تا بالای دیوار به طور موثر ادامه دارند، و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها یک مقطع بحرانی برای خمش و بارهای محوری موجود باشد، باید دارای آرماتورهای طولی در دو انتهای قطعه‌ی قائم دیوار بوده و شرایط (الف) تا (ت) در آن‌ها رعایت شوند:

الف- درصد حداقل آرماتورهای طولی در ناحیه‌ای در هر انتهای دیوار به طول $0.15l_w$ و عرضی

برابر با ضخامت دیوار، برابر $\frac{0.50\sqrt{f'_c}}{f_y}$ باشد.

ب- آرماتورهای طولی مورد نیاز بر اساس بند (الف) باید به اندازه‌ی حداقل l_w و یا $\frac{M_u}{3V_u}$ در بالا و پایین مقطع بحرانی دیوار ادامه داشته باشند.

پ- نباید بیش‌تر از ۵۰٪ آرماتورهای مورد نیاز در بند (الف) در یک مقطع قطع شوند.

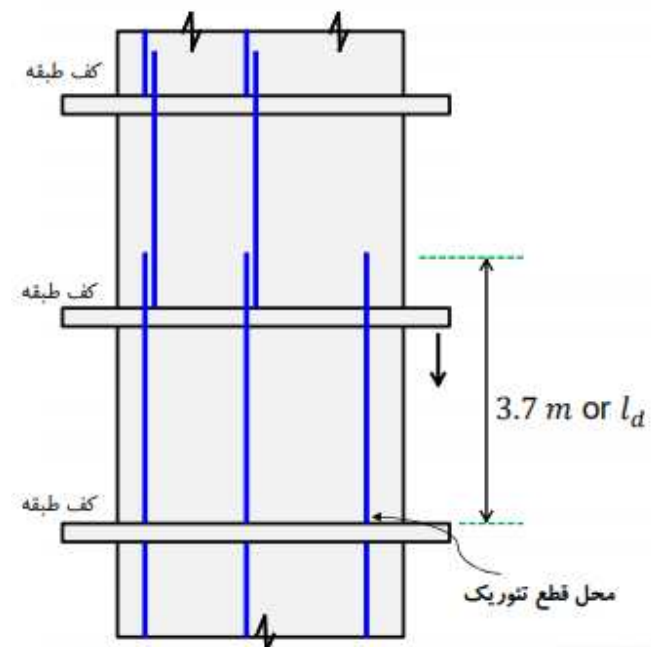


محل قطع عملی میلگرد قائم دیوار

۴-۳-۷-۲۰-۹ میلگردها در دیوارهای سازمائی باید به گونه‌ای وصله یا مهار شوند که مطابق بندهای ۳-۲۱-۹ و ۴-۲۱-۹ و موارد (الف) تا (پ) این بند، در آنها امکان ایجاد تنش کششی تسلیم، f_y به وجود آید:

