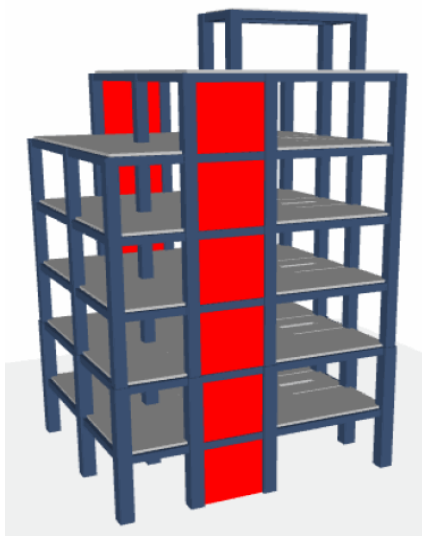


بایستی

راهنمای گام به گام

طراحی سازه های بتن آرمه ۱

(براساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران)



نگارش:

سید سعید حسینی ورزنده

دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تابستان ۱۳۹۵

(حق چاپ محفوظ است و کپی کردن بدون اجازه شرعاً حرام است)

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: خواص فولاد و بتن و اصول و مبانی طراحی ۱

۱-۱) مقدمه ۱

۲-۱) مصالح و اجزای بتن ۱

۱-۲-۱) سیمان ۱

۱-۲-۱-۱) سیمان های پرتلند ۲

۲-۱-۲-۱) سیمان های ویژه ۳

۲-۲-۱) سنگدانه ۴

۳-۲-۱) آب ۴

۴-۲-۱) مواد افزودنی ۵

۳-۱) طرح اختلاط ۵

۴-۱) مقاومت فشتری بتن ۶

۵-۱) ضوابط پذیرش بتن های مصرفی در کارگاه ۶

۶-۱) مقاومت کششی بتن ۷

۷-۱) عمل آوری ۷

۸-۱) تغییر شکل های بتن ۸

۱-۸-۱) جمع شدگی بتن ۸

۲-۸-۱) خزش بتن ۸

۹ (۳-۸-۱) تغییر شکل های بتن

۱۰ (۹-۱) درزهای بتن

۱۰ (۱۰-۱) ضخامت مناسب برای پوشش بتن روی میلگردها

۱۱ (۱۱-۱) تسلیح بتن

۱۱ (۱-۱۱-۱) میلگردهای فولادی

۱۱ (۲-۱۱-۱) میلگردهای کامپوزیتی

۱۲ (۳-۱۱-۱) فولاد پیش تنیدگی

۱۲ (۱۲-۱) اصول تحلیل و طراحی

۱۲ (۱-۱۲-۱) مشخصات مکانیکی مصالح

۱۲ (۲-۱۲-۱) اثر ترک خوردگی

۱۳ (۳-۱۲-۱) روش های تحلیل سازه

۱۴ (۴-۱۲-۱) اعضای سازه ای

۱۴ (۵-۱۲-۱) اهداف طراحی

۱۴ (۶-۱۲-۱) روش های طراحی

۱۵ (۷-۱۲-۱) طراحی در حالت حدی نهایی مقاومت

۱۶ (۱-۷-۱۲-۱) نیروی ایجاد شده در مقطع در حالت حدی نهایی

۱۶ (۲-۷-۱۲-۱) نیروی مقاوم

۱۶ (۸-۱۲-۱) کنترل در حالت بهره برداری

۱۷ **فصل دوم: طراحی اعضا تحت خمش**

۱۷	۱-۲) فرضیات محاسباتی
۱۷	۲-۲) نمودارهای محاسباتی
۱۷	۳-۲) بررسی رفتار تیر بتن آرمه تحت خمش
۲۰	۴-۲) انواع گسیختگی عضو خمشی
۲۰	۵-۲) تعاریف و بلوک فشاری معادل
۲۱	۶-۲) نسبت فولاد متناظر با شکست متعادل (گام به گام)
۲۲	۷-۲) طراحی تیر مستطیلی با فولاد کششی تنها (گام به گام)
۲۴	۸-۲) محاسبه لنگر مقاوم مقطع مستطیل با فولاد کششی تنها (گام به گام)
۲۴	۹-۲) طراحی مقطع مستطیل با فولاد مضاعف (گام به گام)
۲۵	۱۰-۲) محاسبه لنگر مقاوم مقطع مستطیلی با فولاد کششی و فشاری (گام به گام)
۲۷	۱۱-۲) طراحی مقاطع T شکل (گام به گام)
۲۸	۱۲-۲) محاسبه لنگر مقاوم مقطع T با فولاد کششی تنها (گام به گام)
۲۹	۱۳-۲) محاسبه لنگر مقاوم مقطع T شکل با فولاد مضاعف (گام به گام)
۳۱	۱۴-۲) تفاوت آبا با مبحث نهم در مبحث خمش
۳۱	مثال های حل شده
۳۷	فصل سوم: طراحی اعضا تحت برش
۳۷	۱-۳) مقدمه
۳۹	۲-۳) رفتار تیرهای بتن مسلح تحت برش

۳-۳	تحلیل برش در تیرهای بتن مسلح با مدل خریایی	۴۰
۴-۳	طراحی برشی مقاطع بتن آرمه (گام به گام)	۴۱
۵-۳	برش اصطکاکی (گام به گام)	۴۵
۶-۳	تفاوت آبا با مبحث نهم در مبحث برش	۴۶
۴۷	مثال حل شده	
۴۸	فصل چهارم: طراحی اعضا تحت پیچش	
۴-۱	مقدمه	۴۸
۴-۲	طراحی مقاطع تحت پیچش خالص (گام به گام)	۵۰
۴-۳	طراحی مقاطع تحت پیچش و برش و خمش (گام به گام)	۵۱
۵۳	مثال حل شده	
۴-۴	تفاوت آبا با مبحث نهم در مبحث پیچش	۵۶
۵۶	فصل پنجم: طراحی اعضا تحت کشش	
۵-۱	مقدمه	۵۶
۵-۲	طراحی اعضا کششی (گام به گام)	۵۶
۵۷	مثال حل شده	
۵۸	فصل ششم: مهار و وصله میلگردها	
۶-۱	مقدمه	۵۸
۶-۲	طول گیرایی مستقیم میلگردهای کششی (گام به گام)	۵۹

۳-۶ طول گیرایی مستقیم میلگردهای فشاری (گام به گام) ۶۰

۴-۶ طول گیرایی میلگردهای قلابدار در کشش (گام به گام) ۶۰

۵-۶ ضوابط مهار آرماتورهای برشی در جان ۶۱

۶-۶ وصله میلگردها ۶۲

۶-۶-۱ وصله پوششی میلگردهای کششی ۶۲

۶-۶-۲ وصله پوششی میلگردهای فشاری ۶۲

۶-۷ ضوابط قطع آرماتورهای خمشی ۶۳

۶-۷-۱ ضوابط کلی قطع میلگردها برای لنگر خمشی مثبت و منفی ۶۳

۶-۷-۲ ضوابط خاص قطع آرماتور خمشی مثبت ۶۴

۶-۷-۳ ضوابط خاص قطع آرماتور خمشی منفی ۶۴

۶-۷-۴ روش گام به گام قطع میلگردها (گام به گام) ۶۵

مثال حل شده ۶۶

۸-۶ تفاوت آبا با مبحث نهم در مبحث مهار و وصله آرماتور ۷۰

منابع و مراجع ۷۰

* فصل پنجم: طراحی اعضا تحت کشش *

۵-۱) مقدمه

در صورتی که بتوان مجموعه نیروهای مؤثر بر یک طرف از مقطع را با یک نیروی کششی که مولفه محوری عضو است و از مرکز سطح آن نیز می‌گذرد جایگزین کرد؛ آن مقطع تحت کشش محوری قرار دارد. لوله‌های بتنی، منابع ذخیره سیالات مثل آب و نفت، کش‌های مهارها، شازرها و بعضی اعضا خرابه‌ها و تیرهای از ستاره‌های تحت کشش هستند. همچنین ستون‌های پوشه ساختمان در اثر بارهای جانبی تحت نیروی کشش و خمش (خمش منقلب) قرار دارند که طراحی آنها در فصل آینده بیان می‌شود.

