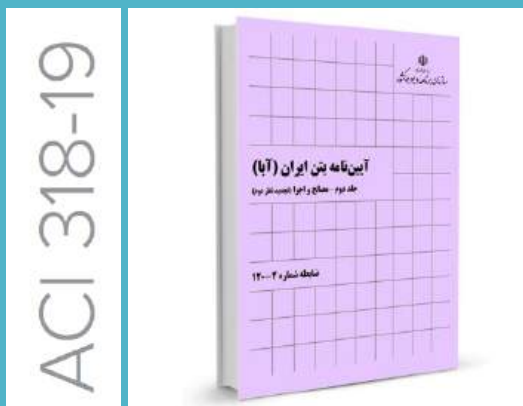




مردادماه ۱۴۰۲

نکات فنی و اجرایی سازه های بتن آرمه

منطبق با آیین نامه بتن ایران و آمریکا

محمد بنان

عضو هیات مدیره سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس

هیات علمی و مدیرگروه بخش مهندسی عمران دانشگاه آپادانا

شبکه های اجتماعی

Mohammad.Banan@gmail.com



<https://www.aparat.com/mbanan>



t.me/MBanan



Telegram

Mohammad.Banan@gmail.com





فهرست مطالب

- جزئیات آرماتورگذاری و اتصالات
- نکات اجرایی تیرها
- نکات اجرایی فونداسیون
- نکات اجرایی دیوارهای برشی

کاربرد میلگردهای طولی و عرضی

جدول ۳-۴ کاربرد آرماتورهای آجدار طولی و عرضی

کاربرد	محل مورد استفاده	حداکثر مقدار رگر یا بزر مجاز برای کاربرد در محاسبات (مکاپاسکال) (۱)	نوع آرماتور	ملاحظات
خمشی، نیروی محوری، حرارت و انقباض	قاب‌ها لرزهای ویژه	۵۵۰	بند ۵-۲-۴ غیر مجاز	—
	تمام اجزای دیوارهای لرزهای ویژه	۵۵۰		
آرماتورهای محصور کننده، وپا آرماتورهای تکیه گاهی آرماتورهای طولی	سایر موارد	۵۵۰	همه رندهای آجدار (۲)	—
	سیستموهای ویژه لرزهای	۷۰۰		
	نورپیچها	۷۰۰		
برش	سایر موارد	۵۵۰	همه رندهای آجدار	—
	قاب‌ها لرزهای ویژه	۵۵۰		
	تمام اجزای دیوارهای لرزهای ویژه	۵۵۰		
	نورپیچها	۴۴۰		
	برش اشکناکات	۴۴۰		
پیچشی	خاموتها، بستها، تنگها	۴۴۰	همه رندهای آجدار	—
	آرماتورهای طولی و عرضی	۴۴۰		
مهارها	سیستموهای لرزهای ویژه	۵۵۰	همه رندهای آجدار	—
	سایر موارد	۵۵۰		
محل هایی که در طراحی آن از روش خرپایی استفاده می شود	نورگیرهایی که برای برش استفاده می شوند	۴۴۰	همه رندهای آجدار	—
	سایر موارد	۵۵۰		



اتصال مکانیکی – کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com

5



ACI 439.3R-07

Types of Mechanical Splices for Reinforcing Bars

Reported by ACI Committee 439



American Concrete Institute®

Table 2.1—Tension-compression mechanical splices: availability, applications, and suitability of Types 1 and 2 splices for Grade 60 (420) uncoated deformed reinforcing bars

Report section and mechanical splice generic name	Bar designation no.		Applications				Suitability			
	Type 1 splice	Type 2 splice	A	B	C	D	E	F	G	H
J.3.1 Cold-welded steel coupling sleeve	3 to 18 (10 to 57)		■	—	■	■	□	■	■	—
J.3.2 Cold-welded coupler with taper-threaded ends	3 to 18 (10 to 57)		■	—	■	□	□	□	—	—
J.3.3 Coupler for thread-like deformed reinforcing bars	6 to 18 (19 to 57)		■	—	■	—	□	■	■	—
J.3.4 Extruded steel coupler with parallel threaded ends	4 to 18 (13 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	—
J.3.5 Friction-welded bar coupler with parallel threads	6 to 18 (19 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.6 Friction-welded coupler with taper threaded ends	3 to 18 (10 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.7 Grout-filled coupling sleeve	3 to 18 (10 to 57)		□	■	■	□	□	□	■	—
J.3.8 Grout-filled coupling sleeve with parallel thread	4 to 18 (13 to 57)		□	■	■	□	■	□	■	—
J.3.9 Grout-filled coupling sleeve with taper thread	6 to 18 (19 to 57)		□	■	■	□	■	□	■	—
J.3.10 Shear screw and nut coupling sleeve	4 to 18 (13 to 57)	4 to 14 (13 to 45)	■	—	■	■	—	■	■	□
J.3.11 Shear screw and wedge coupling sleeve	4 to 18 (13 to 57)	3 to 14 (19 to 45)	■	—	■	—	■	■	■	□
J.3.12 Steel-filled coupling sleeve	4 to 18 (13 to 57)		■	—	■	■	—	■	■	—
J.3.13 Taper-threaded steel coupler	4 to 18 (13 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.14 Threaded coupler with standard national coarse threads	4 to 11 (13 to 36)	4 to 8 (13 to 25)	■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.15 Threaded coupler with upset bar threads, cold-forged	4 to 18 (13 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.16 Threaded coupler with upset bar threads, hot-forged	4 to 11 (13 to 36)		■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.17 Upset bar and coupling sleeve with straight threads	3 to 14 (10 to 43)		■	—	■	■	■	■	■	□
J.3.1 Cold-welded steel flanged coupler with taper-threaded ends	3 to 18 (10 to 57)		■	—	■	—	■	—	■	—
J.3.2 Coupler with standard national coarse threads and flange	4 to 11 (13 to 36)	4 to 8 (13 to 25)	■	—	■	—	■	—	■	□
J.3.3 Coupler with taper threads and mounting plate	4 to 18 (10 to 57)		■	—	■	□	■	□	■	□
J.3.4 Integrally forged coupler with flange	4 to 11 (13 to 36)		■	—	■	—	■	—	■	□

اتصال مکانیکی – کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com

6



Fig. 3.2—Strap-type steel coupling sleeve.



Fig. 3.16—Grout-filled coupling sleeve with parallel thread at upset bar ends.

اتصال مکانیکی – کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com



7



اتصال مکانیکی – کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com



8



اتصال مکانیکی – کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com



9



وصله همپوشانی

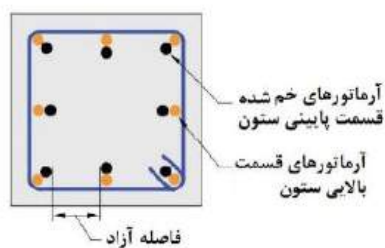
Mohammad.Banan@gmail.com



10



وصله همپوشانی



شکل ۱۲-۲ آرماتورهای خم شده ستون

11



وصله همپوشانی



12



وصله و خم میلگرد

Mohammad.Banan@gmail.com

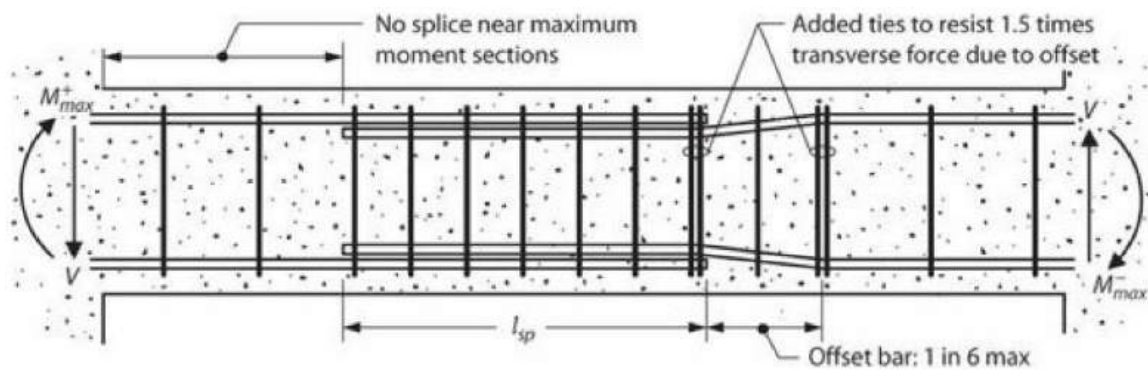


FIGURE 8.32 Detailing of splice location and offset bars.

13



اتصال - خم آرماتور و عملکرد آن

Mohammad.Banan@gmail.com

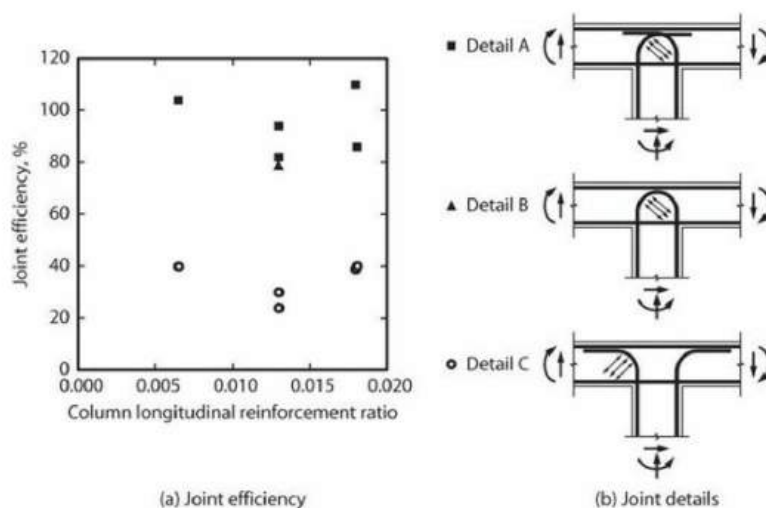


FIGURE 9.12 Joint efficiency obtained for tee connections having different reinforcement details. (Data from Nilsson and Losberg, 1976.)

14



اتصال – خم آرماتور و عملکرد آن

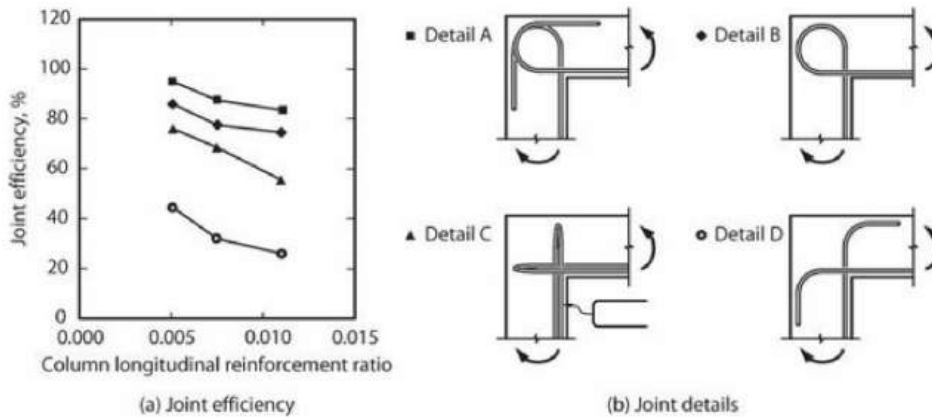


FIGURE 9.15 Joint efficiency obtained for corner connections under opening moments and having different reinforcement details. (Data from Nilsson and Losberg, 1976.) Note: In Detail C, the bars are bent in a hairpin shape with the hook perpendicular to the direction of shear (i.e., the hook is perpendicular to the page).

15

اتصال – پیوستگی، جزئیات مهار آرماتور

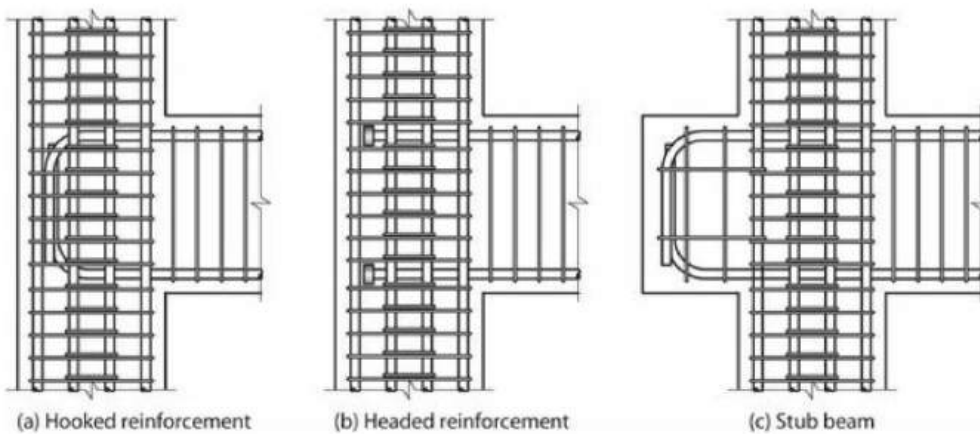
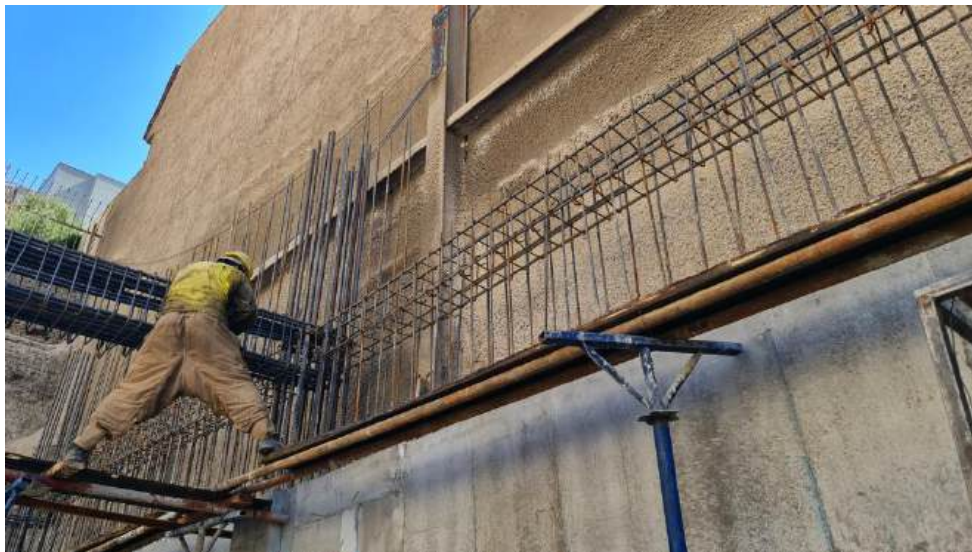


FIGURE 9.24 Elevation views of typical reinforcement for exterior beam-column connections with joint transverse reinforcement.