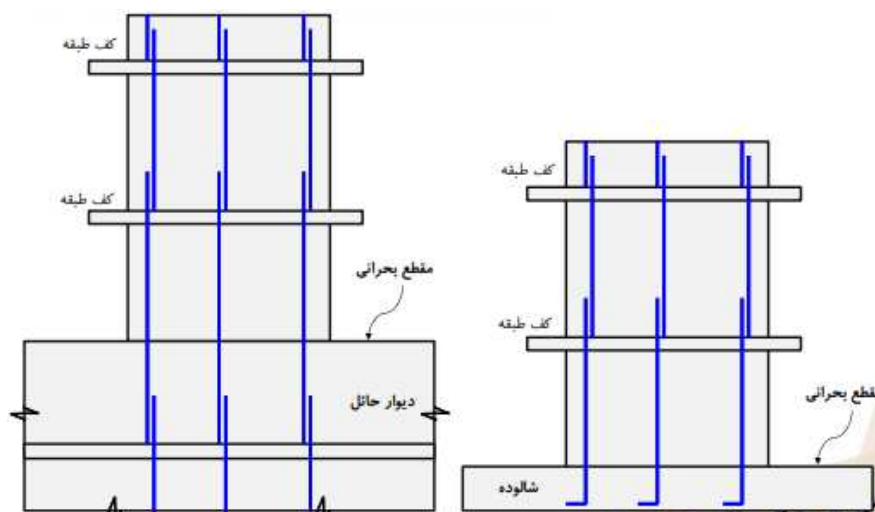
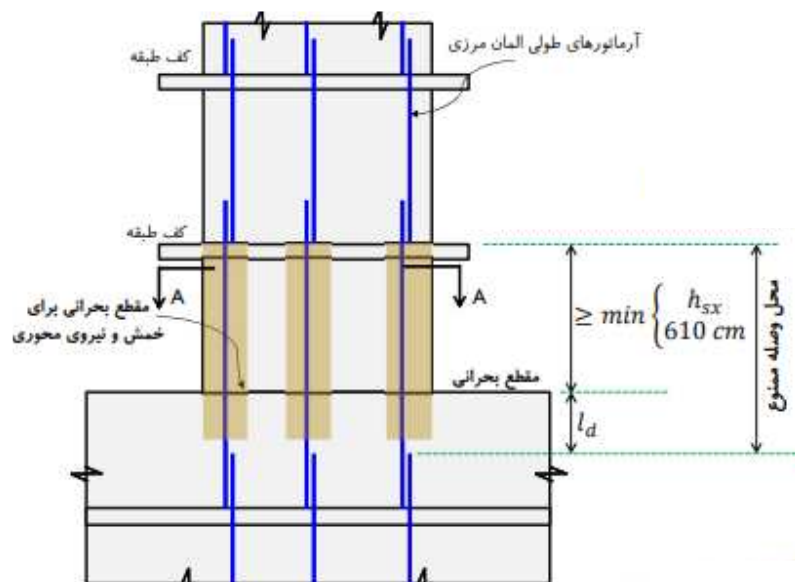
الف- آرماتورهای طولی، به جز در قسمت فوقانی دیوار، باید تا طولی برابر با حداقل ۳۷۰۰ میلی متر بعد از محلی که دیگر از نظر خمشی مورد نیاز نیستند، ادامه داده شوند؛ ولی در هر حال نیازی نیست که بیش‌تر از l_d از بالای طبقه‌ی فوقانی ادامه داشته باشند.

ب- در محل‌هایی که در اثر تغییر مکان‌های جانبی، احتمال تسلیم آرماتورهای طولی وجود دارد، طول مهاری آرماتورها باید $1/25$ برابر طول مهاری محاسبه شده برای تسلیم در کشش در نظر گرفته شود.



محل وصله در نواحی مرزی

پ- در نواحی مرزی در مقاطع بحرانی دیوار که در آنها در اثر تغییر مکان های جانبی احتمال جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد، استفاده از وصله های پوششی برای آرماتورهای طولی در طولی برابر با کمترین دو مقدار ۶۱۰۰ میلی متر و ارتفاع طبقه، h_{sx} ، در بالای مقطع، و h_d زیر مقطع مجاز نمی باشد. نیازی نیست طول h_{sx} را بیشتر از ۶۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفت. نواحی بحرانی شامل قسمت های ذکر شده در بند ۹-۲۰-۷-۴-۴(الف)، و قسمت هایی به اندازه ی ضخامت دیوار از بر دیوار در هر کدام از دیوارهای متقاطع در هر جهت می باشند.