باقی‌مانده متادست نامیزه‌ترین حد کشش طراحی به طول می‌خاست که کل نیروی وارده را میلگرهای طولی که به صورت ستارن در مقطع قرار می‌گیرند تحمل می‌کنند. فکشن بتن به عنوان بخش میلگرها و طول‌گیری آنها از فوردی و محبت آب بتنی منابع و لوله‌ها و عامل اتصال بار به میلگرها است که بر اساس حالات صریح بر روی ابعاد مقطع بتنی مشخص می‌شود.

۵-۲) طراحی اعضا کششی

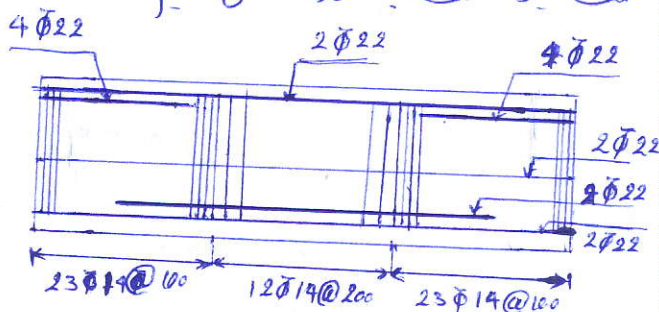
کام‌ل: (محاسبه و انتخاب میلگر طولی و عرضی)

ابتدا با تحلیل سازه و ترکیب بارهای صریح و نامریح N_u را محاسبه می‌کنیم و داریم:

$$A_s = \frac{N_u}{f_y} \quad \text{و} \quad f_y = 0.85 f_c$$

حال میلگرهای طولی درین محاسبه را تأمین می‌کنند انتخاب می‌کنیم و همچنین از ضوابط حایا نورمینگ با قطر یک سوم قطر میلگرهای طولی و نیز کمتر از ۶ استفاده می‌کنیم و فاصله آنها را به اندازه کوچکترین بعد مقطع انتخاب می‌کنیم. محاسبه فاصله بین خاموت‌ها کمتر از ۲۵۰ در نظر گرفته شود.

از خاموت بسته به قطر ۱۴ و فاصله ۲۵۰ استفاده می‌کنیم. در صورتی که کمتر از ۰.۲۵ است می‌توانیم از خاموت استفاده کنیم ولی برای کل پذیری تیر در این سمت نیز خاموت به فاصله ۲۵۰ می‌گذاریم.



۴-۴) تفاوت آب با سیم در محبت

در آب شتاب مربوط به بتن است در نظر گرفته نمی‌شود و کمتر ترک خوردگی از رابطه مقابل بدست می‌آید

$$T_{cr} = 2 \left(\frac{A_c^2}{P_c} \right)$$

معادله فولاد عرضی بر تحمل اثر تمام بتن و همچنین از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$(A_v + 2A_t)_{min} = 0.35 \frac{b_w s}{f_{yv}}$$

در آب برای تعیین کفایت مقطع توپر باید رابطه زیر برقرار شود:

$$\frac{V_u}{b_w d} + \frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \leq 0.25 f_{cd}$$

در محبت سیم مقادیر ملی ساختمان بیان می‌شود که تمام

میلگرهای بتنی (فولادهای طولی به علاوه خاموت‌های بسته و دایورینگ‌ها)

معادله در طولی برابر با برترین بعد عضو از نقطه‌ای که دیگر نیاز به مقاومت

بتنی نیست ادامه یافته و به صورت مناسب مهار شوند ولی در

آیین نامیه‌ها (آب) گفته می‌شود حداقل در طولی برابر با $d + d$

(d عرض و d ارتفاع مؤثر) ادامه یابد.

* فصل ششم : محار و وصله میلر و ها *

(۱-۶) مقدمه :

در اغلب افعای بن سطح بارهای ولره مستقیماً بر سطح بنی اعمال شده و لذا میلرهای موجود در عضو به واسطه اتصال و یوستکی بن بن و تولد تحت تنش قرار می گیرند. مسئله ناسن یوستکی بن بن و تولد از مضایات اساسی و مهم در طراحی سازه های بن آرمه است چرا که این پدیده عامل عدم لغزش و انتقال نیزه بن در حال اصط در صورت بروز لغزش، پایداری اجزا و مقاومت در برابر تنش های ایجاد شده حاصل نخواهد شد. عوامل مؤثر بر یوستکی بن و تولد به شرح زیر است :

الف) شرایط سطح میلر : سطح زیر میلر ها اصططاک و یوستکی بن بن و تولد را افزایش می دهد. لذا استفاده از فولاد آجدار به سبب مؤثر تر از فولاد صاف می باشد. به این دلیل موجب عدم لغزش ملل ساقمان اجازه استفاده از میلر های آجدار را (خبر در حوضیج ها) می دهد و آیین نامه بن ایران تنش یوستکی میلر آجدار را دو برابر میلر صاف در نظر می گیرد.

ب) قطر میلر : بر اساس تجربیات موجود، با کاهش قطر میلر ها مقاومت یوستکی افزایش می یابد.

ج) موقعیت میلر ها : در تیرهای بن مسلح میلر های تحتانی و محبت محبتی از نظر یوستکی ولره چون با افزایش نیروی قائم که ناشی از وزن بن روی میلر ها است نیروی اصططاک نیز افزایش می یابد. همچنین میلر های فوقانی به دلیل جمع شدگی

بن و محبتی وجود مضاف بر این میلر ها یوستکی کمتری ولره. (د) شرایط محصور شدگی : با کاهش عامله بن خاموت ها محصور شدگی بن و میلر ها لغزش می یابد و با افزایش نیروی فشاری ناسن از محصور شدگی یوستکی لغزش می یابد.

ه) عامله بن میلر ها و سطح بن : افزایش عامله بن میلر ها باعث کاهش تاخلف ناصیه یوستکی میلر ها می شود و شرایط یوستکی افزایش می یابد. همچنین در صورت استفاده از فولاد میلر ها محیط مؤثر کاهش می یابد و یوستکی بن بن و میلر کاهش می یابد.