16

اتصال - تراکم میلگرد - خاموتها

Mohammad.Banan@gmail.com

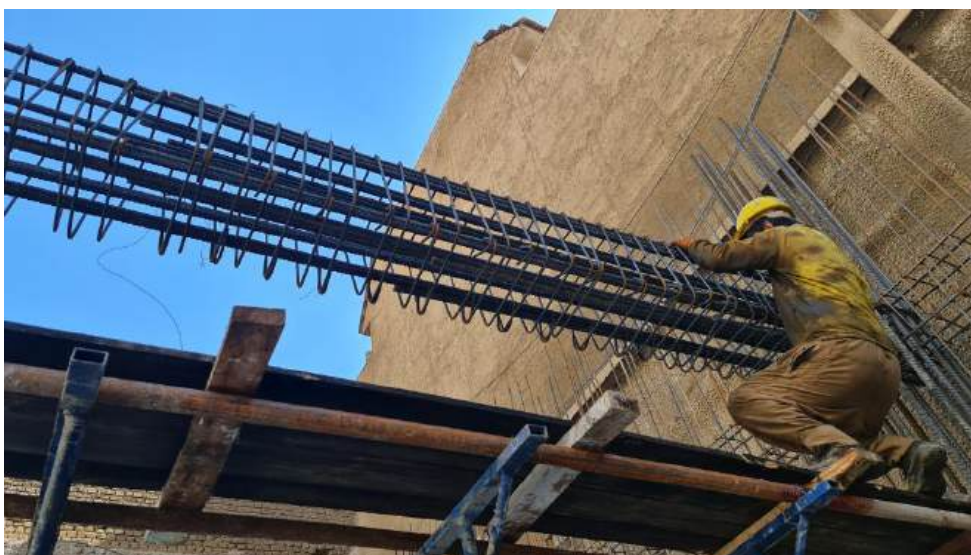


17



اتصال - تراکم میلگرد - خاموتها

Mohammad.Banan@gmail.com

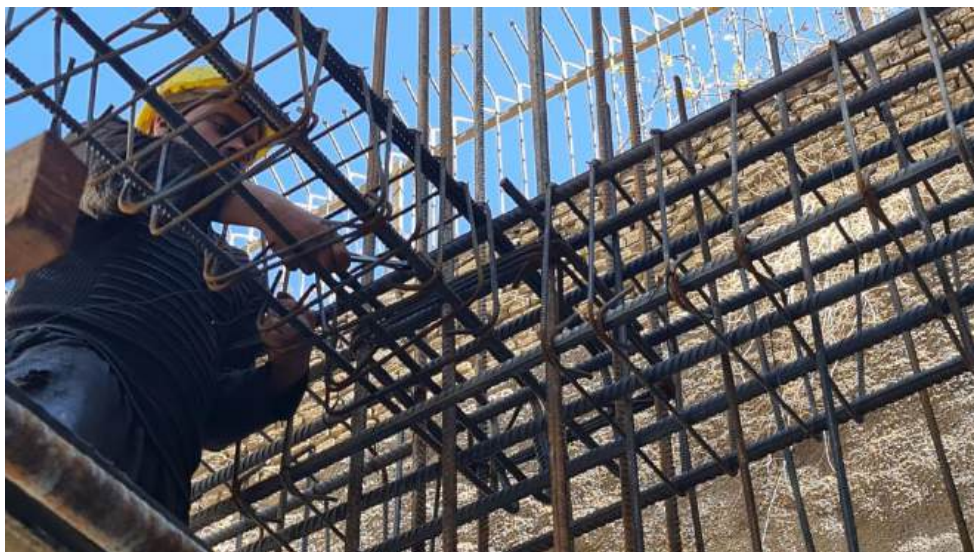


18



اتصال – تراکم میلگرد – خاموتها

Mohammad.Banan@gmail.com



19



اتصال – پیوستگی، جزئیات مهار آرماتور

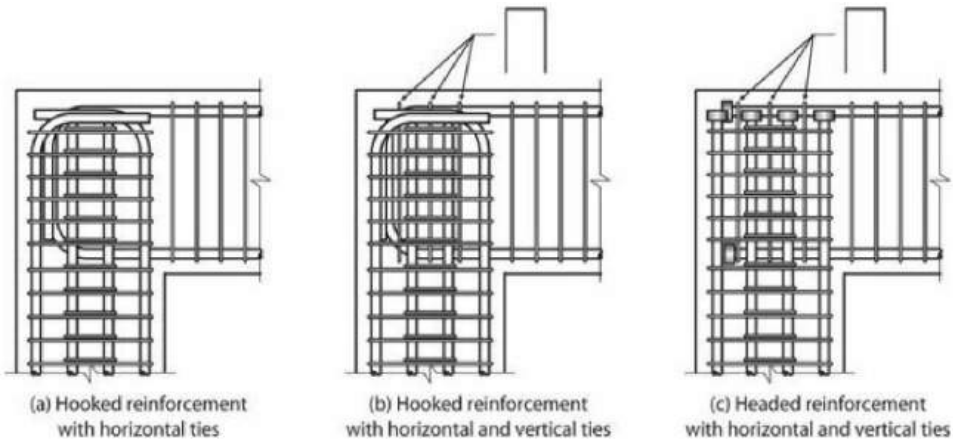
Mohammad.Banan@gmail.com



20



اتصال – پیوستگی، جزئیات مهار آرماتور



21



اتصال – پیوستگی، جزئیات مهار آرماتور



22



ناحیه بحرانی - تجویز خاموت در نواحی بحرانی تیر و ستون

Mohammad.Banan@gmail.com

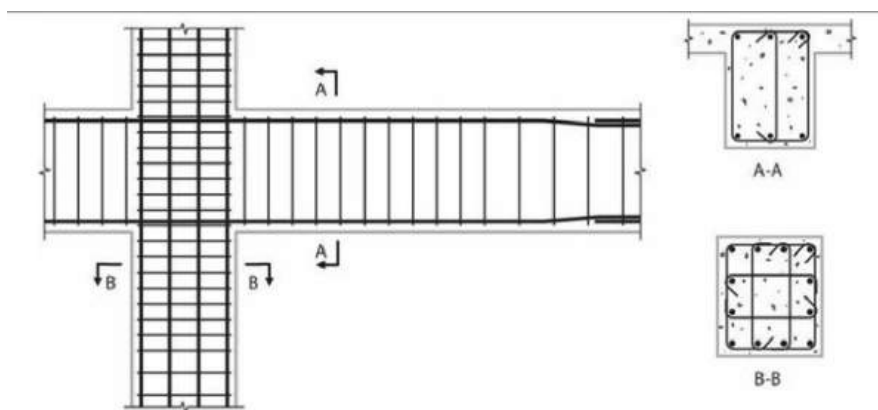


FIGURE 12.4 Confinement of potential yielding regions at ends of beams and columns.

23



عبور میلگرد تیر از ستون

Mohammad.Banan@gmail.com

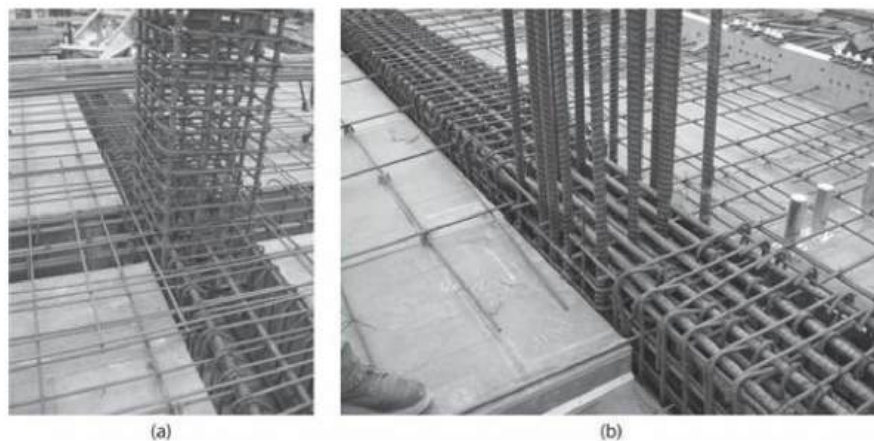


FIGURE 12.45 Beam and column longitudinal reinforcement conflicts at beam-column joints. (a) Beam bars gently swept into the column core, with stirrup legs pulled in to contain the corner beam longitudinal reinforcement. (Photograph used with permission from Magnusson Klemencic Associates.) (b) Beam bars sharply swept into column core. Small corner bars added to hold stirrups. Bar congestion and the swept longitudinal bars caused an interference with the seismic hooks on stirrup legs, forcing the contractor to improperly bend the hooks so they are no longer anchored in the beam core. This should be avoided. (Photograph used with permission from Nabih Youssef Associates.)

24



اتصال – چرا خم ۹۰ به سمت داخل؟

ت ۳-۲-۹-۲۰ آرمایش‌ها نشان داده است که اعضای خمشی تمام شده در شالوده، دال یا تیر، گره اتصال T شکل با L شکل، باید قلاب‌هایی خم شده به سمت داخل محور عضو داشته باشند تا قادر به مقاومت در برابر خمش ایجاد شده در عضو تشکیل دهنده ساق اتصال T یا L شکل باشند.

۳-۲-۹-۲۰ در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار (صلب) به شالوده طراحی شده‌اند، باید ضوابط بند ۲۰-۹-۲ رعایت شوند و در صورت نیاز به مهار قلاب‌دار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش دارای قلاب‌های با خم ۹۰

این‌نامه بتن ایران - جلد اول، تحلیل و طراحی

۱۴۰۱/۱۲/۲۰

۴۷۰

تفسیر/توضیح

متن اصلی

درجه به طرف مرکز ستون و نزدیک به قسمت تحتانی شالوده باشند.

25

اتصال – چرا خم ۹۰ به سمت داخل؟

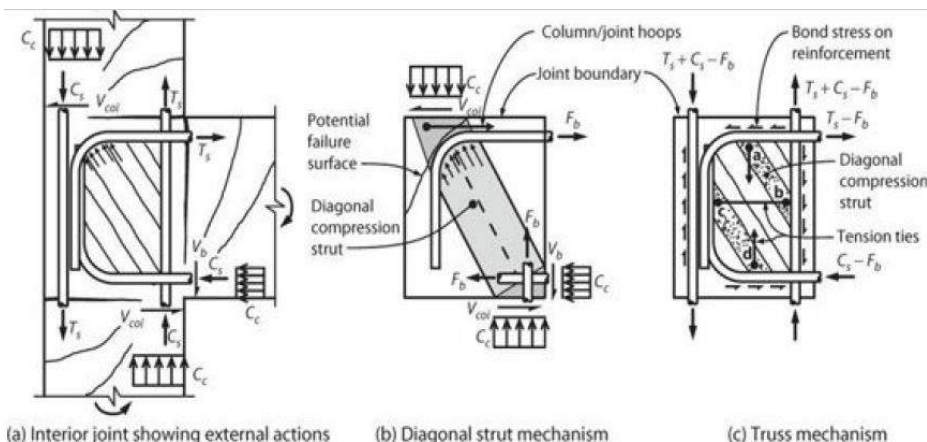


FIGURE 9.25 Force transfer mechanism in exterior beam-column joint. Concrete stress distributions are shown along with notation indicating the resultants of those stress distributions.

26

اتصال – ورود میلگرد پاشنه تیرچه به داخل تیر ضروری است؟

۷-۷-۹ قطع آرماتورهای خمشی

۷-۷-۹-۱ در تکیه‌گاه‌های ساده، باید حداقل یک سوم آرماتور مربوط به حداکثر لنگر مثبت در پایین دال، به داخل تکیه‌گاه ادامه یابد. برای دال‌های پیش‌ساخته، امتداد این آرماتورها باید حداقل تا وسط طول تکیه‌گاه ادامه یابد.

۷-۷-۹-۲ برای سایر تکیه‌گاه‌ها، باید حداقل یک چهارم آرماتور محاسبه شده برای حداکثر لنگر مثبت در پایین دال، حداقل به اندازه ۱۵۰ میلی‌متر به داخل تکیه‌گاه، ادامه یابد.

۷-۷-۳ قطع آرماتورهای خمشی

۷-۷-۳-۱ الزامات مربوط به قطع آرماتورها در دال‌های یک‌طرفه مانند تیرها است. برای جزئیات بیش‌تر به بند ۱۱-۶-۳ مراجعه شود.