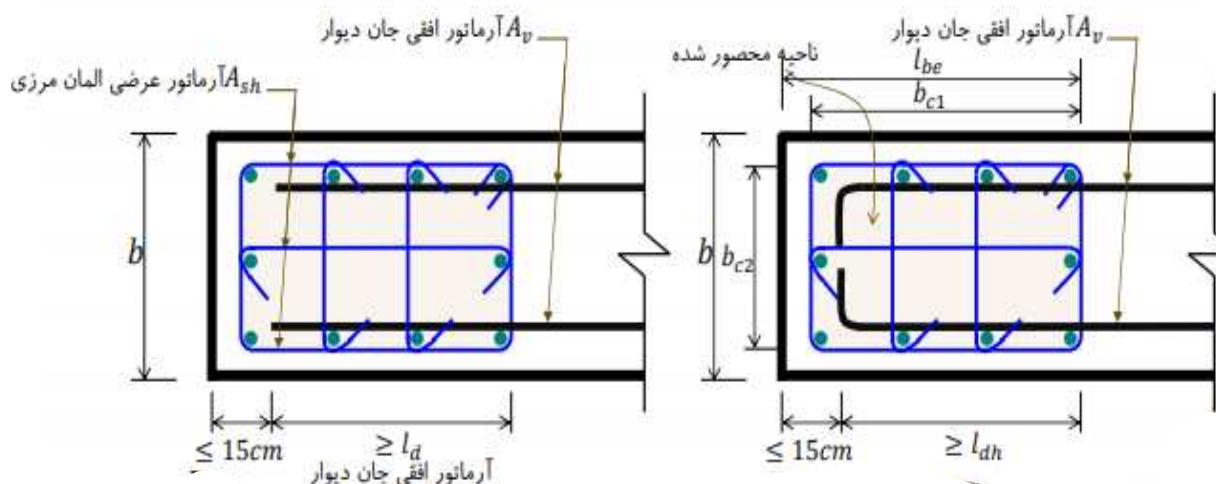
۳. المان مرزی

مهار میلگردهای افقی دیوار برشی در داخل المان مرزی

۹-۲۰-۷-۴ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)

۹-۲۰-۷-۴-۴ در مواردی که بر اساس بندهای ۹-۲۰-۷-۲ یا ۹-۲۰-۷-۳ به اجزاء مرزی ویژه نیاز است، الزامات بندهای (الف) تا (چ) زیر باید برآورده شود:

ح- ارماتورهای افقی در جان دیوار باید تا ۱۵۰ میلیمتری انتهای دیوار ادامه یابند. این ارماتورها باید در هسته محصور شده اجزاء مرزی با استفاده از قلابهای استاندارد و یا ارماتورهای سر دار، به گونه ای مهار شوند که بتوانند تنش حد تسلیم، f_y را تحمل نمایند. در صورتی که عضو مرزی محصور شده دارای طول کافی برای مهار ارماتورهای افقی دیوار بدون قلاب انتهائی باشند، و $\frac{A_{sfy}}{s}$ ارماتور افقی جان بزرگتر از $\frac{A_{sfyt}}{s}$ ارماتور عرضی عضو مرزی، موازی با ارماتور جان، نباشد، می توان از ارماتورهای افقی بدون قلاب استاندارد و یا غیر سر دار استفاده نمود.

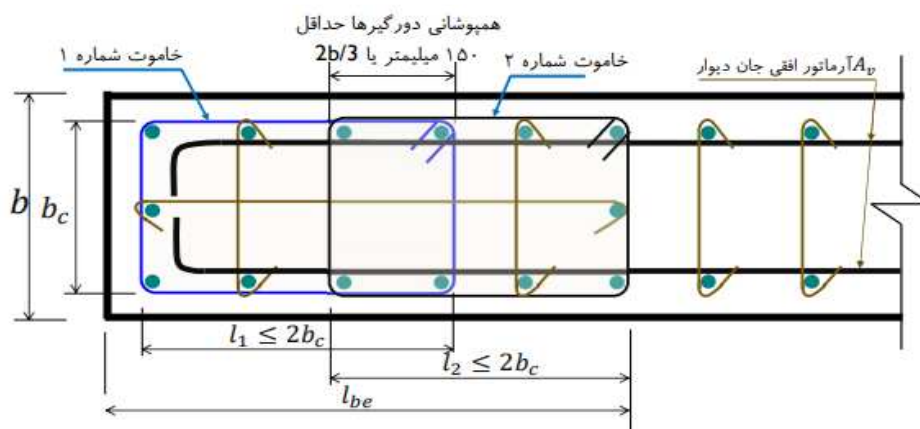
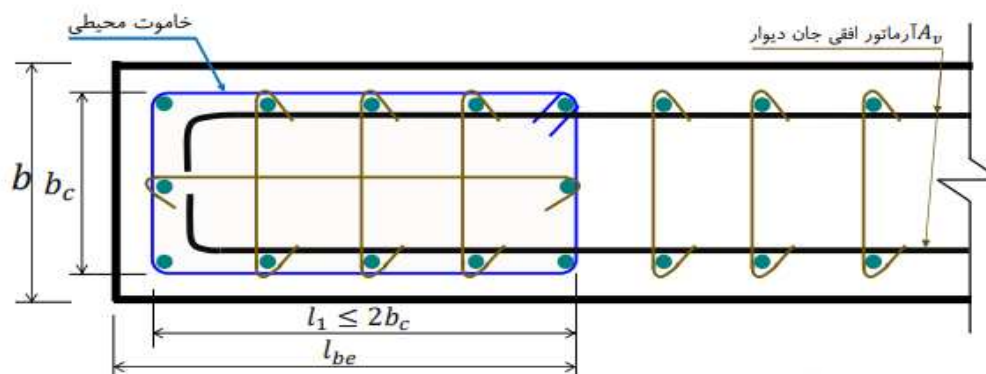