آز میلر های کششی به جانب کاملاً محار در بن باقی میماند به علت وجود خاموت های دور گذارنده، تنش های یوستکی منحنی بیش از حد باعث تسهیل یوستکی می شوند، ناشر محبتی برای لغزش محبتی نخواهد گذاشت. بنابه همین دلیل آیین نامه بن ایران و محبت عدم لغزش ملل ساقمان کنترل تنش های یوستکی را هدف نموده و نقطه همکار کامل میلر ها در داخل بن را گذارنده بدین معنی که اثر ملل محاری کامی در هر دو طرف مقطع وجود داشته باشد، حتی اگر تنش یوستکی منحنی در شطع بالا باشد. مارتی که میلر ها در طای خود تلفزند، یکبار چلی سازه بارها است. ملل محبت عدم لغزش ملل ساقمان و آبا محار را مانده در بن باقی اندیش های زیر با ترکیب آنها انجام می شود :

- طول برداری مستقیم با استفاده از یوستکی موجود بن بن و تولد

- ایجاد قلاب در انتهای آرماتور

- به کارگیری وسایل مکانیکی در طول آرماتور

(۲) طول تیرهای مستقیم میلگردهای گسشی:

طول تیر برای طولی است که در امتداد آن میلگردی در تاشش

تیر یک تحت تنش قرار گرفته است، تیر می خورد از طریق اصطکاک جدار به بتن منتقل می نماید به عبارت دیگر طول

لازم بین خط جدا کردن تاش در میلگرد (قطعی که باور نمای مودر

برابر متادمت متعادل است) و انتهای میلگرد، طول تیر برای نامیده می شود

$$A_s f_s = \pi d_b^2 f_s = \pi d_b f_b f_s$$

$$\Rightarrow d_b = \frac{f_s}{4 f_b} d_b$$

در رابطه فوق d_b با طول تیر برای در تاش و d_b قطر میلگرد و f_s تنش

تیر آن و f_b تنش پوسته بین بتن و فولاد است. با توجه

به این رابطه و انتخاب مناسب f_b محاسبه طول تیر برای میلگرد

گسشی بر اساس محبت هم مقررات ملی ساختمان به صورت

زیر انجام می شود:

تأمین اول: α (معین α, β, γ)

ضریب α (ضریب موافقت):

$\alpha = 1.3$ اگر تیر میلگرد در طول $3d_b$ بتن باشد

$\alpha = 1$ اگر تیر میلگرد کمتر از $3d_b$ بتن باشد

ضریب β (ضریب انحراف):

$\beta = 1.5$ اگر انحراف انحرافی داشته باشد و عامله آراده ها کمتر

از $6d_b$ و عامله پوشش آنها کمتر از $3d_b$ باشد

اگر انحراف انحرافی نداشته باشد ولی شرایط فوق برقرار نباشد

$\beta = 1$ اگر انحراف انحرافی نداشته باشد

انحرافی یعنی رزین است که به منظره جوی تیرهای از خود می

بردهای سطح میلگرد انحرافی کنند در اکثر مواقع از این اندر استاده

می شود و $\beta = 1$ فرض می شود.

ضریب γ (ضریب قطر):

$\gamma = 0.8$ اگر $d_b \leq 20 \text{ mm}$

$\gamma = 1$ اگر $d_b > 20 \text{ mm}$

ضریب λ (ضریب نوع بتن):

$\lambda = 1$ برای بتن های معمولی

$\lambda = 1.3$ برای بتن های سبک

تأمین دوم: (محاسبه ضریب $\frac{C + k_{tr}}{d_b}$)

$C = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{فاصله مگر فاشنگ تیر} \\ \text{فاصله مگر به مگر میلگرد} \\ \text{در مگر محل تعلق باولنگی} \end{array} \right\}$

$$k_{tr} = \frac{0.12 A_{tr} f_{sd}}{s_n} \Rightarrow \frac{C + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5$$

در رابطه فوق A_{tr} سطح مقطع کل فولاد عرضی است که به عامله S

لازم قرار دارند در امتداد محور مگر سازه میلگرد ها که در چهار یا و سه می شوند هستند

همچنین n تعداد میلگرد ها است که در مگر محل چهار یا و سه می شوند

توضیح می شود برای اطمینان شدن طرح این ضریب محاسبه شود

ولی برای سمولف در محاسبات می توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

$$\frac{C + k_{tr}}{d_b} = 1.5 \left\{ \begin{array}{l} \text{فاصله آراده میلگرد ها} \\ \text{و پوشش های میلگرد ها} \\ \text{و حداقل آراده مگر به مگر} \end{array} \right.$$

$$\frac{C + k_{tr}}{d_b} = 1.5 \left\{ \begin{array}{l} \text{فاصله آراده میلگرد ها} \\ \text{و پوشش های میلگرد ها} \end{array} \right.$$

$$\frac{C + k_{tr}}{d_b} = 1$$

در سایر موارد:

$$\frac{C + k_{tr}}{d_b} = 1$$

همواره باید کوپتر کمتر از 2.5 باشد

کام سوم: (محاسبه طول تیرهای کشش)

$$d_{ld} = \max \left\{ \left[\frac{0.86 f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} \times \frac{\alpha_B \lambda}{(c + k_{tr})} \right] d_b, 300 \text{ mm} \right\}$$

$$f_{cd} = \phi_c f_c \quad , \quad f_{yd} = \phi_s f_y$$

اگر آرماتور به کار رفته در مقطع بیشتر از آرماتور لازم بر اساس محاسبات باشد می توانیم به کار در فترت زیر فترت کمتر و طول تیر به راکا هفتی دیم: مقدار آرماتور مصرفی / مقدار آرماتور

۶-۲) طول تیرهای مستقیم میلگردهای فشاری و

کاهش طول فولاد فشاری به دلیل اثر پواسون باعث انقباض عرضی میلگرد می شود و این موضوع باعث چسبندگی و انتقال مستقیم فولادوتش می گردد. به این دلیل طول تیرهای میلگرد در فشار کمتر از کشش است. محاسبه مقررات ملی ساختمان حداقل طول تیرهای میلگرد ها در فشار را به صورت زیر

$$d_{dc} = \max \left\{ 0.24 \frac{f_{yd}}{\sqrt{f_{cd}}} d_b, 0.05 f_{yd} d_b, 200 \text{ mm} \right\}$$

اگر آرماتور به کار رفته در مقطع بیشتر از آرماتور لازم بر اساس محاسبات باشد می توانیم به کار در فترت زیر فترت کمتر و طول تیر به راکا هفتی دیم: دلی طول تیرهای در فشار زیاد کمتر از 200 mm در نظر گرفته شود مقدار آرماتور لازم = فترت افتاده آرماتور / مقدار آرماتور مصرفی

نکته (نمره میلگرد): طول تیرهای نمره میلگردهای معمولی و

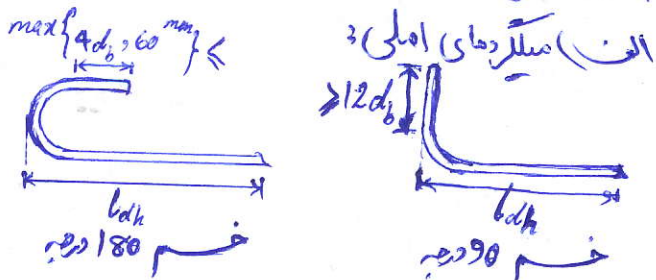
چهار تایی باید به ترتیب 1.2 و 1.33 برابر طول تیرهای

یک میلگرد تنها در نظر گرفته شود و برای نمره های در تایی نیازی به افزایش طول تیرهای نیست. باید به این نکته

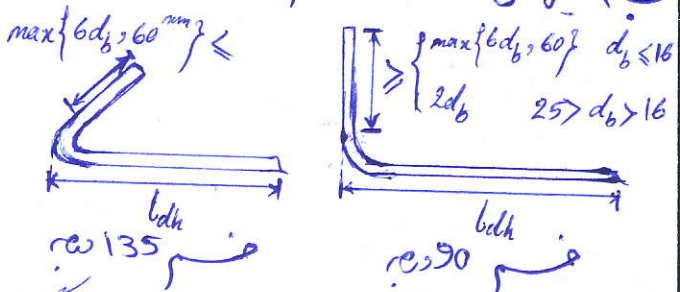
توجه کرد که در تعیین فترت $\frac{c + k_{tr}}{d_b}$ باید به جای d_b از $d_b \sqrt{N}$ استفاده شود که N تعداد میلگرد ها در گروه میلگرد است.