27



اتصال – ورود میلگرد پاشنه تیرچه به داخل تیر ضروری است؟

۱۱-۶-۳ قطع آرماتور

۱۱-۶-۳-۱ در تکیه‌گاه‌های ساده، حداقل یک سوم آرماتورهای خمشی مثبت حداکثر، باید در پایین تیر ادامه یافته و در تکیه‌گاه حداقل به اندازه ۱۵۰ میلی‌متر امتداد یابند، مگر برای تیرهای پیش‌ساخته که این آرماتورها باید حداقل تا مرکز طول اتکایی در داخل تکیه‌گاه ادامه داده شوند.

۱۱-۶-۳ قطع آرماتور

۱۱-۶-۳-۱-۱ آرماتور لنگر مثبت تا تکیه‌گاه ادامه می‌یابد تا در صورت جابجایی در لنگرها به دلیل تغییر بارگذاری، نشست تکیه‌گاهی و بار جانبی، مقاومت لازم را تامین کند و یکپارچگی ساختاری را حفظ نماید.

در تیرهای پیش‌ساخته، باید روانداری و پوشش آرماتور را در نظر گرفت تا از باربری روی سطح بتن در محلی که آرماتور قطع شده، جلوگیری شود.

۱۱-۶-۳-۱-۲ گسترش آرماتور لنگر مثبت در تکیه‌گاه برای تیرهایی که بخشی از سیستم اولیه مقاوم در برابر بار جانبی هستند برای تامین شکل‌پذیری در صورت بروز تغییر جهت در لنگر، مورد نیاز می‌باشد.

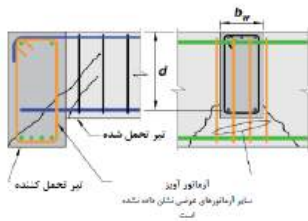
۱۱-۶-۳-۲ در سایر تکیه‌گاه‌ها، حداقل یک چهارم آرماتورهای خمشی مثبت حداکثر، باید در پایین تیر ادامه یافته و در تکیه‌گاه حداقل به اندازه ۱۵۰ میلی‌متر امتداد یابند. اگر تیر قسمتی از سیستم اصلی مقاوم در مقابل بار جانبی است، چنین آرماتورهایی باید در تکیه‌گاه برای توسعه تنش تسلیم f_y مهار شوند.

28



اتصال – آرماتور آویز یا خاموت بسته آویز

ت-۱۱-۶-۵ اگر یک تیر بتن آرمه با یک تیر باربر به صورت یکپارچه اجرا شود و یک یا هر دو طرف تیر باربر را قطع کند، تیر باربر ممکن است در معرض شکست ناگهانی قرار گیرد، مگر آن که آرماتور عرضی اضافی در آن محل پیش‌بینی شود. این آرماتور اضافی به آرماتور «آویز» یا «خاموت بسته آویز» معروف می‌باشد. آرماتور آویز در شکل ۶-۱۱ نشان داده شده است. این آرماتور علاوه بر آرماتور عرضی، برای انتقال برش از انتهای تیر تحمل‌شده در نظر گرفته می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد اگر پایین تیر تحمل‌شده بالاتر از عمق میانی تیر تحمل‌کننده و با اگر برش منتقل شده نهایی در تیر تحمل‌کننده کمتر از $0.25\sqrt{f'_c} d_w d$ باشد، نیاز به آرماتور آویز نیست.



شکل ۶-۱۱ آرماتور آویز برای انتقال برش

29

محدودیت مقاومت فشاری بتن

۳-۱-۴-۳ محدودیت‌های «الف» تا «ت» زیر باید در تعیین مقدار f'_c رعایت شوند:

الف- حداقل مقدار برای انواع بتن‌های معمولی و سبک برابر با ۲۰ مگاپاسکال و حداکثر آن ۵۰ مگاپاسکال است.
ب- در ساختمان‌های بلندتر از ۲۰ طبقه از روی شالوده و با پیش‌بینی تدابیر ویژه برای کنترل کیفیت بتن که نشان دهنده تامین چنین مقاومتی در اجرا است، می‌توان حداکثر مقاومت را در بتن‌های معمولی تا ۷۰ مگاپاسکال افزایش داد.

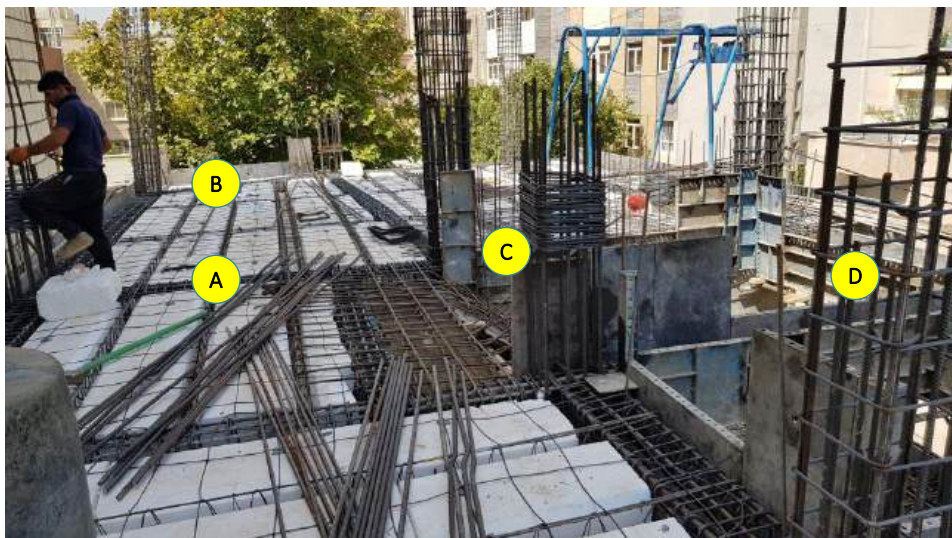
پ- در سازه‌های لرزه‌بر و ویژه، موضوع فصل ۲۰، حداقل مقدار f'_c برای بتن‌های معمولی و سبک ۲۵ مگاپاسکال و حداکثر آن برای بتن‌های سبک ۳۵ مگاپاسکال می‌باشد.
ت- در تمام موارد حداقل مقدار f'_c باید طبق ضوابط فصل ۶ از جلد دوم آیین‌نامه (دوام یا پایایی بتن)، تعیین شود.



30

تیرها – انواع و عملکرد

Mohammad.Banan@gmail.com



31



تیرها – خاموت گذاری

Mohammad.Banan@gmail.com



32



تیرها - خاموت گذاری



آیا چرخش قلاب ۱۳۵ درجه خاموتها در امتداد طول تیر الزامی است؟

خیر - چون تیر توسط سقف مهار شده است.

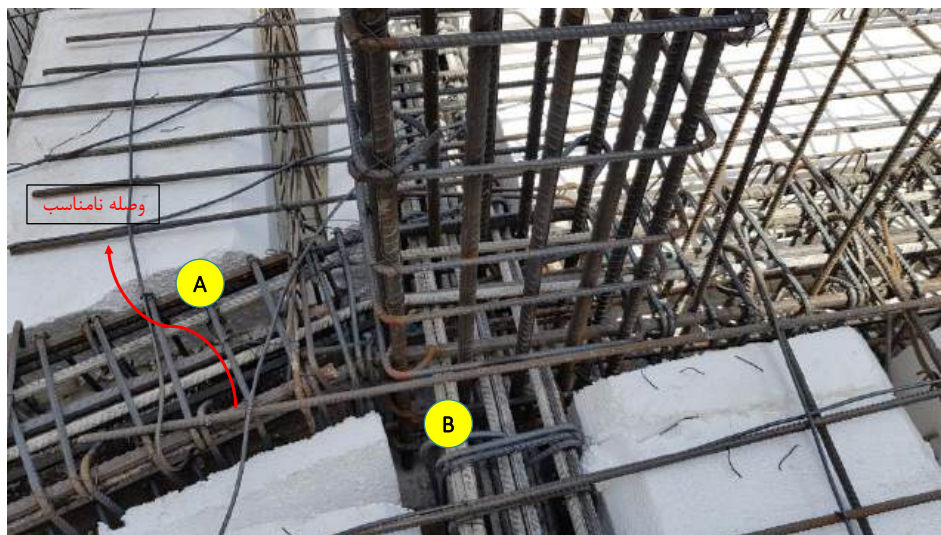
قلاب ۱۳۵ درجه را به سمت داخل سقف بگذاریم.

قلاب ۱۳۵ درجه را در محلی بگذاریم که تجمع میلگرد طولی وجود ندارد.

33



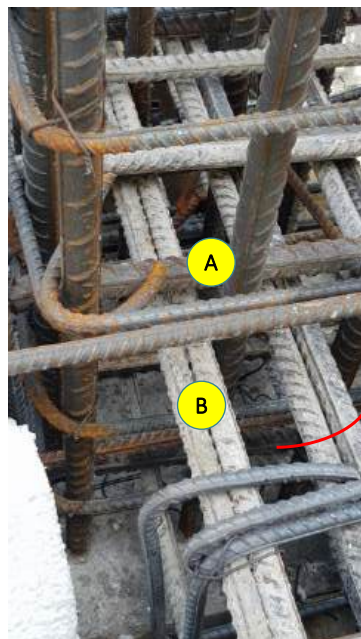
تیرها - تلاقی میلگردهای طولی متعامد



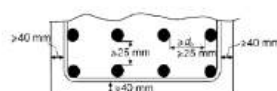
34



تیرها - فاصله آزاد بین میلگردها



معیار فاصله اجرایی
میلگردهای تیر قطر
ویراتور است



۹-۲۱-۱-۲-۱ فاصله حداقل میلگردها

۹-۲۱-۲-۱-۱ فاصله آزاد میلگردهای موازی واقع در یک سفره افقی نباید کم تر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد:

الف - ۲۵ میلی متر؛

ب - قطر بزرگترین میلگرد؛

پ - ۱/۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگ دانه.

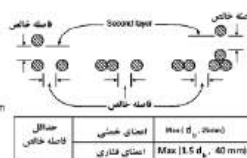
۹-۲۱-۲-۲-۱ در میلگردهای موازی واقع در چند سفره افقی، میلگردهای لایه‌ی فوقانی باید مستقیماً در بالای میلگردهای لایه‌ی تحتانی قرار گرفته، و فاصله آزاد بین دو لایه نباید کم تر از ۲۵ میلی متر باشد.

۹-۲۱-۲-۳-۱ فاصله آزاد بین میلگردهای طولی در ستون‌ها، ستون پایه‌ها، بسته‌ها، و اجزای مرزی دیوارها، نباید کم تر از هیچ یک از مقادیر زیر باشد.

الف - ۴۰ میلی متر؛

ب - ۱/۵ برابر قطر بزرگترین میلگرد؛

پ - ۱/۳ برابر قطر اسمی بزرگترین سنگ دانه.



35



تیرها - عبور یا عدم عبور شناژ مخفی سقف



این موضوع در خصوص
رفتار تیر کش تاثیر قابل
ملاحظه ای ندارد و
حساسیت بر روی آن بی
مورد است. بهتر است
گیرداری ریب تامین
شود.

تامین قالب مناسب و
حفظ فاصله بلوکها



36



تیرها- کنترل ارتعاش

۹-۱۹-۵ ارتعاش (لرزش)

کفها و تیرهایی که سطوح خالی از تپه بندی‌های ممتد تا سقف (یا خالی از عناصر دیگری که خاصیت میرا کنندگی ارتعاشی را دارند) را تحمل می‌کنند باید با توجه خاص به لرزش و ارتعاش حاصل از بارهای جنبشی (تأثیر بارهای ناشی از حرکت افراد، کارگره ماشین آلات، حرکت و توقف آسانسورها و تأثیر آنها) طراحی شوند. بدین منظور فرکانس توسیعی کفها (تیرچه‌ها، دال‌ها و تیرها) باید به اندازه‌ای باشد که حداقل حساسیت افراد را در برابر ارتعاش قائم ایجاد نمایند.

حداقل فرکانس دورهای کفها برای کاربری‌های مختلف نباید از مقادیر مشخص شده در جدول ۹-۱۹-۶ کمتر باشد.

جدول ۹-۱۹-۶ حداقل فرکانس دورهای کفها

نوع کاربری	حداقل فرکانس دورهای کفها (f)
ساختمان‌های مسکونی و اداری	$f \geq 5 \text{ Hz}$
ساختمان‌های تجاری، فرستگاهها	$f \geq 4 \text{ Hz}$
سالن‌های اجتماعات با صندلی‌های ثابت	$f \geq 4 \text{ Hz}$
سالن‌های اجتماعات بدون صندلی‌های ثابت	$f \geq 8.5 \text{ Hz}$
تعمیرگاه سالن‌های زمین‌استیک و ورزشی	$f \geq 9.5 \text{ Hz}$
پارکینگها	$f \geq 4 \text{ Hz}$

در محاسبه‌ی فرکانس دوره‌ای ارتعاش کفها باید اثر ترک خوردگی قطعات یا منظور نمودن مسان ایترسی مؤثر، بار مشترک با بارهای مرده و زنده، نمودن ضریب در محاسبه‌ی تغییر شکل‌ها مورد توجه قرار گیرد. این تغییر شکل‌ها مربوط به اثر بارهای مرده و بخشی از بارهای زنده که دائمی فرض می‌شود بدین ضرایب (یا) بوده و ضریب از ضرایب دینامیکی بتن ۱/۲۵ برابر مقدار پیک منظور می‌گردد.