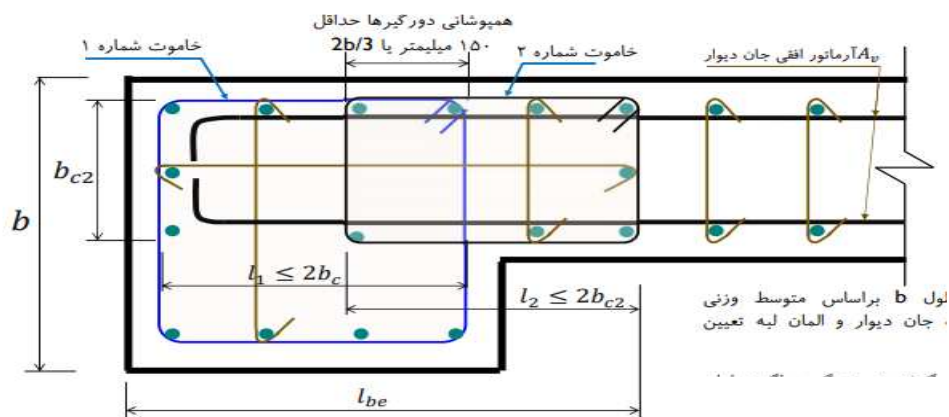
دورگیر در داخل المان مرزی

۴-۷-۲۰-۹ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)

۴-۴-۷-۲۰-۹ در مواردی که بر اساس بندهای ۲-۴-۷-۲۰-۹ یا ۳-۴-۷-۲۰-۹ به اجزاء مرزی ویژه نیاز است، الزامات بندهای (الف) تا (ج) زیر باید برآورده شود:

ج- جزئیات آرماتورهای عرضی باید به گونه‌ای باشند که فاصله h_x بین آرماتورهای طولی در امتداد محیط جزء مرزی، که دارای تکیه گاه جانبی هستند از کمترین دو مقدار ۳۵۰ میلیمتر و دو سوم ضخامت جزء مرزی بیشتر باشد. تکیه گاه جانبی از طریق قلاب لرزه گیر در انتهای یک تنگ عرضی و یا گوشه یک دورگیر تأمین می شود. طول هر ساق یک دورگیر نباید از دو برابر ضخامت جزء مرزی بیش‌تر بوده و طول پوششی دو دورگیر مجاور نباید از کوچک‌ترین دو مقدار ۱۵۰ میلی متر و یا دو سوم ضخامت جزء مرزی کمتر باشد.





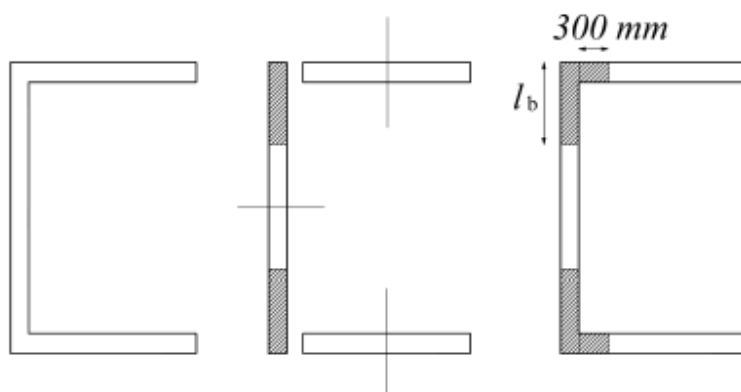
المان مرزی دیوار بالدار

۹-۲۰-۷-۴ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)

۹-۲۰-۷-۴-۴ در مواردی که بر اساس بندهای ۹-۲۰-۷-۴-۲ یا ۹-۲۰-۷-۴-۳ به اجزاء مرزی ویژه نیاز است، الزامات

بندهای (الف) تا (چ) زیر باید برآورده شود:

ت- در دیوارهای با مقطع U، T و L جزء مرزی باید عرض مؤثر بال در فشار را شامل شده و تا حداقل ۳۰۰ میلی متر درون جان ادامه داشته باشد.