۶-۳) طول تیرهای میلگردهای تکی در کشش

وقتی توان طول تیرهای مستقیم در کشش را تأمین نمود، لازم است که در انتهای میلگرد یک قلاب که به صورت ۱۸۰ درجه (نیم طریقه یا قلاب انتهای)، ۱۳۵ درجه (چنگ) یا ۹۰ درجه (کونا) است، تأمین نمود. استفاده از قلاب در میلگرد های فشاری بی اثر است و طبق محاسبه مقررات ملی ساختمان قلاب ها به صورت زیر استاندارد می شوند:



ب) میلگرد های خاموت و تقسیم



حاصل قطر داخلی خم جا جری میلگرد های افقی و عمودی های با قطر برابر یا

- مهره ای ۱۶ به صورت زیر است:
- $r_{min} = 6d_b \leftarrow d_b < 28$
- $r_{min} = 8d_b \leftarrow 28 \leq d_b \leq 34$
- $r_{min} = 10d_b \leftarrow 36 \leq d_b \leq 55$
- خاموت های با قطر کمتر از ۱۶ mm $r_{min} = 4d_b$

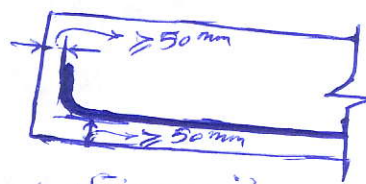
برای محاسبه طول تیرهای میلگردهای قلابدار استاندارد و کشش صورت زیر عمل می‌کنیم:

کام اول: (تعیین ضرایب k_1, k_2, β و λ)
 ضرایب β و λ براساس کام اول بند ۶-۲ (مقرره ۵۹ جزء) تعیین می‌شود.

ضرایب k_1 : همیشه برابر یک است فقط در حالت زیر می‌توانیم ۰.۷ در نظر بگیریم:

— قلاب ۱۸۰ درجه که پوشش بتنی در انشای عمود بر محور قلاب حداقل ۶۵ mm باشد.

— قلاب ۹۰ درجه که پوشش بتنی در انشای عمود بر محور قلاب حداقل ۶۵ mm در انشای عمود بر قلاب حداقل ۵۰ mm باشد.



پوشش عمود بر محور قلاب

پوشش عمود بر قلاب

ضرایب k_2 : همیشه برابر یک است و فقط در حالت زیر می‌توانیم ۰.۸ در نظر بگیریم:

— زمانی که میلگردها در طول تیرهای با خاصیت خاص به فاصله کوپلر یا مسدود ۳d یا کمتر شده باشند.

کام دوم: (محاسبه طول تیرهای قلاب)

$$l_{db} = \max \left\{ 15d_b, 8d_b, \frac{f_y}{f_{cd}} d_b, 0.24 k_1 k_2 \beta \lambda \frac{f_y}{f_{cd}} d_b \right\}$$

آر آرماتور به کار رفته در مقطع بیشتر از آرماوند لازم براساس محاسبات باشد می‌توانیم l_{db} را در ضرایب زیر ضرایب کشش و طول

تیرهای را کاهش دهیم: $\text{مقدار آرماتور لازم} = \frac{\text{مقدار آرماتور محاسبی}}{\text{ضرایب}}$

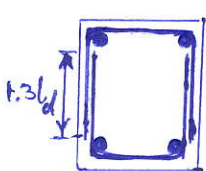
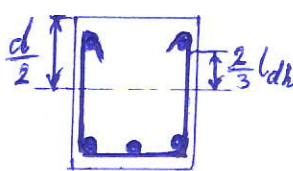
۶-۵) ضابطه محاسبه آرماتورهای برشی در تیرها:

* آرماتورهای برشی جان ضابطه ها و میلگردهای خم شده باید طوری محاسب شوند که حدوداً در وسط ارتفاع مقطع ضرایب کامل کششی آنها قابل استفاده باشد بدین منظور می‌توانیم و با بیان می‌کنند که آرماتورهای در جان مقاطع کششی باید تا حدی که پوشش بتنی و یا فاصله بین سایر میلگردها (مجازی) نباشد، نزدیک به وسط به فشاری و کششی عضو در مقطع قرار دهند. همچنین در انتهای آرماتور عرضی تک شاخه‌ای (منحرفی) و تک تکی و یا هر دو باید به یکی از طرف تیر محاسب شوند:

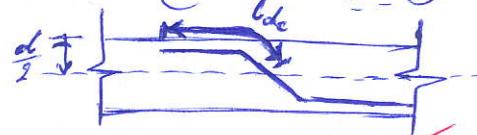
(۱) برای میلگردهای با قطر کوپلر از ۱۶ میلیمتر و برای میلگردهای با قطر ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر لزرده ۳۳۹۰ یا با این تر باید از قلاب استاندارد استفاده شود، قلاب باید حداقل یک میلگرد طولی را درگیر

(۲) برای میلگردهای با قطر ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر لزرده ۳۹۰۰ و بالاتر باید علاوه بر استفاده از قلاب استاندارد که حداقل یک میلگرد طولی را درگیر کرده طول تیرهای به اندازه دو سوم طول تیرهای میلگرد قلابدار (ماده ۲) نباشد تا این روش، طول تیرهای لزرده ارتفاع و در مقطع انفرنگ تیری می‌شود.

* در جایی که می‌توان از ضابطه سبب استفاده کرد لزرده خاصیت الماسکول که با و حله پوششی به هم متصل می‌شوند استاندارد می‌شود در این حالت باید طول پوشش حداقل ۱.۳d باشد اگر میلگرد A_b در شانه کمتر از $40k$ و ارتفاع مقطع بیشتر از ۴۵۰ mm باشد می‌توان طول پوشش را کمتر از ۱.۳d در نظر گرفت مشروط به آنکه هر شانه از آن تا وجه مقابل ادامه داده شود.



* میلگردهای طولی حتماً باید به عنوان آرماتور مرتب مورد استفاده قرار گیرد. اگر به ناحیه بتن کششی می‌روند باید به صورت آرماتور کششی مورد استفاده قرار گیرند. اگر به ناحیه فشاری بروند باید بر طبق عیار میلگردهای فشار در این میلگردها عمل کششی از محله وسط ارتفاع مؤثر اندازده نریزی شود.