برای محاسبه‌ی فرکانس دورهای گ، می‌توان از رابطه‌ی (۹-۱۹-۶) استفاده نمود.

$$f = \frac{18}{\sqrt{D_{eq}}}$$

(۹-۱۹-۶)

که در آن D_{eq} تغییر مکان استاتیکی قائم حداکثر کف تحت اثر بار مرده و بخشی از بار زنده که دائمی فرض می‌شود (بر حسب میلی متر)، و f فرکانس دورهای ارتعاشی بر حسب هر تزی می‌باشد. در صورتی که به ملاحظات جامع‌تر برای ارتعاش کف‌ها نیاز باشد می‌توان از مراجع معتبر بین‌المللی دیگر بجای رابطه ۹-۱۹-۶ و جدول ۹-۱۹-۶ استفاده نمود.



39

تیرها- کنترل ارتعاش



40

طرح



Mohammad.Banan@gmail.com



41

طرح



Mohammad.Banan@gmail.com



42

طرح

Mohammad.Banan@gmail.com



43



طرح

Mohammad.Banan@gmail.com



44



طرح

Mohammad.Banan@gmail.com


45



طرح

Mohammad.Banan@gmail.com


46



طره

Mohammad.Banan@gmail.com



47



تیرها- آیا خاموت حداقل باید سائز ۱۰ باشد؟

۹-۲۱-۲- تنگها

۹-۲۱-۲-۱- تنگها باید از حلقه‌های بسته‌ی میلگردهای آجدار تشکیل شده و فواصل آن‌ها از یک دیگر شرایط زیر را تأمین کنند.

الف- فاصله‌ی آزاد حداقل ۱/۲۳ برابر حداکثر قطر اسمی سنگ دانه

ب- فاصله‌ی مرکز به مرکز تنگها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیش‌تر باشد:

= ۱۶ برابر قطر میلگرد طولی؛

= ۴۸ برابر قطر میلگرد عرضی؛

= کوچک‌ترین بعد عضو.

۹-۲۱-۲-۲- قطر تنگها باید حداقل برابر مقادیر زیر باشد:

الف- قطر ۱۰ میلی متر برای میلگرد طولی تا قطر ۲۲ میلی متر.

ب- قطر ۱۲ میلی متر برای میلگرد طولی به قطر ۳۴ میلی متر و بزرگ‌تر و یا گروه میلگردهای طولی.

۹-۲۱-۲-۳- در ناحیه‌ی اتصال تیر به ستون در امتداد برش مورد بررسی وقتی دارای شرایط محصور شدگی است که در آن دو تیر عرضی مطابق بندهای (الف) و (ب) و (پ) در زیر قرار داده شود:

الف- عرض هر یک از تیرهای عرضی حداقل سه چهارم عرض ستون در وجه اتصال باشد.

ب- تیرهای عرضی حداقل به طول یک عمق تیر بعد از ناحیه‌ی اتصال ادامه داشته باشند.

پ- تیرهای عرضی حداقل دارای دو میلگرد پیوسته در بالا و پایین مطابق بند ۹-۱۱-۵ باشند؛ و حداقل دارای خاموت‌هایی با قطر ۱۰ میلی متر یا بیش‌تر مطابق بندهای ۹-۱۱-۵ و ۹-۱۱-۶ باشند.

۹-۱۱-۲- حداقل آرماتور برشی

۹-۱۱-۲-۱- حداقل آرماتورهای برشی، $A_{s,min}$ ، باید در تمامی مناطقی که نیروی برشی نهایی مقطع از نصف مقاومت برشی تأمین شده توسط بتن یا احتساب ضریب کاهش مقاومت بیشتر است،

$V_u > 0.08 \phi \sqrt{f'_c} b_v d_v$ ، تأمین شود؛ به جز مواردی که در جدول ۹-۱۱-۲ آمده‌اند که در

این موارد اگر $V_u > \phi V_c$ باشد، حداقل باید $A_{s,min}$ تأمین گردد.

$$0.062 \sqrt{f'_c} \frac{b_v}{f_y}$$

(الف-۹-۱۱-۲)

$$0.35 \frac{b_v}{f_y}$$

(ب-۹-۱۱-۲)

48



فونداسیون

Mohammad.Banan@gmail.com



49



فونداسیون - آرماتور خمشی و حرارتی

Mohammad.Banan@gmail.com

۳-۱۵-۹ شالوده‌های سطحی
۷-۱-۳-۱۵-۹ در تعیین میلگردهای حداقل خمشی در شالوده‌های سطحی، ضوابط دال‌های یک طرفه برای شالوده‌های سطحی با عمل کرد یک طرفه، و ضوابط دال‌های دو طرفه برای شالوده‌های سطحی با عمل کرد دو طرفه ملاک محاسبه می‌باشند. تیرهای روی زمین و تیرهای باسکولی از ضوابط تیرها پیروی می‌کنند.

۹-۹ دال‌های یک طرفه
۱-۶-۹-۹ حداقل آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ در وجه کششی، باید برابر با $0.0018d$ در نظر گرفته شود.

۱۰-۹ دال‌های دو طرفه
۲-۱-۷-۱۰-۹ حداقل آرماتور خمشی در دال‌های دو طرفه الف - حداقل مساحت آرماتور خمشی، $A_{s,min}$ برابر با $0.0018d$ بوده و یا از رابطه‌ی (۳-۱۰-۹) محاسبه می‌شود. این آرماتور باید در نزدیکی سطح کششی در جهت دهانه و در عرض دال ($B_{2/3}$) تعبیه شود.



۳-۱۵-۹ شالوده‌های سطحی
۸-۱-۳-۱۵-۹ در تعیین میلگردهای حداقل جمع شدگی و حرارت در شالوده‌های سطحی، ضوابط دال‌های یک طرفه برای شالوده‌های سطحی با عمل کرد یک طرفه، و ضوابط دال‌های دو طرفه برای شالوده‌های سطحی با عمل کرد دو طرفه، ملاک محاسبه می‌باشند.

۹-۹ دال‌های یک طرفه
۳-۶-۹-۹ حداقل آرماتور حرارتی و جمع شدگی برای مقابله با تنش‌های حرارتی و جمع شدگی بتن، باید حداقل آرماتور لازم مطابق بند ۲-۱۹-۹ در نظر گرفته شود.

۱۰-۹ دال‌های دو طرفه
۷-۱-۸-۱۰-۹ سطح مقطع میلگردهای عمود بر تیرچه‌ها باید با دو نظر گرفتن تمرکز بارها، الزامات مقاومت خمشی دال را تأمین نماید و باید حداقل بریر سطح میلگردهای جمع شدگی و حرارت مطابق بند ۲-۱۹-۹ باشد.

۴-۱۹-۹ نسبت سطح مقطع آرماتور ابعاد حرارتی و جمع شدگی به سطح مقطع باخالی بتن، باید بزرگ‌تر یا مساوی 0.0018 در نظر گرفته شود.

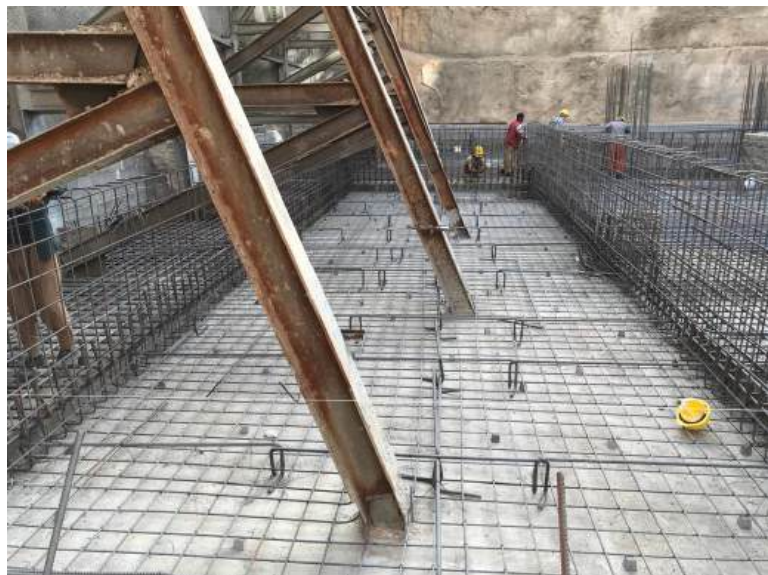
۴-۱۹-۹ آرماتورهای حرارتی در دال‌های با ضخامت بیش از ۲۰۰ میلی متر باید در دو لایه نزدیک به سطوح زیر و روی دال قرار داده شوند. در دال‌هایی با ضخامت کمتر می‌توان آن‌ها را در یک لایه قرار داد.

۵-۴-۱۹-۹ فاصله‌ی آرماتورهای حرارتی و جمع شدگی از یک دیگر نباید بیش از پنج برابر ضخامت دال و یا ۲۵۰ میلی متر در نظر گرفته شود.

۶-۴-۱۹-۹ آرماتورهای مورد استفاده برای مقاومت در مقابل تنش‌های ناشی از انقباض و حرارت باید قادر باشند که در همه جا تنش تسلیم R_y را در کشش توسعه دهند.



فونداسیون—تداخل مهاربند خاک



Mohammad.Banan@gmail.com



51



فونداسیون—تداخل مهاربند خاک

▪ ناشافولی مهاربند در محدوده فونداسیون

Mohammad.Banan@gmail.com



52



فونداسیون—تداخل مهاربند خاک

▪ ناشافولی مهاربند در محدوده فونداسیون

Mohammad.Banan@gmail.com



53



فونداسیون

▪ استفاده از رفتار کامپوزیت جهت کنترل تداخل ها

Mohammad.Banan@gmail.com



54

فونداسیون

Mohammad.Banan@gmail.com

- عدم اتصال نامناسب کل میخ به دلیل موقعیت جوشکاری



55



فونداسیون

Mohammad.Banan@gmail.com

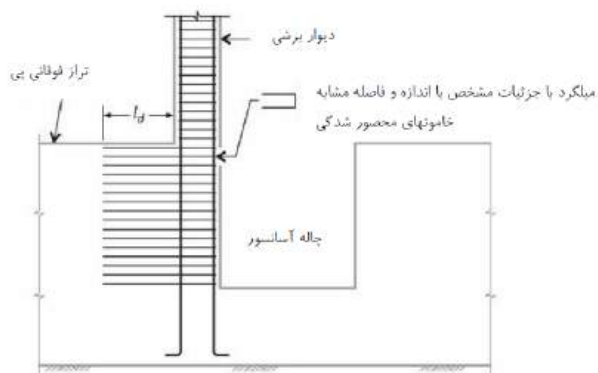
- اتصال کل میخ باید از قبل پیش بینی گردد



56



فونداسیون-چاله آسانسور



جزئیات آرماتورگذاری ناحیه اتصال دیوار برشی به کناره‌های فونداسیون

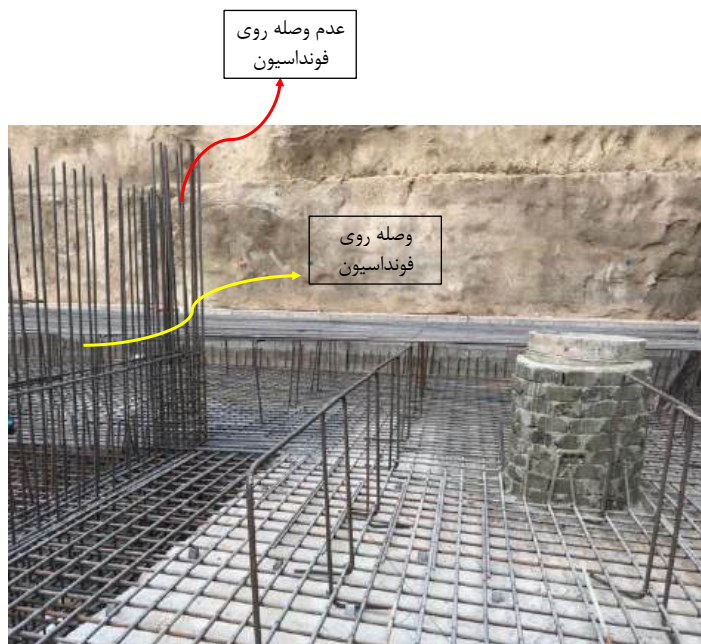
- محل وصله آرماتورهای ستون و دیوار برشی کنار چاله آسانسور

57



فونداسیون-چاله آسانسور

- محل وصله آرماتورهای ستون و دیوار برشی کنار چاله آسانسور



58





فونداسیون-چاله آسانسور

▪ محل وصله آرماتورهای ستون و دیواربرشی کنار چاله آسانسور

Mohammad.Banan@gmail.com

59



فونداسیون-چاله آسانسور

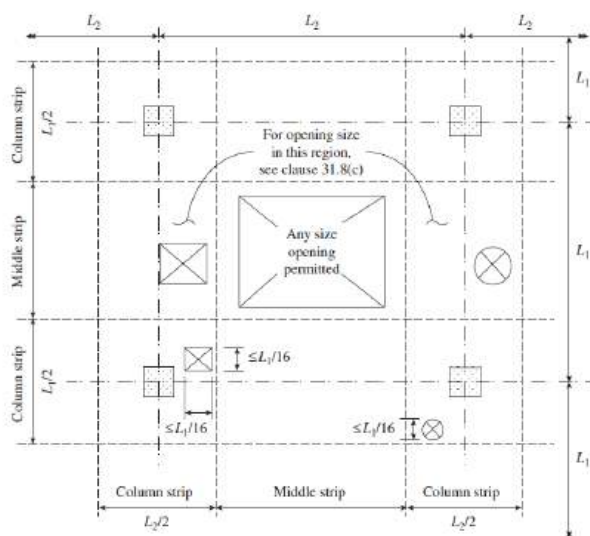
▪ راه حل مناسب کوپلینگ

Mohammad.Banan@gmail.com

60



فونداسیون-موقعیت چاه



۷-۶-۱۰-۹ بازشوها در سیستم دال‌ها

در سیستم دال‌ها می‌توان بازشوهایی با هر اندازه پیش‌بینی کرد؛ مشروط بر آن‌که با انجام تحلیل ویژه بتوان نشان داد که سیستم از مقاومت کافی برخوردار است و ضوابط مربوط به حالات حدی بهره‌برداری به‌ویژه ضوابط مربوط به خیز را تأمین می‌کند.