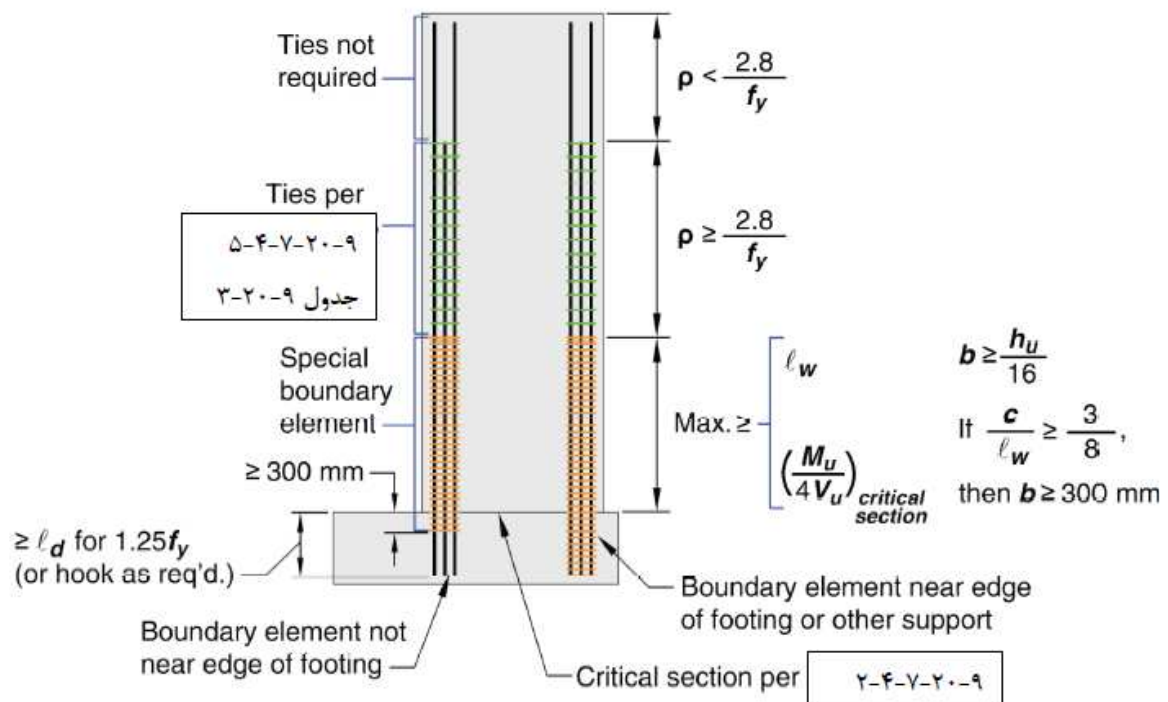


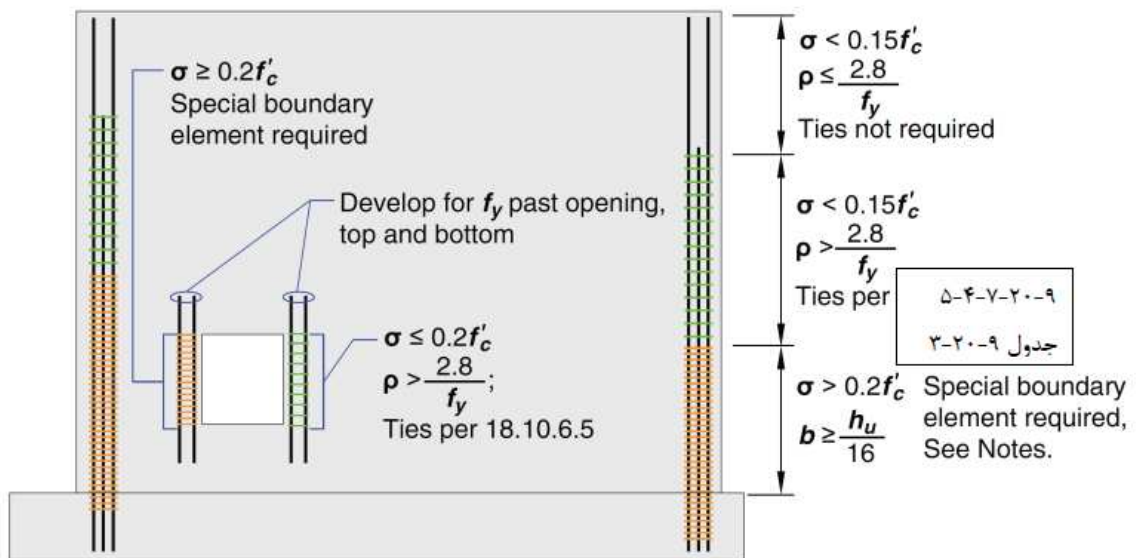
میلگرد گذاری عرضی

۵-۴-۷-۲۰-۹ در مواردی که بر اساس بندهای ۲-۴-۷-۲۰-۹ یا ۳-۴-۷-۲۰-۹ به اجزای مرزی ویژه نیازی نباشد، ضوابط (الف) و (ب) باید رعایت شوند:

الف- در مواردی که نسبت آرماتورهای طولی عضو مرزی دیوار از $\frac{2.8}{f_y}$ تجاوز نماید، آرماتورهای عرضی عضو مرزی، مطابق شکل ۲-۲۰، باید در طولی مطابق بند ۴-۴-۷-۲۰-۹ (الف) ضوابط بندهای ۲-۳-۳-۶-۲۰-۹ (الف) تا (ث) را تامین نمایند. فاصله‌ی عمودی این آرماتورهای عرضی باید مطابق با جدول ۳-۲۰-۹ باشد.

ب- در دیوارها، به جز در مواردی که V_u در صفحه‌ی دیوار از $0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$ کمتر است، آرماتورهای افقی که به لبه‌های انتهایی دیوارهای بدون اجزای مرزی ختم می‌شوند، باید دارای قلاب انتهایی استاندارد که آرماتورهای طولی لبه را در بر می‌گیرد، باشند. به جای قلاب انتهایی استاندارد فوق می‌توان از آرماتورهای U شکل که با قطر و فاصله‌ی یکسان با آرماتورهای عرضی بوده و به آن‌ها وصله شده‌اند، استفاده نمود.





Notes: Requirement for special boundary element is triggered if maximum extreme fiber compressive stress $\sigma \geq 0.2f'_c$. Once triggered, the special boundary element extends until $\sigma < 0.15f'_c$. Since $h_w/\ell_w \leq 2.0$, 18.10.6.4(c) does not apply.

جدول ۳-۲۰-۹ فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی در جزء مرزی

مقاومت حد تسلیم آرماتورهای اصلی خمشی	آرماتورهای عرضی مورد نیاز	فاصله‌ی عمودی آرماتورهای عرضی
۴۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگ‌ترین مقدار l_w و $M_u/4V_u$ در بالا و پایین مقطع بحرانی [۲]	کوچک‌ترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلی‌متر [۱]
	در سایر نقاط	کوچک‌ترین مقدار $8d_b$ و ۲۰۰ میلی‌متر
۵۲۰ مگاپاسکال	در ناحیه‌ای برابر با بزرگ‌ترین مقدار l_w و $M_u/4V_u$ در بالا و پایین مقطع بحرانی [۲]	کوچک‌ترین مقدار $5d_b$ و ۱۵۰ میلی‌متر
	در سایر نقاط	کوچک‌ترین مقدار $6d_b$ و ۱۵۰ میلی‌متر

[۱] d_b قطر کوچک‌ترین آرماتور اصلی خمشی است.

[۲] مقطع بحرانی مقطعی است که در آن در اثر تغییر مکان جانبی، امکان جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد.

۴. دیوارهای باز شو دار

۹-۲۰-۷-۱۱ دیوارهای برشی همبند شکل پذیر

۹-۲۰-۷-۱۱-۱ در دیوارهای برشی همبند شکل پذیر، ضوابط این قسمت باید رعایت شوند.

۹-۲۰-۷-۱۱-۲ در هر یک از دیوارها نسبت $n_{wcs}/l_w \geq 2$ بوده و ضوابط بند ۹-۲۰-۷ رعایت شوند.

۹-۲۰-۷-۱۱-۳ در تیرهای همبند، ضوابط بند ۹-۲۰-۷-۵ و موارد (الف) تا (پ) رعایت شوند:

الف- در تیرهای همبند در تمام طبقات ساختمان باید نسبت $l_n/h \geq 2$ رعایت شود.

ب- در تمام تیرهای همبند در یک طبقه باید نسبت $l_n/h \leq 5$ برای حداقل ۹۰٪ طبقات

ساختمان رعایت شود.

پ- رعایت بند ۹-۲۰-۷-۳-۶ برای هر دو انتهای تیرهای همبند ضروری است.