۶-۶) وصله میلگردها:

به علت محدودیت طول میلگردهای باردار (معمولاً ۲ متر) و یا به خاطر جلوگیری از دور ریز میلگردها باید وصله میلگردها به یکدیگر به یکی از چهار روش زیر یا ترکیبی از آنها انجام شود:

الف) وصله پوششی: که با محصور هم قرار دادن دو میلگرد در همی از طولشان محلی می‌شود. طولی که دو میلگرد باید در محصور هم قرار داده شوند، طول پوشش نامیده می‌شود.

ب) وصله پوششی: در با جوش دادن دو میلگرد به یکدیگر انجام می‌شود. جوش‌های متداول برای وصله‌های جوشی عبارت از اندک اتصال جوشی قوت به نوبت خمیری (جوش الکتریکی غاسی) و اتصال جوشی زنی با الکترود (جوش با قوس الکتریکی).

ج) وصله مکانیکی: که با به کار گیری وسایل مکانیکی خاص حاصل می‌شود.

د) وصله اتصالی: که با بر روی هم قرار دادن دو اتصالی میلگردها فشاری عملی می‌شود. این وصله فقط در میلگردهای تحت فشار و با قطر بیشتر یا مساوی ۲۵^{mm} مجاز است.

چون در بیشتر مواقع لزوم وصله‌های پوششی استفاده می‌شود در ادامه ضوابط مربوط به این وصله‌ها ارائه می‌شود:

۶-۶-۱) وصله پوششی میلگردهای کششی:

طول پوشش در این حالت برابر با ۱.۳^{l_d} است که l_d طول کششی میلگردها در کشش است و طبق بند ۶-۲ (مهر ۵۹ جزء) محاسبه می‌شود. اگر در شرط زیر به صورت همزمان برقرار باشد می‌توان طول پوشش را به انداز l_d در نظر گرفت:

- مقدار آرماتور موجود در ناحیه طول پوشش حداقل به اندازه دو برابر مقدار مورد نیاز باشد.
- حداکثر نصف آرماتور موجود در مقطع در ناحیه طول پوشش وصله شوند.

* طول پوشش در صیغ حالت نباید کمتر از ۳۰۰^{mm} باشد.

۶-۶-۲) وصله پوششی میلگردهای فشاری:

$$d_b \leq 0.08 f_y \rightarrow \text{طول پوشش} \sim 400 MPa \quad \text{if } f_y \leq 400 MPa$$

$$d_b (24 - 0.15 f_y) \rightarrow \text{طول پوشش} \sim 400 MPa \quad \text{if } f_y > 400 MPa$$

* طول پوشش در هر حال باید بزرگتر از ۳۰۰^{mm} باشد.

* طول پوشش برای وصله کردن دو میلگرد با قطر متفاوت از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{طول پوشش} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{طول کششی میلگرد بزرگتر} \\ \text{میلگرد کوچکتر} \end{array} \right.$$

نکته ۱: طول پوشش در صیغ حالت به صورت زیر است:

- میلگرد آجدار $48 d_b$
- میلگرد ساده $72 d_b$
- میلگرد دایره‌ای با لوله $72 d_b$
- میلگرد ساده و آجدار با قلاب استاندارد اتصالی $48 d_b$

نکته ۲: محاسبه هم مقدار علی ساقمان و آیین نامه بتن

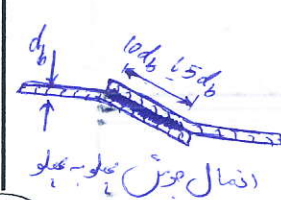
این اجازت استفاده از وصله‌های پوششی زمانی که قطر

میلگرد ها بیشتر یا مساوی 36 باشد یا آنکه واصله برای اتصال میلگرد های مقاطع تحت کشش خالص انجام شود، نمی دهد در این سوله باید از واصله های جوشی و مکانیکی استفاده کنیم. اتصال جوشی در لب با آلتورود به طور معمول به جوش های زیر انجام می شود:

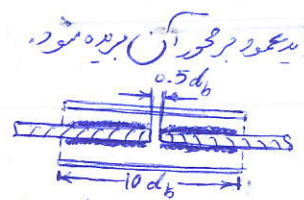
(۱) اتصال جوشی به جلا با جوش از لب به دور و که قط برای میلگرد های گرم نورد شده با قطر 6 تا 36 مجاز است. در این روش طول فوار جوش از لب به نباید از 10 برابر قطر میلگرد کوچکتر کمتر باشد و طول فوار جوش دور نباید از 5 برابر قطر میلگرد کوچکتر باشد.

(۲) اتصال جوشی با واصله یا واصله های جانبی اضافی با جوش از لب به دور و که قط برای میلگرد های گرم نورد شده مجاز است.

(۳) اتصال جوشی نوک به نوک با ریت بند یا مارپی یا بدین مارپی سر میلگرد ها که طول ریت بند نباید کمتر از 3 برابر قطر میلگرد جانبی فولاد گرم نورد شده یا 8 برابر قطر میلگرد برای فولاد سرد امللغ شده اعتبار شود. فاصله دو سر میلگرد های واصله شوند نیز هم در حالت با امارگی 3 و در حالت بدون امارگی باید معادل 0.5 باشد. در مورد میلگرد های سرد امللغ شده آماده کردن سر میلگرد ها الزامی است. در صورتی که میلگرد های واصله شوند در وضعیت قائم یا نزدیک به قائم باشند آماده کردن انتهای میلگرد فوقانی الزامی است و انتهای میلگرد تحتانی



اتصال جوشی به جلا به جلا دور 8-8 یک دور



اتصال جوشی با ریت بند دور 8-8 یک دور

۶-۷) ضوابط قطع آرماتورهای خمشی:

وجه روی غوطه لنگر خمشی تیر نشان می دهد که لازم نیست در تمام نقاط میلگرد های جداگانه ادامه یابند بلکه می توان با کاهش لنگر خمشی تعدادی از میلگرد ها را قطع کرد. معیار مهم مقرر ملی ساختمان و آیین نامه بتن ایران، ضوابط خاصی برای قطع میلگرد ها دارند که در ادامه شرح داده می شود:

۶-۷-۱) ضوابط کلی قطع میلگرد های برای لنگر خمشی مثبت و منفی:

(۱) میلگرد ها باید از محل منقطع می که در جوشان شده برای تحمل خمش لازم نیست (محل قطع تنوری) به انداز 12d_b یا 12d_b (هر کدام بزرگترند) ادامه داده شوند. (محل قطع محلی) رعایت این ضابطه در انتهای عضو یا تکیه گاه سازه و یا انتهای عضو طره ای الزامی نیست.

(۲) در میلگردی حتما باید به انداز طول تکیه گاه (به دایره) بعد از نقطه بحرانی ادامه پیدا کند. نقطه بحرانی، نقطه ای است که لنگر خمشی موجود در تیر برابر لنگر مقاوم مقطع می باشد مثل نقاط ماکسیمم مثبت و منفی لنگر خمشی یا نقاط قطع تنوری میلگرد ها.

(۳) برای قطع آرماتورهای کششی باید کلی از شرایط زیر را این شود: (الف) در محل قطع آرماتور مقدار فاصله جوشی در تیر مقاوم مقطع حداقل 50٪ بیشتر از تیر قبلی جوشی موجود در تیر باشد.