61

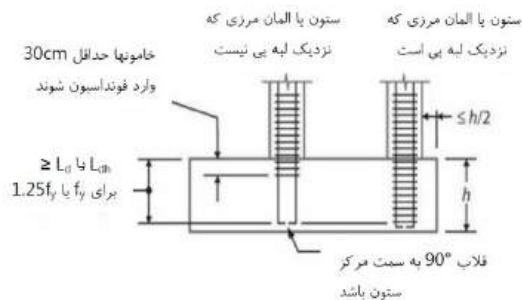


فونداسیون-موقعیت چاه

62



فونداسیون-ستونها و دیوارهای کناری



پیش بینی کمرش دیوارهای حائل و

خاموت ستونها در ضخامت فونداسیون

بعد از مش تحتانی پی

۴-۲-۹-۲۰-۹ در ستونها و یا اجزای لبه‌ی دیوارهای سازه‌ای ویژه که فاصله‌ی لبه‌ی آنها از لبه‌ی شالوده از نصف ضخامت شالوده کمتر است، باید از آرماتورهای عرضی مطابق ضوابط بندهای ۴-۳-۳-۶-۲۰-۹ تا ۲-۳-۳-۶-۲۰-۹ در قسمت فوقانی شالوده استفاده شود. این آرماتورها باید از روی شالوده به اندازه‌ی طول مهار آرماتورهای طولی ستون و یا جزء لبه‌ی دیوار برشی ویژه، که برای تنش f_y محاسبه شده است، در درون شالوده ادامه یابند.

63

فونداسیون-پشتبند دیوار حائل



64

فونداسیون-شمع



شمع زیر فونداسیون

خم میلگردها به سمت داخل و تداخل آنها

مهار دورپیچ در انتها

۳-۲-۹-۲۰-۹ در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار (صلب) به شالوده طراحی شده‌اند، باید ضوابط بند ۲-۲-۹-۲۰-۹ رعایت شوند؛ و در صورت نیاز به مهار قلاب‌دار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش باید دارای قلاب‌های با خم ۹۰ درجه به طرف مرکز ستون در نزدیک قسمت تحتانی شالوده باشند.

۴-۳-۶-۲۱-۹ مهار دورپیچ‌ها در هر انتها با پیچاندن یک و نیم دور اضافی دورپیچ تامین می‌شود.

65



دیوارهای سازه‌ای

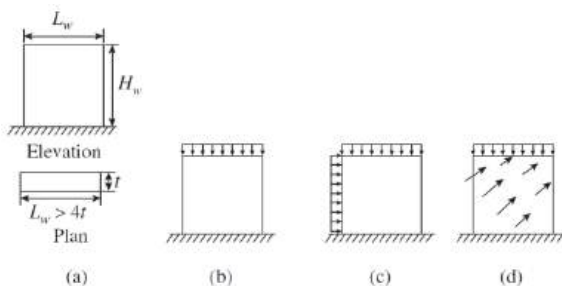


FIG. 16.1 Concrete wall and loads acting on it (a) Definition (b) Gravity loads (c) Lateral loads (d) Horizontal in-plane loads

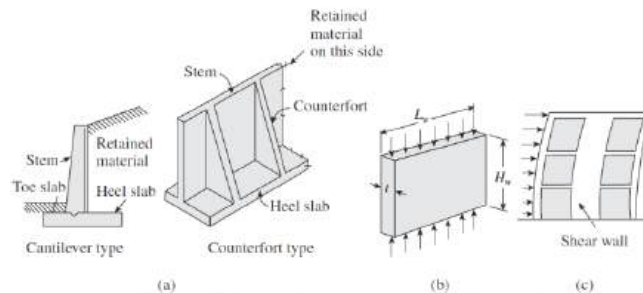


FIG. 16.2 Types of RC walls (a) Retaining walls (b) Load-bearing wall (c) Shear wall

66



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com

دیوار	wall	اعضای قائم با نسبت طول افقی به ضخامت بیش‌تر از ۳ که برای بار محوری، بار جانبی و یا هر دو طراحی می‌شوند.
دیوار پایه، جزر دیوار	wall pier	قطعه دیواری قائم که در آن نسبت طول افقی به ضخامت (l_w/h) مساوی یا کم‌تر از ۶ و نسبت ارتفاع به طول افقی (h_w/l_w) بزرگ‌تر از ۲ باشد.
دیوار حائل	retaining wall	دیواری که برای مقابله با فشار خاک یا مایع ساخته می‌شود.
دیوار حائل طره‌ای	retaining wall, cantilever	دیوار حائلی که به صورت یک دال طره‌ای ساخته می‌شود.

67



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com



68



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com



69



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com



70



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com



71



دیوار برشی

Mohammad.Banan@gmail.com



72





دیوار باربر-تکیه گاه رمپ

Mohammad.Banan@gmail.com



73



دیوار حائل همراه با پشتبند

Mohammad.Banan@gmail.com



74

دیوار حائل همراه با پشتبند



Mohammad.Banan@gmail.com

75



سازه بتن آرمه – ایالات متحده



Mohammad.Banan@gmail.com

76





سازه بتن آرمه – ایالات متحده

Mohammad.Banan@gmail.com

77



سازه بتن آرمه – ایالات متحده

Mohammad.Banan@gmail.com

78





سازه بتن آرمه – ایالات متحده

Mohammad.Banan@gmail.com

79



سازه بتن آرمه – ایالات متحده

Mohammad.Banan@gmail.com

80



دیوارهای سازه ای – محل انتقال بار

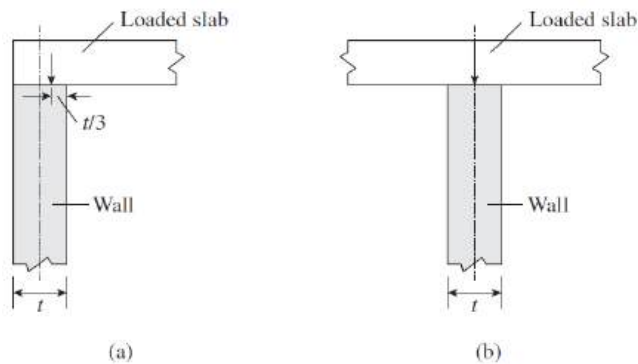


FIG. 16.3 Eccentricity of loads on walls (a) Slab on one side of the wall (b) Slab on both sides of the wall

81



دیوارهای سازه ای – جزئیات و رفتار دیوار

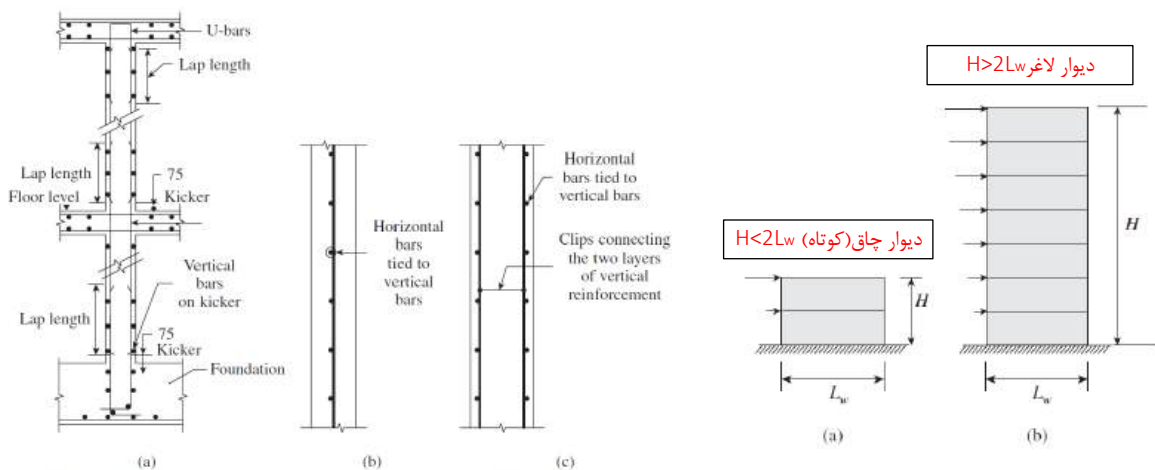


FIG. 16.5 Detailing of wall reinforcement as per SP 34:1987 (a) General section through the wall (b) Vertical section of wall with single layer of reinforcement (thickness less than 170 mm) (c) Vertical section of wall with double layer of reinforcement

Note: Horizontal bars are placed outside vertical bars

82



دیوارهای سازه ای – مکانیزیم های خرابی دیوارهای لاغر (طره ای)

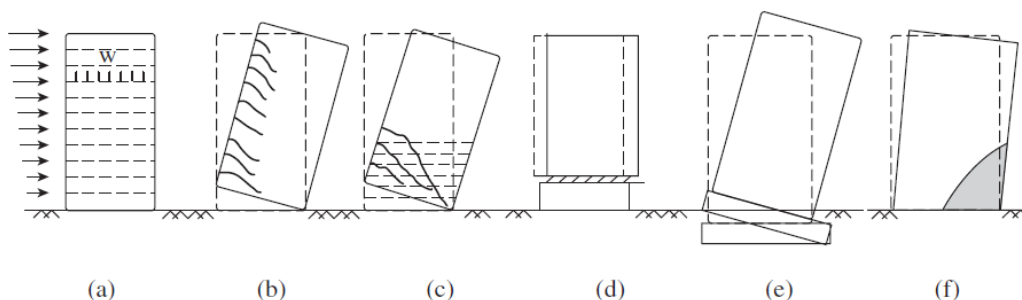


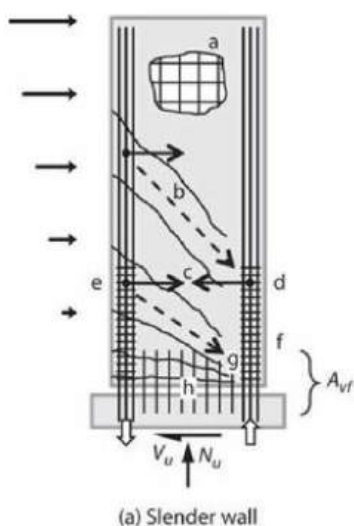
FIG. 16.28 Failure modes in cantilever walls (a) Wall (b) Flexural tension (c) Flexural shear (d) Sliding (e) Overturning (f) Flexural compression

دیوارهای لاغر تمایل به رفتار مشابه طره خمشی دارند و مود رفتار مطلوب در آنها تسلیم شکل پذیر خمشی بدون خرابی برشی است.

83



دیوارهای سازه ای – مکانیزیم های مقاومتی دیوارهای لاغر



- میلگرد توزیع شده a جهت کنترل ترک خوردگی جان لازم است
- نیروی برشی رفتار قطری فشاری b را ایجاد می کند، مولفه افقی این رفتار با میلگردهای برشی افقی c تحمل شده و در نواحی مرزی دیوار کاملاً مهار می شود (نواحی e, d)
- مولفه عمودی رفتار فشار قطری توسط افزایش نیروهای فشاری و کششی خمشی اجزای مرزی تحمل می شود. این حالت در ناحیه g به اوج خود می رسد.
- میلگردهای قائم برشی علاوه بر مقاومت در برابر مولفه عمودی فشار قطری، در ناحیه h مکانیزم برش اصطکاکی را در محل درز اجرایی مثل تراز روی فونداسیون یا درز سر دیوارها کنترل می کنند.

84



دیوارهای سازه ای – مکانیزم های خرابی دیوارهای چاق (کوتاه)

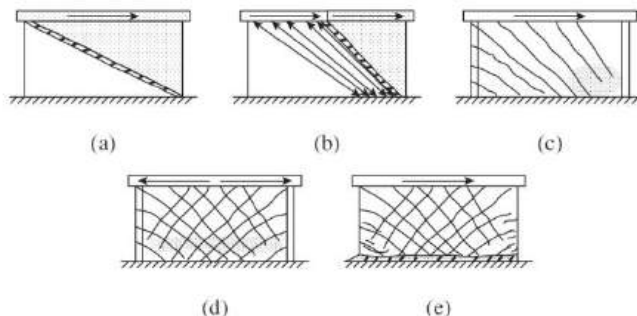


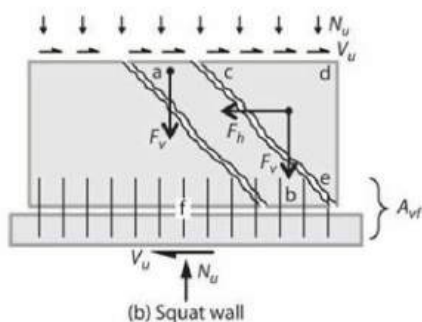
FIG. 16.29 Shear failure modes of squat structural walls (a) and (b) Diagonal tension (c) and (d) Diagonal compression (e) Sliding shear

دیوارهای چاق تمایل به تحمل نیروی جانبی از طریق مکانیزم قطری دارند. توزیع یکنواخت میلگردها در این دیوارها توصیه می شود.

85



دیوارهای سازه ای – مکانیزم های مقاومتی دیوارهای چاق

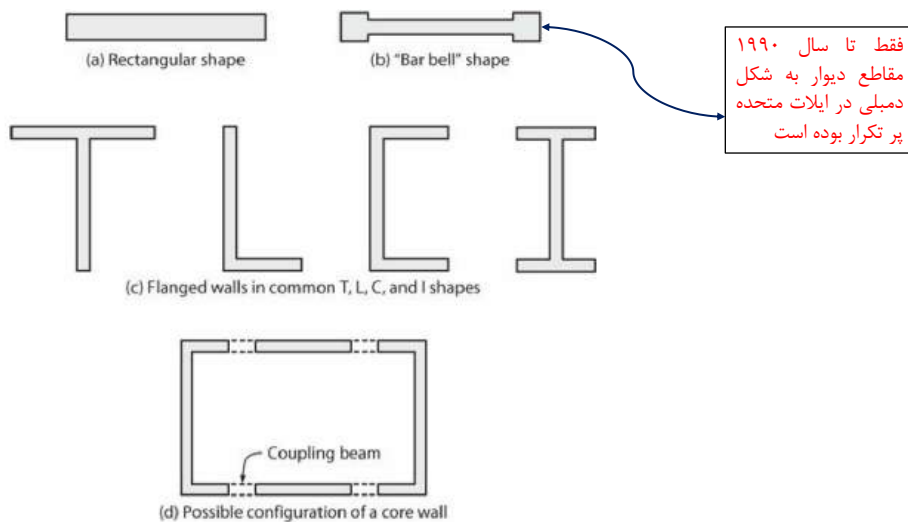


- این مکانیزم با این فرض که هیچگونه برشی توسط بتن در امتداد سطوح ترک خورده تحمل نمی شود، ساده سازی شده است.
- تعداد نیروهای افقی در قسمت cde نیاز به میلگرد افقی را جهت کنترل نیروی F_h ایجاب می کند.
- تعداد خمشی قطعه cde حول e یا قطعه ab حول b نیاز به میلگرد عمودی توزیع شده در مقابل F_v را ایجاب می کند. بنابراین در دیوارهای چاق (کوتاه) میلگردهای افقی و قائم برای تحمل برش لازم است.
- میلگردهای قائم برشی در ناحیه f مکانیزم برش اصطکاکی را در محل درز اجرایی تراز روی فونداسیون کنترل می کنند.

86



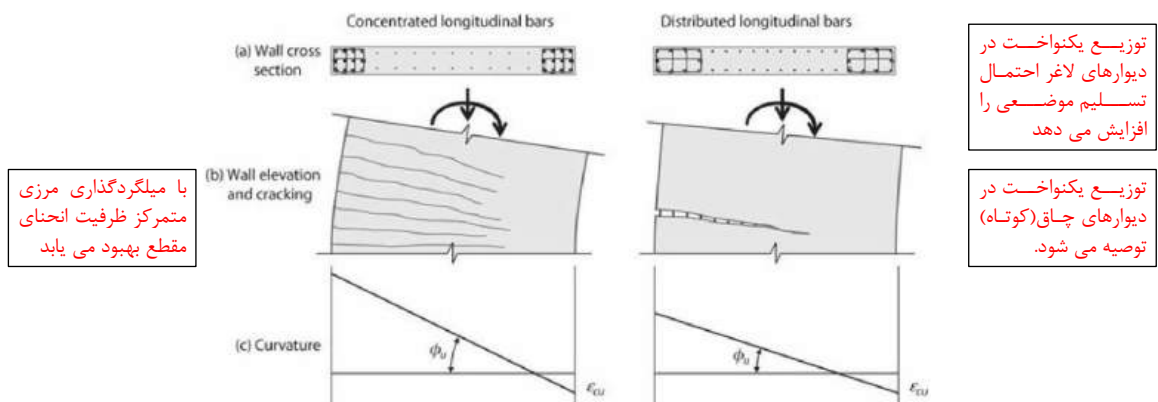
دیوارهای سازه ای – مقاطع دیوار



87



دیوار برشی – پاسخ خمشی دیوارهای لاغر

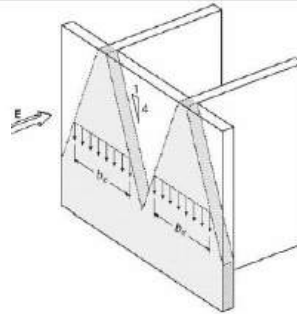
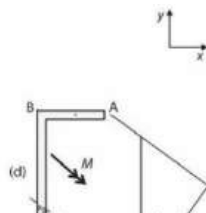
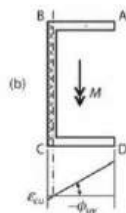
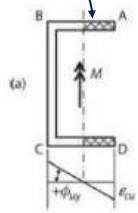


88

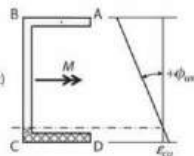


دیوار برشی - دیوارهای بالدار، عرض موثر

اگر ناحیه فشاری خمشی بدون بال باشد، عمق ناحیه فشاری افزایش می یابد. و محصور شدگی بیشتر در نقاط A و D نیاز است



عمق ناحیه فشاری کوچکتر در حالتی که یک بال در فشار قرار دارد (موارد b و c)



خمش قطری (در حالت پیچش می تواند ایجاد شود) و ناحیه فشاری که نیاز به محصورشدگی دارد

89

دیوار - درصد آرماتورها

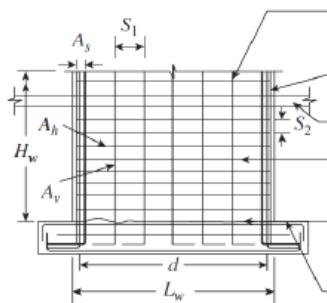


Table 11.6.1—Minimum reinforcement for walls with in-plane $V_u \leq 0.04\phi_a\lambda\sqrt{f'_c}A_{cv}$

Wall type	Type of nonprestressed reinforcement	Bar/wire size	f_y , MPa	Minimum longitudinal ⁽¹⁾ , ρ_l	Minimum transverse, ρ_t
Cast-in-place	Deformed bars	$\leq$ No. 16	≥ 420	0.0012	0.0020
		$\leq$ No. 16	< 420	0.0015	0.0025
	Welded-wire reinforcement	$\leq$ MW200 or MD200	Any	0.0015	0.0025
Precast ⁽²⁾	Deformed bars or welded-wire reinforcement	Any	Any	0.0012	0.0020
				0.0010	0.0010

⁽¹⁾Prestressed walls with an average effective compressive stress of at least 1.6 MPa need not meet the requirement for minimum longitudinal reinforcement ρ_l .

⁽²⁾In one-way precast, prestressed walls not wider than 3.6 m and not mechanically connected to cause restraint in the transverse direction, the minimum reinforcement requirement in the direction normal to the flexural reinforcement need not be satisfied.

11.6.2 If in-plane $V_u > 0.04\phi_a\lambda\sqrt{f'_c}A_{cv}$, (a) and (b) shall be satisfied:

(a) ρ_t shall be at least the greater of the value calculated by Eq. (11.6.2) and 0.0025, but need not exceed ρ_t required for strength by 11.5.4.3.

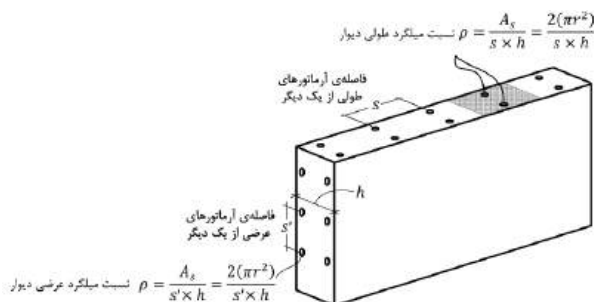
$$\rho_t \geq 0.0025 + 0.5(2.5 - h_w/\ell_w)(\rho_l - 0.0025) \quad (11.6.2)$$

(b) ρ_l shall be at least 0.0025

R11.6.2 For monotonically loaded walls with low height-to-length ratios, test data (Barda et al. 1977) indicate that horizontal shear reinforcement becomes less effective for shear resistance than vertical reinforcement. This change in effectiveness of the horizontal versus vertical reinforcement is recognized in Eq. (11.6.2); if h_w/ℓ_w is less than 0.5, the amount of vertical reinforcement is equal to the amount of horizontal reinforcement. If h_w/ℓ_w is greater than 2.5, only a minimum amount of vertical reinforcement is required (0.0025 h).

90

دیوار برشی—درصد آرماتور و تعداد شبکه



۹-۲۰-۷ دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)

۹-۲۰-۷-۲ آرماتورهای قائم و افقی

۹-۲۰-۷-۱ در دیوارهای سازه‌ای نسبت سطح مقطع آرماتور به کل مقطع دیوار در هیچ یک از دو امتداد قائم و افقی نباید کمتر از ۰/۰۲۵ باشد؛ مگر آن که نیروی برشی طرح دیوار، V_u ، از $0.083 A_{cp} \lambda \sqrt{f_c}$ تجاوز نکند. در این حالت برای حداقل میلگرد مورد نیاز افقی در دیوار، ρ_f باید ضوابط بند ۹-۱۳-۶ رعایت شوند.

۹-۲۰-۷-۲ 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_u استفاده می‌شود، باید به صورت ممتد بوده و در سطح صفحه‌ی برش توزیع شوند.

۹-۲۰-۷-۳ در دیوارهایی که در آن‌ها $h_{uw} \geq 2.0$ و یا $V_u > 0.17 A_{cp} \lambda \sqrt{f_c}$ باشد، به کارگیری دو شبکه‌ی میلگرد الزامی است.

91



دیوار برشی—نیاز یا عدم نیاز به سنجاقی در جان دیوار

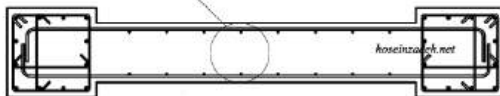
۹-۱۳ دیوارها

۹-۱۳-۷ جزئیات آرماتور گذاری

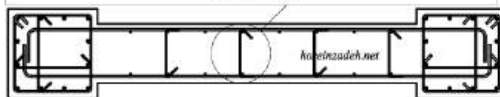
۹-۱۳-۴ تکیه‌گاه جانبی آرماتورهای طولی

۹-۱۳-۷-۱ در مواردی که به آرماتورهای طولی برای تامین مقاومت محوری فشاری نیاز است، و سطح مقطع کل آرماتور طولی A_{st} از یک درصد مساحت کل مقطع، $0.01 A_g$ ، بیش‌تر است، باید از تنگ‌های عرضی برای مهار آرماتورهای طولی استفاده شود.

میلگردهای قائم لازم نیست مهار شوند، اگر میلگرد های قائم برای تحمل فشار لازم نباشد، $A_s \leq 0.01 A_g$



میلگردهای قائم باید مهار شوند، اگر میلگرد های قائم برای تحمل فشار لازم باشد، $A_s > 0.01 A_g$

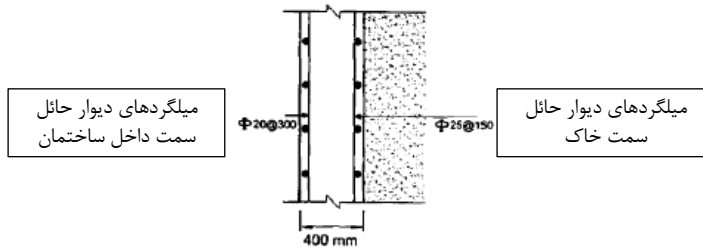


92



دیوار حائل – چیدمان میلگردها

۱۴- شکل روبرو مقطع قائم از یک دیوار حائل را نشان می‌دهد. براساس محاسبات میلگردهای قائم در طرف خاک $\Phi 25@150$ mm و در طرف دیگر $\Phi 20@300$ mm به عنوان میلگرد فشاری انتخاب شده است. برای این دیوار کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



۱) محصور کردن میلگردهای قائم الزامی است و از میلگردهای افقی دیوار می‌توان به این منظور استفاده کرد.

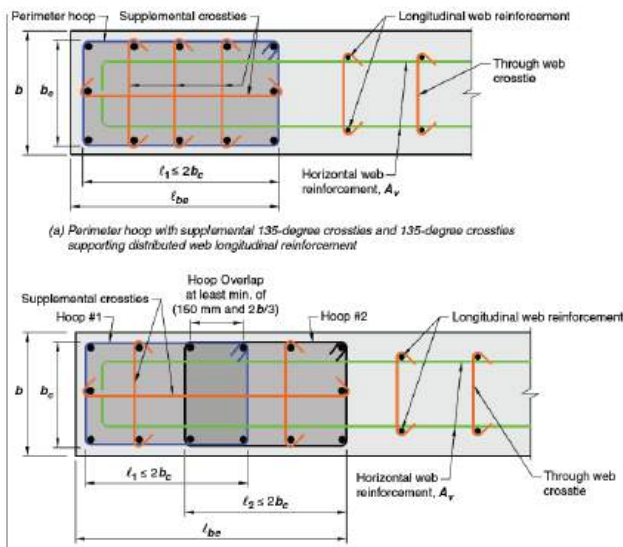
۲) محصور کردن میلگردهای قائم با خاموت الزامی است. ←

۳) مقدار میلگردهای قائم محاسباتی بیش از مقدار حداقل آیین نامه‌ای بوده و غیرمجاز است.

۴) محصور کردن میلگردهای قائم با خاموت از نظر محاسباتی ضرورتی ندارد.