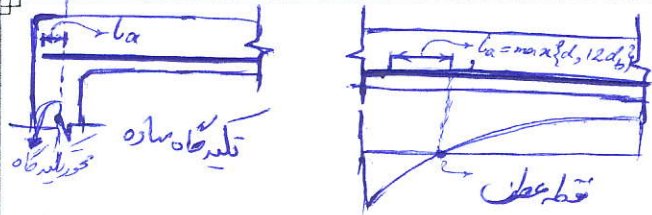
(ب) در انتهای میلگرد های قطع شده در تکیه گاه به طول 0.75d_b (آرماتور عریضی به سطح مقطع بزرگتر یا مساوی 5d_b 0.375 علاوه بر آنچه برای جوش در بخش لازم است قلمرو داده شود. فاصله این

میلگرد ها در این فاصله بیشتر از 8d_b نباشد در موارد فوق

P_b نسبت سطح مقطع میلگردهای مقطع شده به سطح مقطع کل میلگردهای
 کششی مقطع است و d و d_b به ترتیب ارتفاع مؤثر و عرض
 مقطع است و d گاهی متناسب با سطح مقطع میلگردهای عرضی است
 ($\rho_{min} = 0.85 \rho_{max}$) همچنین S فاصله بین تسمه‌های افغانی است
 ج) میلگردهای توری که ادامه می‌دهند حداقل در برابر مقدار مورد نیاز در
 مقطع باشند و مقدار منبسطی برشی متعام مقطع حداقل به اندازه 33%
 بیشتر از مقدار منبسطی برشی معهود در مقطع باشند

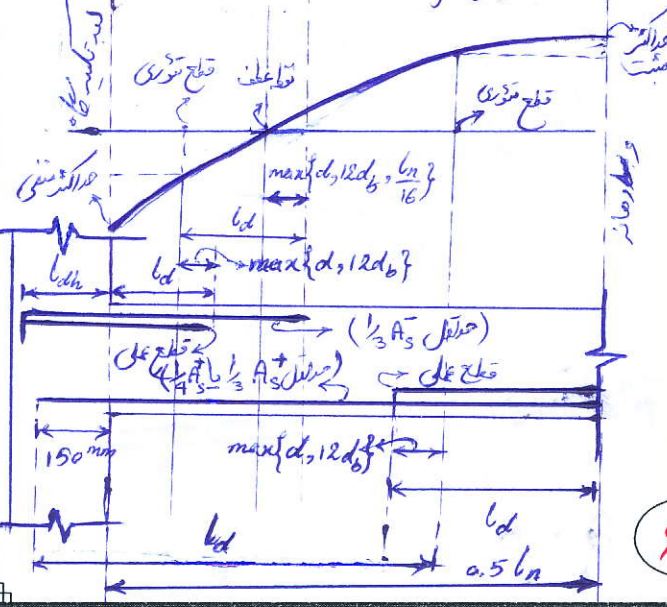
۶-۲-۱۱-۶) ضوابط خاص مقطع آرماتور خمشی مثبت:
 الف) حداقل یک سوم آرماتور خمشی مثبت در قطعات بالک‌گاه
 ساده یا یک چهارم در قطعات یکسره باید در طول قطعه ادامه
 می‌دهند و در تیرها حداقل 150mm داخل تکیه‌گاه بروند. اگر قطعه منتهی
 از سازه متعام در برابر منبسطی جانبی باشد به جایی 150mm باید به اندازه
 طول تیر یا d داخل تکیه‌گاه برود. آرد این طول محاسب می‌شود
 باید حداقل به اندازه طول d یا d_b داخل تکیه‌گاه شود و در انتها مایل شود
 ب) در قطعات خمشی در مقاطع عمود بر تکیه‌گاه ساده یا مقاطع تقاطع
 عطف منحنی تغییر شکل (اندر خمشی برابر منفر)، قطر میلگردهای
 خمشی باید به نحوی باشد که طول تیری آنها در رابطه زیر معین کند:

$$d \leq \frac{M_r}{V_u} + a$$
 ضوابط فوق d با طول تیر به میلگرد کششی است و M_r کمتر
 متعام مقطع در محاور تکیه‌گاه یا نقاط عطف است و V_u منبسطی برشی
 معهود در آن محل است. همچنین a در نقاط عطف
 بزرگترین مقدار d یا $12d_b$ است و در تکیه‌گاه سوراخ‌های
 است که از محور تکیه‌گاه عبور کرده است.



در تکیه‌گاه‌های ساده که عکس العمل تکیه‌گاهی فشاری است مقدار
 M_r را می‌توان در 4 مرتب کرد. همچنین آرد در تکیه‌گاه ساده
 از قلاب استاندارد یا وسیله مکانیکی برای مهار آرماتور تسمه‌ها شود یا بشود
 بعد از محور تکیه‌گاه قرار دهند نیازی به بررسی رابطه فوق نیست

۶-۲-۱۱-۶) ضوابط خاص مقطع آرماتور خمشی منتهی:
 الف) این آرماتورها باید در درون تکیه‌گاه به وسیله طول مهارتی
 مستقیم یا قلاب استاندارد یا وسیله مکانیکی مهار شوند به طوری که
 آرماتور بتواند در مقطع بر تکیه‌گاه به تنش جاری شدن (پول) برسد
 ب) حداقل $1/3$ آرماتور خمشی منتهی معهود در تکیه‌گاه عضو خمشی باید
 تا محل نقطه عطف منتهی تغییر شکل (محل انحراف منفر) ادامه داده
 شود و از این محل به اندازه حداقل d یا $12d_b$ یا $1/16$ طول
 دهانه آزاد (هر کدام بزرگتر است) قرار برده شود.



۶-۷-۴) روش گام به گام قطع سنگرها:

بعد از انجام طراحی خمشی، فرضی و در صورت لزوم بخشی
فرضی توانیم به صورت زیر سنگرهای طولی را در خمشی که نیاز
به وجود آنهاست قطع کنیم:

گام اول: (محاسبه لنگر تمام سنگرهای باقی مانده)

ابتدا بر اساس صورت سوال یا اختیار خود تصمیم می گیریم که چه
مقلد سنگر را قطع کنیم و باید توجه داشته باشیم در محاسبات
سنگرهای خمشی منفی و سنگرهای خمشی مثبت در تیرهای سازه و
مداخل ۴ یا سنگرهای خمشی مثبت در تیرهای یکپارچه باید ادا داشته
باشند. (از این به بعد سنگرهای که قطع می شوند را سنگرهای A و
سنگرهای که باقی می ماندند سنگرهای B می نامیم). حال
برای بندهای ۲-۸ یا ۲-۱۰ (صفحات ۲۵ و ۲۶ جزوه) لنگر
مقاوم متعلق به سنگرهای B را بدست می آوریم (M_{RB})

گام دوم: (محاسبه δ_A)

حال بر اساس بند ۲-۶ (صفحه ۵۹) طول تیرهای بزرگترین سنگرها
که قرار است قطع شود بدست می آوریم.