93

دیوار برشی – انواع آرماتور



94

دیوار برشی - انواع آرماتور

Mohammad.Banan@gmail.com



95



دیوار برشی - انواع آرماتور

Mohammad.Banan@gmail.com



96



دیوار برشی - انواع آرماتور

Mohammad.Banan@gmail.com



97



دیوار برشی - انواع آرماتور

Mohammad.Banan@gmail.com

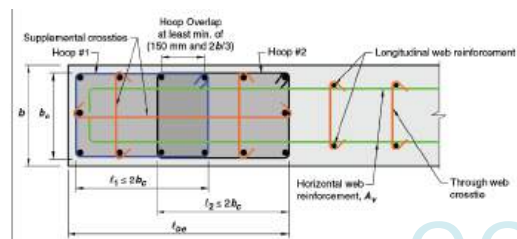
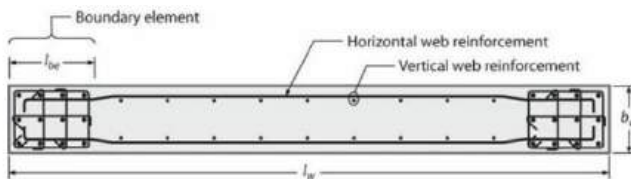


98



دیوار برشی—عدم وصله آرماتور برشی افقی و موقعیت آن

۹-۲۰-۳-۲ فاصله‌ی مرکز تا مرکز میلگردها از یک دیگر در هر دو امتداد قائم و افقی نباید بیش‌تر از ۲۵۰ 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.



دیوار برشی—محل قرارگیری آرماتور برشی افقی (کمرکش)

۲۰-۳-۲ آرماتورهای قائم و افقی

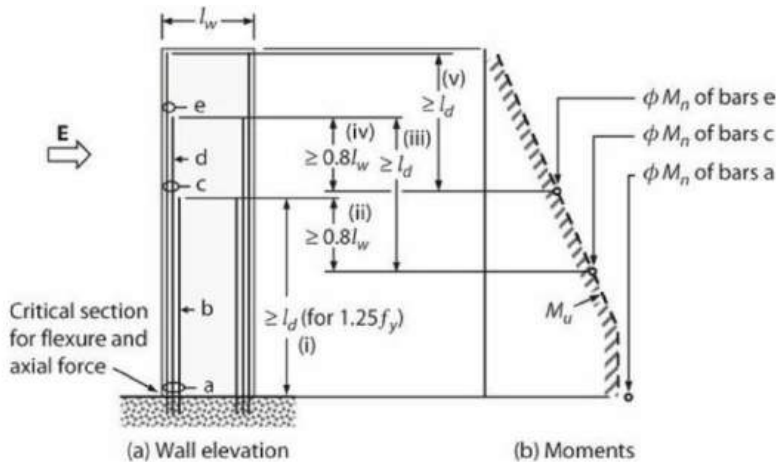
۲۰-۳-۲ آرماتورهای قائم و افقی

ت ۲۰-۳-۲-۱ حداقل آرماتورهای برشی با هدف کنترل عرض ترک‌های مورب تعیین شده‌است. الزام بند ۲۰-۳-۲-۲ درباره دو لایه آرماتور در دیوارهایی که برش قابل توجهی را تحمل می‌کنند براساس مشاهداتی است که نشان می‌دهد در شرایط ساخت و ساز معمول، احتمال نگهداشتن یک لایه آرماتور در وسط مقطع دیوار کم است. علاوه بر این، حضور آرماتور نزدیک به سطح، مانع از جدایی بتن در ترک‌های شدید در حین زلزله می‌شوند. الزام دو لایه آرماتور عمودی در دیوارهای لاغرتر، پایداری جانبی ناحیه فشاری را تحت بارهای چرخه ای بعد از تسلیم آرماتورهای کششی قائم افزایش می‌دهد. در صورتی که آرماتورهای افقی روی آرماتورهای قائم قرار داده شوند، وصله پوششی آرماتورهای قائم عملکرد بهتری خواهند داشت، شکل ۲۰-۱۳.



شکل ۲۰-۱۳ توزیع آرماتورهای افقی و قائم در دیوارها

دیوار برشی - محل قطع میلگردهای قائم

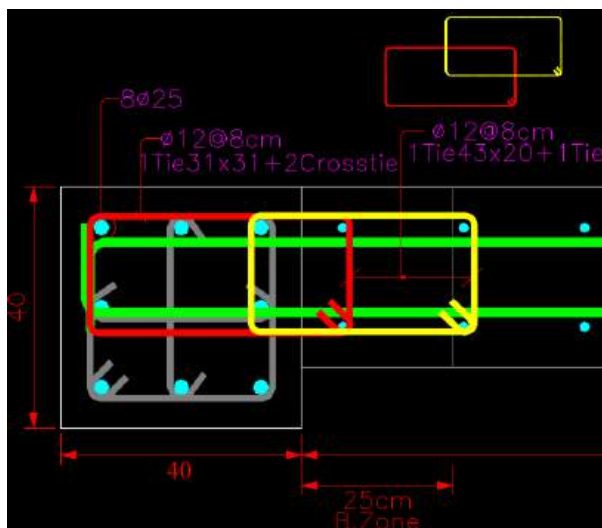


به توجه به اینکه این روش طاقت فرسا می باشد می توان از تکنیک تامین طول مهاری میلگرد از روی کف طبقه ای که به آن خمش نیاز نیست اکتفا کرد. گزارش نرم افزار محاسباتی در این خصوص بسیار مهم است (top section or Bot. Section)

101



دیوار برشی - عدم رعایت تقدم چیدمان میلگردها

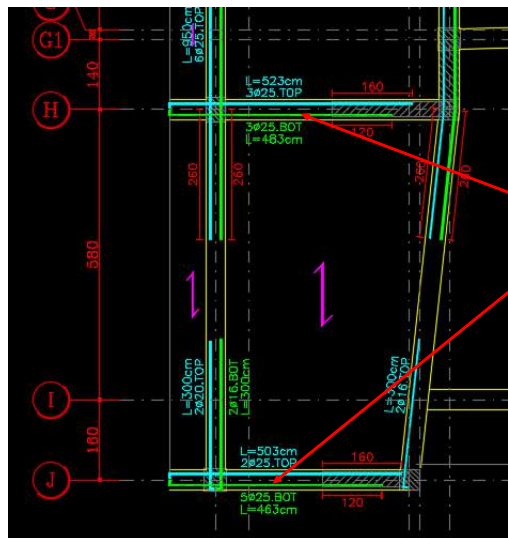


از آنجایی که الگوی دیوارهای برشی دمبلی در ساختمانهای ما حاکم است و احتمال ورود نواحی المان مرزی به داخل جان وجود دارد باید ابتدا چیدمان خاموتهای ویژه این نواحی را مشخص کرد سپس میلگردگذاری قائم لبه را به گونه ای انجام داد که حتما میلگردهای قائم در کنج خاموتهای دورگیر قرار گیرد

102



دیوار برشی - تیرهای عمیق اطراف دیوارهای برشی

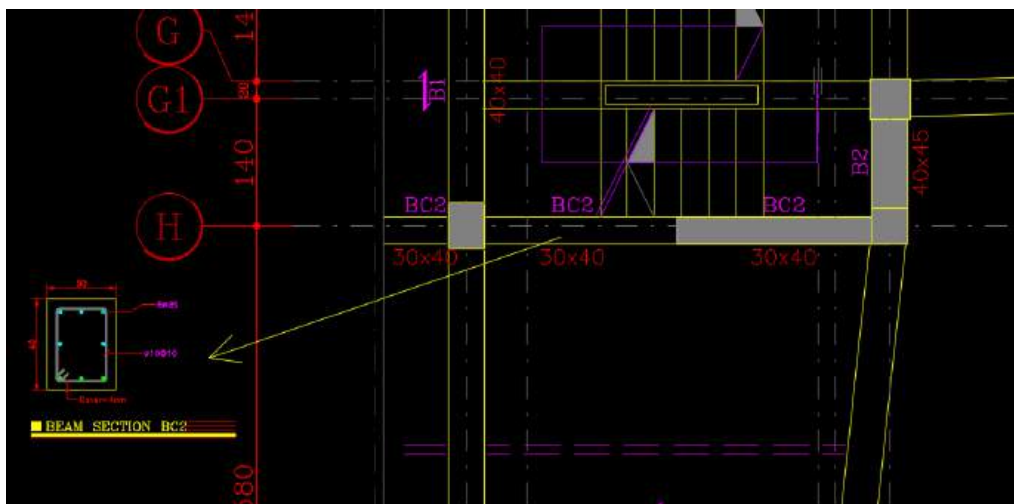


تمرکز شدید میلگردهای تقویتی در این تیرها به دلیل خروجی مدل نرم افزاری

105



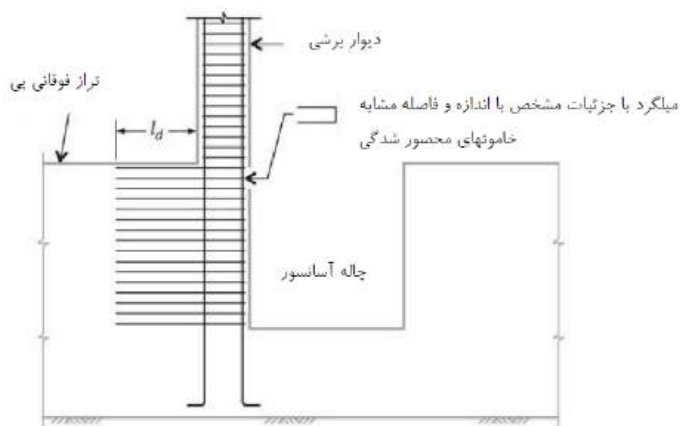
دیوار برشی - تیرهای عمیق اطراف دیوارهای برشی



106



دیوار برشی - دیوارهای برشی لب چاله آسانسور

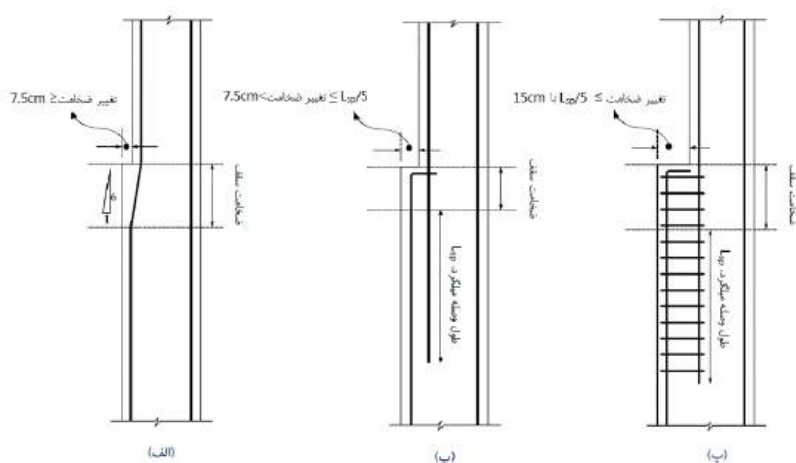


شکل ۴-۲۱، جزئیات آرماتورگذاری ناحیه اتصال دیوار برشی به کناره‌های فونداسیون

107



دیوار برشی - تغییر ضخامت دیوار در ارتفاع



شکل ۴-۲۲، جزئیات وصله میلگردهای قائم دیوار در محل تغییر ضخامت

108



دیوار برشی—بازرسی و نظارت ویژه

12.7 Additional Requirements

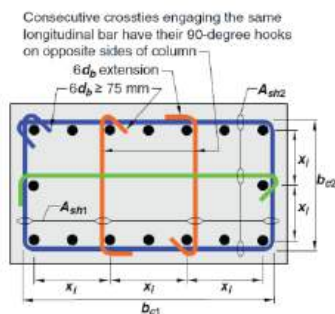
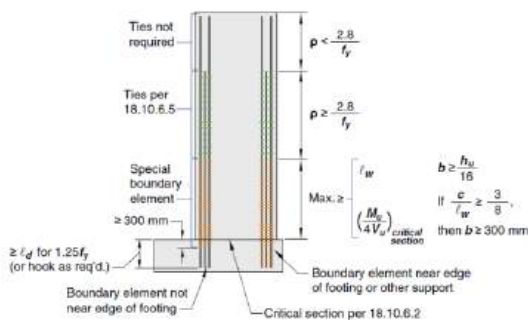
12.7.1 Special Inspection

Reinforced concrete special moment frames are complex structural elements whose performance depends on proper implementation of design requirements during construction. Therefore, wherever a special moment frame is used, regardless of the Seismic Design Category, continuous inspection of the placement of the reinforcement and concrete should be done by a qualified inspector. The inspector should be under the supervision of the licensed design professional responsible for the structural design or under the supervision of a licensed design professional with demonstrated capability for supervising inspection of construction of special moment frames. Continuous special inspection generally is interpreted to mean that the special inspector is on the site at all times observing the work requiring special inspection.

Generally, the special inspector is required to check work for conformance to the approved design drawings and specifications. Contract documents specify that the special inspector will furnish inspection reports to the building official, the licensed design professional, or other designated persons. Discrepancies are to be brought to the immediate attention of the contractor for correction, and then, if uncorrected, to the proper design authority and to the building official. A final signed report is to be submitted stating whether the work requiring special inspection was, to the best of the inspector's knowledge, in conformance with the approved plans and specifications and the applicable workmanship provisions of the Code.

به دلیل پیچیدگی جزئیات در سازه با شکل پذیری ویژه نظارت مستمر بر نحوه میلگردگذاری و بتن ریزی توسط بازرسی ذی صلاح ضروری است. بازرسی باید تحت نظارت طراح دارای صلاحیت یا تحت نظارت فردی حرفه ای و دارای صلاحیت که توانایی وی برای نظارت بر اجرای سازه ها با شکل پذیری ویژه محرز شده، انجام وظیفه کند. بازرسی ویژه باید به صورت تمام وقت در محل پروژه مستقر باشد.

109



دیوار برشی—آرماتورهای المان مرزی

Table 18.75.4—Transverse reinforcement for columns of special moment frames

Transverse reinforcement	Conditions	Applicable expressions	
A_{sh}/sb_f for rectilinear hoop	$P_u \leq 0.3A_g f'_c$ and $f'_c \leq 70 \text{ MPa}$	Greater of (a) and (b)	$0.3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (a)
	$P_u > 0.3A_g f'_c$ or $f'_c > 70 \text{ MPa}$	Greatest of (a), (b), and (c)	$0.09 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (b) $0.2k_f k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (c)

110

دیوار برشی — فاصله خاموتها در نواحی المان مرزی

Table 18.10.6.5(b)—Maximum vertical spacing of transverse reinforcement at wall boundary

Grade of primary flexural reinforcing bar	Transverse reinforcement required	Maximum vertical spacing of transverse reinforcement ⁽¹⁾	
420	Within the greater of ℓ_w and $M_u/4V_u$ above and below critical sections ⁽²⁾	Lesser of	$6d_b$ 150 mm
	Other locations	Lesser of	$8d_b$ 200 mm
550	Within the greater of ℓ_w and $M_u/4V_u$ above and below critical sections ⁽²⁾	Lesser of	$5d_b$ 150 mm
	Other locations	Lesser of	$6d_b$ 150 mm
690	Within the greater of ℓ_w and $M_u/4V_u$ above and below critical sections ⁽²⁾	Lesser of	$4d_b$ 150 mm
	Other locations	Lesser of	$6d_b$ 150 mm

⁽¹⁾In this table, d_b is the diameter of the smallest primary flexural reinforcing bar.

⁽²⁾Critical sections are defined as locations where yielding of longitudinal reinforcement is likely to occur as a result of lateral displacements.

جدول ۳-۲۰ فاصله قائم آرماتورهای عرضی در جز مرزی

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

(۱) قطر کوچک‌ترین آرماتور اصلی خمشی است.
(۲) مقطع بحرانی مقطعی است که در آن در اثر تغییرمکان جانبی، امکان جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد.

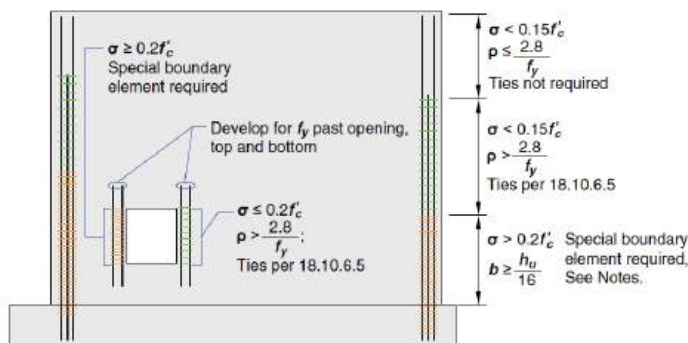
Mohammad.Banan@gmail.com

111



دیوار برشی — آرماتورهای المان مرزی

Mohammad.Banan@gmail.com



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.

(b) Wall and wall pier designed using 18.10.6.3, 18.10.6.4, and 18.10.6.5.

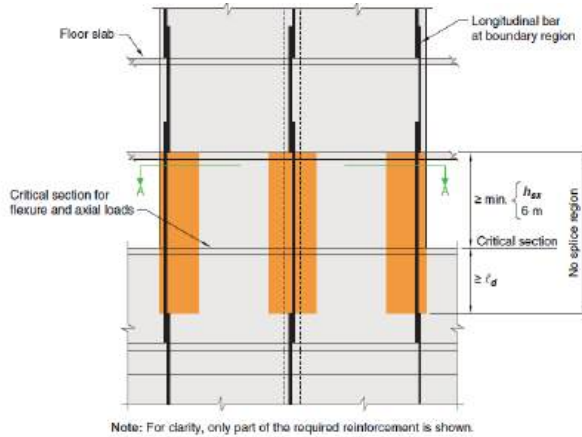
Fig. R18.10.6.4e—Summary of boundary element requirements for special walls.

روش کنترل مقاومت فشاری برای برآورد نواحی المان مرزی برای دیوارهایی که دارای مقطع بحرانی متعدد یا دارای بازشو هستند در نظر گرفته می شود.

112



دیوار برشی-وصله و مهار آرماتور



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

الف- آرماتورهای طولی، به جز در قسمت فوقانی دیوار، باید تا طولی برابر یا 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.

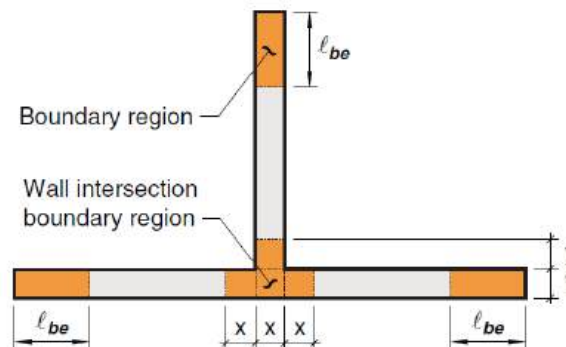
ب- در محل‌هایی که در اثر تغییر مکان‌های جانبی، احتمال تسلیم آرماتورهای طولی وجود دارد، طول مهاری آرماتورها باید $1/25$ برابر طول مهاری محاسبه شده برای تسلیم در کشش در نظر گرفته شود.

پ- در اتوآمی موزی در مقاطع بحرانی دیوار که در آن‌ها در اثر تغییر مکان‌های جانبی احتمال جاری شدن آرماتورهای طولی وجود دارد، استفاده از وصله‌های پوششی برای آرماتورهای طولی در طولی برابر با کم‌ترین دو مقدار ۶۱۰۰ میلی متر و ارتفاع طبقه، d_{ex} ، در بالای مقطع، و l_d زیر مقطع اجاز نمی‌باشد نیازی نیست طول d_{ex} را بیشتر از ۶۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفت. نواحی مرزی شامل قسمت‌های ذکر شده در بند ۴-۳-۷-۲۰-۹ (الف)، و قسمت‌هایی به اندازه‌ی ضخامت دیوار از بر دیوار در هر کدام از دیوارهای متقاطع در هر جهت می‌باشند.

113



دیوار برشی-وصله و مهار آرماتور



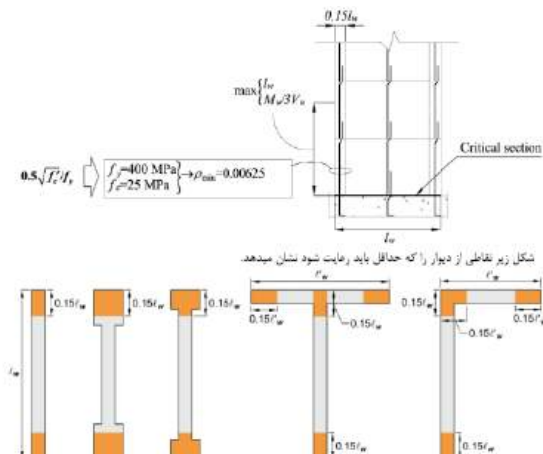
(b) Section A-A

Fig. R18.10.2.3—Wall boundary regions within heights where lap splices are not permitted.

114



دیوار برشی - آرماتورهای حداقلی



۹-۲۰-۷ دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)

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 قطعه‌ای قائم دیوار بوده و شرایط (الف) تا (ت) در آن‌ها رعایت شوند:

الف - درصد حداقل آرماتورهای طولی در هر 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 بیش از ۵۰٪ آرماتورهای مورد نیاز در بند (الف) در یک مقطع قطع شوند.

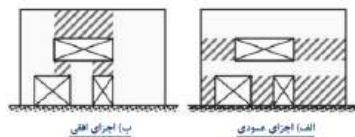
115



دیوار برشی - بازشو و تیر همبند

۴-۸-۱ اجزای قائم در دیوارهای کوتاه

اجزای قائم در دیوارهای کوتاه با پایه دیوارها، قطعات عمودی یک دیوار برشی هستند که توسط دو بازشو یا توسط یک بازشو و آیه دیوار به وجود می‌آیند. شواهد حاکم بر اجزای عمودی دیوارها در بسته به نسبت h_w/l_w و l_w/b_w در جدول زیر آورده شده است.

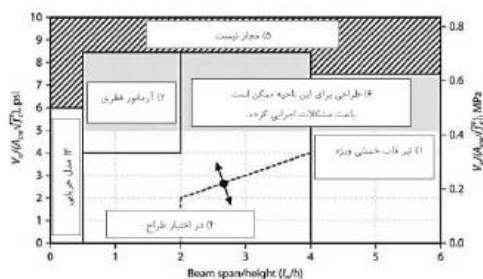


شکل ۴-۲۲. اجزاء عمودی و افقی دیوار برشی در مجاورت بازشوها

جدول ۴-۳. ضوابط طراحی حاکم بر اجزاء عمودی دیوارهای کوتاه (۱)

نسبت ارتفاع قطعه عمودی دیوار به طول قطعه عمودی دیوار (h_w/l_w)	نسبت طول قطعه عمودی دیوار به ضخامت دیوار (l_w/b_w)		
	$(l_w/b_w) \leq 2.5$	$2.5 < (l_w/b_w) \leq 6.0$	$(l_w/b_w) > 6.0$
$h_w/l_w < 2.0$	دیوار	دیوار	دیوار
$h_w/l_w \geq 2.0$	پایه دیوار باید مشابه یک ستون ویژه را طرح شود (خلعوت بسته در کل طول دیوار و درصد میلگرد حداقل ۱ درصد و ...)	پایه دیوار باید ضوابط طراحی ستون ویژه را برآورده کند یا از لحاظ برشی برای رازله Ω طرح شود.	دیوار

(۱) h_w ارتفاع خالص، l_w طول افقی، b_w عرض جان قطعات دیوار است.

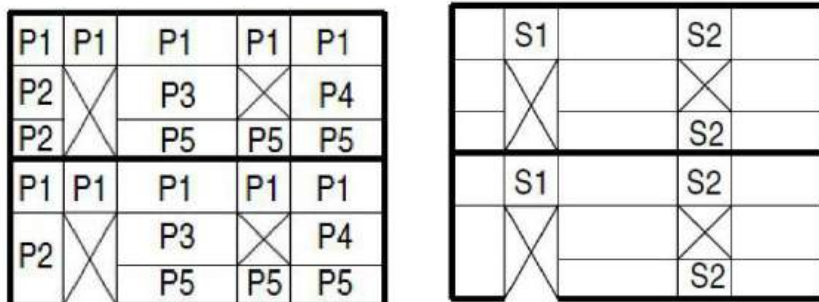


شکل ۴-۲۶. نواحی مختلف طراحی برای تیر رابط در دیوار کوتاه

116



دیوار برشی-بازشو و تیر همبند

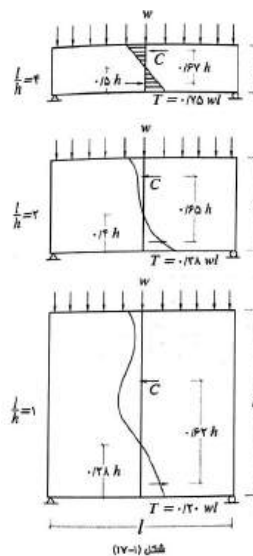
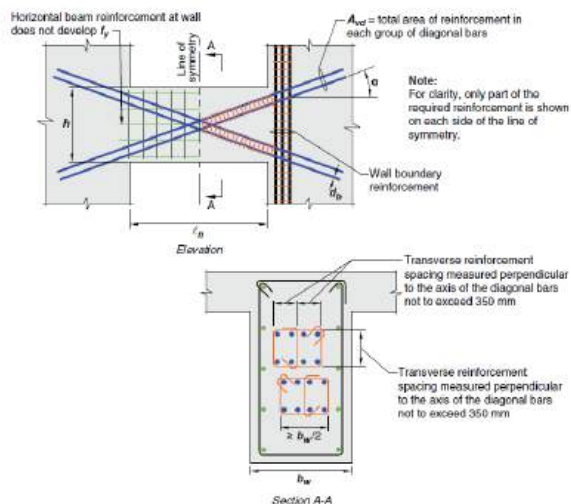


شکل ۴-۳۰، تعریف **Pier Label** و **Spandrel Label** در دیوارهای برشی دارای بازشو

117



دیوار برشی-بازشو و تیر همبند

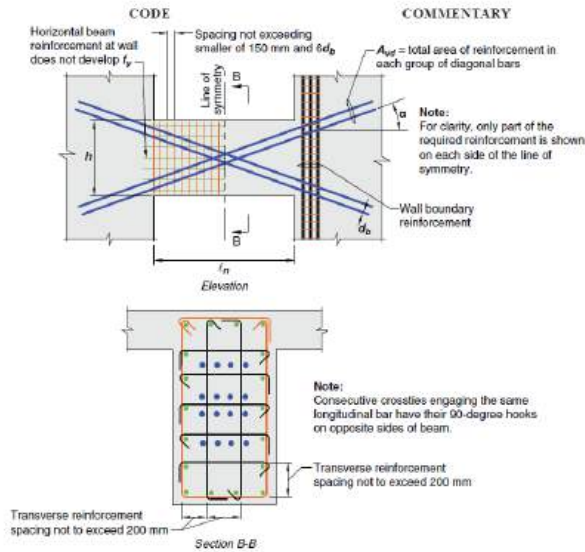


شکل (۱۷-۱)

118



دیوار برشی-بازشو و تیر همبند



119

با آرزوی سلامتی
و موفقیت