گام سوم: (تعیین تقاطع قطع تئوری و عملی)

الف) سنگرهای خمشی مثبت:
حاصل تقاطع لنگر M_{RB} با سمت مثبت غوطه لنگر خمشی را بدست
می آوریم این محل قطع تئوری است و محل قطع عملی به صورت

زیر است: (به سمت لنگر منفی)
از محل قطع تئوری به سمت
لنگر منفی کمتر یا اندک که یا
۱۲ متر بزرگتر است

جمعین محل قطع سنگرهای B به صورت زیر تعیین می شود:
(به سمت داخل سنگرها)
از محل قطع تئوری به اندک
۱۵۰ mm به داخل سنگرها
حاصل قطع عملی
سنگر B
 $\delta_A = \max$

از طول هر پایداری سنگر B تا سنش می توانیم با محاسبه پایداری
اساس بند ۴-۶ (مغده ۶ جزوه) طول تیرهای سنگرها را
تا سنش کنیم و از این طول هر تا سنش نشاند باید از وسایل مکانیکی
برای مهار آنها استفاده شود. (به نکته زیر توجه شود)

ب) سنگرهای خمشی منفی:

حاصل تقاطع لنگر M_{RB} با سمت منفی غوطه لنگر خمشی را بدست
می آوریم این محل قطع تئوری سنگر A است و محل قطع عملی به
صورت زیر است: (به سمت لنگر منفی)
از محل قطع تئوری به سمت
لنگر منفی کمتر یا اندک که یا
۱۲ متر بزرگتر است

جمعین محل قطع سنگرهای B به صورت زیر تعیین می شود:
(به سمت لنگر منفی)
از محل قطع تئوری به سمت
لنگر منفی کمتر یا اندک که یا
۱۵۰ mm به داخل سنگرها
حاصل قطع عملی
سنگر B
 $\delta_A = \max$

سمت دیگر سنگرهای خمشی منفی باید به اندک به داخل سنگرها
و از این طول تا سنش نشاند به اندک (بند ۴-۶، مغده ۶ جزوه)
تا سنش شود و از هیچ کدام نشاند از وسایل مکانیکی استفاده کنیم.

نکته: در مورد سنگرهای خمشی مثبت باید ضابطه ۲ بند ۶-۷-۲

بررسی شود. (مغده ۶ جزوه) $\delta_A \leq \frac{M_{RB}}{V_u} + \delta_A$

کام چهارم: بررسی روابط محبت هم

باید در محل قطع میلگردهای کششی (کنکرتی شیب یا صافی)
 ضابطه بند ۶-۷-۱ (مضد ۶۲ جزوه) بررسی شود بین میلگردهای
 اندکی از حالت صافی زیر برقرار بود قطع کردن مجسم انجام شده است

الف) $V_{RB} \geq 1.5 V_{UB}$
 ب) $V_{RB} \geq 1.33 V_{UB}$

$$\frac{M_u}{V_{UB}} = 2 \frac{M_u}{V_{RB}} \approx \frac{A_{sB} f_{yd}}{b f_{ctd}} \geq \frac{A_{sB} f_{yd}}{b f_{ctd}}$$

در روابط فوق V_{UB} و M_u به ترتیب نیروی برشی و لنگر خمشی
 موجود در محل قطع میلگردها است و V_{RB} و M_u نیروی برشی و
 لنگر خمشی مقاوم در محل قطع میلگردها است و A_{sB} سطح مقطع
 میلگردهایی است که ادامه میدانی کنند محضین طریقه:

$f_{ctd} = \alpha_s f_{ct}$ و $f_{ctd} = \alpha_c f_{cd}$ ، $\alpha_s = 0.85$ ، $\alpha_c = 0.65$ ، $\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_{cd}$
 اگر روابط فوق برقرار نبود باید ضابطه افغانی در نامه ۰.۷۵

لذا انتهای میلگردهای قطع شده به صورت زیر قرار داده شود.

$$\frac{A_v}{S} = 0.375 \frac{b_w S}{f_{yd}}$$

حال با فرض استفاده از ضابطه با قطر ۱۰:

$A_v = 157 \text{ mm}^2$

$$S = \min \left\{ \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{S} \right)} , \frac{\alpha}{8 \beta_b} \right\}$$

$\beta_b = \frac{\text{سطح مقطع میلگردهای قطع شده}}{\text{سطح مقطع کل میلگردهای کششی}}$

* حال برای تعیین محبت یک مثال جامع از طراحی یک
 تیر ارائه می شود.

مثال ۱: تیر دوسرگیراری به دهانه آزاد ۸ متر تحت

بار مرده (به جز وزن تیر) $20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ و سربار زنده $24 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 است. طراحی برشی و خمشی این تیر را انجام دهید و مقدار
 میلگردهای کنکرتی شیب و صافی را در محل مناسب قطع کنید.
 فرض کنید مقطع این تیر به شکل مثلث است و از لحاظ محاسبات
 محدودیتی در ابعاد نداریم. ($f_{ct} = 30 \text{ MPa}$ ، $f_{cd} = 400 \text{ MPa}$)

پاسخ: ابتدا براساس بند ۲-۷ (مضد ۲۲ جزوه) طراحی
 خمشی را انجام می دهیم:

کام اول: (محاسبه M_u)
 چون ابعاد مقطع مشخص نیست می توانیم وزن تیر را به کسین
 ولی به طور معمول می توانیم وزن تیر را ۲۰ تا ۲۵ درصد بار مرده
 در نظر بگیریم. با فرض ۲۰ درصد داریم:

$$q_D = 1.2 \times 20 = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{LL} = 1.25 \times 24 + 1.5 \times 24 = 66 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_u = q_{LL} \frac{l^2}{12} = 66 \times \frac{8^2}{12} = 352 \text{ kN.m}$$

کام دوم: (تعیین ابعاد مقطع)

$$h \geq \frac{8000}{21} = 381 \text{ mm}$$

فرض می کنیم $h = 550 \text{ mm}$ باشد حال داریم:

$d = 550 - 70 = 480 \text{ mm}$

$$b \times 480^2 \geq \frac{352 \times 10^6}{0.25 \times 0.65 \times 30} \Rightarrow b \geq 313 \text{ mm}$$

فرض می کنیم $b = 350 \text{ mm}$ حال M_u را به صورت دقیق محاسبه
 می کنیم (فرض $f_{ct} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$)

$q_D = 0.35 \times 0.55 \times 25 + 20 = 24.8125 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

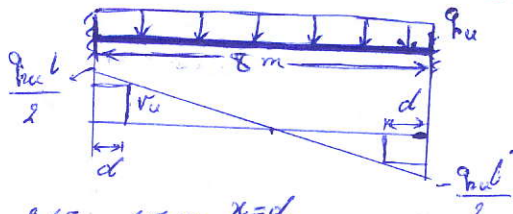
$$q_{LL} = 1.25 q_D + 1.5 q_{LL} = 67 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$M_u = q_{LL} \frac{l^2}{12} = 357.4 \text{ kN.m}$ ، $M_u^+ = 178.7 \text{ kN.m}$

* حال بررسی بند ۳-۴ (ماده ۴ جزوه) طاقی بررسی

را انجام می دهیم:

کار اول: (رسم نمودارهای نیروی)



$$V = 268 - 67x \xrightarrow{x=d} V_u = 235.84 \text{ kN}$$

کار دوم: (بررسی تناسب مقطع)

$$V_{max} = 0.25 \times 19.5 \times 350 \times 480 \times 10^{-3} = 819 \text{ kN}$$

$$V_u = 235.84 < 819 \quad \text{O.K.}$$

کار سوم: (ماده ۷)

$$c_c = 0.2 \times 0.65 \sqrt{30} = 0.712 \text{ MPa}$$

$$V_c = 0.712 \times 350 \times 480 \times 10^{-3} = 119.623 \text{ kN}$$

کار چهارم: (تعیین محل V_c و V_u)

$$119.623 = 268 - 67x_c \rightarrow x_c = 2.215 \text{ m}$$

$$\frac{119.623}{2} = 268 - 67x_{c/2} \rightarrow x_{c/2} = 3.107 \text{ m}$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} = 240 \text{ mm} \rightarrow S_{max} = 225 \text{ mm}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 0.06 \sqrt{30} \times \frac{350 \times 225}{400} = 64.7 \text{ mm}^2$$

در فاصله x_c تا $x_{c/2}$ که خواص سازه با فاصله 10mm و فاصله 225mm است.

کار پنجم: (ماده ششم بررسی تطابق S_{max})

$$V_s = 157 \times 340 \times \frac{480}{225} \times 10^{-3} = 113.877 \text{ kN}$$

$$V_1 = 113.877 + 119.623 = 233.5 \text{ kN}$$

$$233.5 = 268 - 67x_1 \rightarrow x_1 = 0.515 \text{ m}$$

$$M(x) = -357.4 + 268x - 67 \frac{x^2}{2}$$

کار ششم: (ماده ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴)

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_f = 0.85 - 0.0015 \times 30 = 0.805 \\ B_1 = 0.97 - 0.0025 \times 30 = 0.895 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} f_{cd} = 19.5 \text{ MPa} \\ f_{yd} = 340 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

کار هفتم: (ماده ۱۵، ۱۶)

$$A_s^+ = \frac{0.805 \times 19.5 \times 350 \times 480}{340} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 178.7 \times 10^6}{0.805 \times 19.5 \times 350 \times 480^2}} \right)$$

$$\Rightarrow A_s^+ = 1185.58 \text{ mm}^2$$

$$A_s^- = \frac{0.805 \times 19.5 \times 350 \times 480}{340} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 357.4 \times 10^6}{0.805 \times 19.5 \times 350 \times 480^2}} \right)$$

$$\Rightarrow A_s^- = 2638.83 \text{ mm}^2$$

کار هشتم: (ماده ۱۷، ۱۸)

$$\rho_b = \frac{0.805 \times 0.895 \times 19.5}{340} \left(\frac{f_{cc}}{f_{cc} + 400} \right) = 0.026$$

$$\rho_{max} = \min \{ 0.025, 0.026 \} = 0.025$$

$$\rho_{min} = \max \left\{ \frac{1.4}{400} = 0.0035, \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.0034 \right\} = 0.0035$$

کار نهم: (بررسی تطابق محاسب)

$$\rho^+ = \frac{1185.58}{350 \times 480} = 0.007, \rho^- = \frac{2638.83}{350 \times 480} = 0.016$$

$$\rho_{min} < \rho^- < \rho^+ < \rho_{max} \rightarrow \text{O.K.}$$

کار دهم: (انتخاب ستاب و کراس برش)

$$A_s^+ = 1185.58 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Use } 6 \Phi 16$$

$$A_s^- = 2638.83 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Use } 5 \Phi 26$$

$$[350 - 2(45 + 10) - 6 \times 16] / 5 = 28.8 \text{ mm}$$

$$28.8 \geq \max \{ 16, 25 \} \quad \text{O.K.}$$

$$[350 - 2(45 + 10) - 5 \times 26] / 4 = 27.5 \text{ mm}$$

$$27.5 \geq \max \{ 26, 25 \} \quad \text{O.K.}$$

ضریب ۲: (فرق استاندارد بین سبب) $2^+ = 2^- = 1$

ضریب $\frac{C + K_{tr}}{d_b}$: چون فاصله از اولین حرد نوع میلگرد بیشتر از قطر آنهاست و پوشش میلگردها (۴۵) میلگرد کمتر قطر آنهاست و همچنین در تیرا سر و تیرا سوت برشی استاندارد شده است برای حرد نوع میلگرد می توانیم $\frac{C + K_{tr}}{d_b} = 1.5$ فرض کنیم

$$d_s^+ = \max \left\{ \frac{0.86 \times 340}{\sqrt{19.5}} \times \frac{1 \times 1.88 \times 1}{1.5} \times 16 = 565^{mm}, 300^{mm} \right\} = 565^{mm}$$

$$d_s^- = \max \left\{ \frac{0.86 \times 340}{\sqrt{19.5}} \times \frac{1.3 \times 1 \times 1}{1.5} \times 26 = 1492^{mm}, 300^{mm} \right\} = 1492^{mm}$$

کام سبب: (تحسین نقاط قلع تئوری و عملی)

انتخاب با بهره قلم عدلین لنگر مقاوم میلگردهای باقیمانده با مصالح معمولی

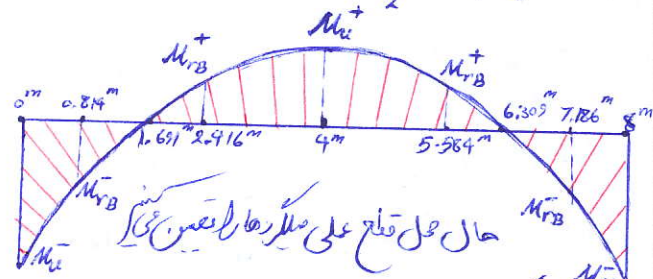
تقریبی محل قلع تئوری را بدست می آوریم:

$$94.611 = -357.4 + 268(x_0^+) - 67 \frac{(x_0^+)^2}{2} \rightarrow x_0^+ = 2.416^m$$

$$-161.434 = -357.4 + 268(x_0^-) - 67 \frac{(x_0^-)^2}{2} \rightarrow x_0^- = 0.814^m$$

محل نقطه عطف را نیز تعیین می کنیم:

$$a = -357.4 + 268(x_0) - 67 \frac{(x_0)^2}{2} \rightarrow x_0 = 1.691^m$$



الف) میلگردهای خمشی مثبت:

به علت شالین محاسبات را برای یک سمت انجام می دهیم:

$$x_A^+ = \min \left\{ 2.416 - \max \left\{ d_s = 0.48^m, 12d_b = 0.192^m \right\}, 4 - 0.565^m \right\} = 1.936^m$$

چون محل میا و آما خیلی نزدیک بهم هستند (قطر ۳.۵) تفاوت دارند) می توانیم در کل تیر از خاصیت سبب به قطر ۱۰ فاصله ۲۲۵ میلی متر استفاده کنیم

* در مقطع وسط تیر ۶ عدد میلگرد با قطر ۱۶ استاندارد می شود می توانیم $\frac{3}{4}$ این میلگردها را قلع کنیم پس سه میلگرد را قلع می کنیم. در مقطع نزدیک به تیر ۵ عدد میلگرد با قطر ۲۶ استاندارد می شود می توانیم $\frac{2}{3}$ این میلگردها را قلع کنیم پس دو میلگرد را قلع می کنیم. برای این کار از سبب ۷-۴ (صفحه ۴۵ جزوه) استفاده می کنیم:

کام لعل: (محاسبه لنگر مقاوم میلگردهای باقی مانده)

$$A_{sB}^+ = 3 \times \frac{\pi}{4} \times 16^2 = 603.18 \text{ mm}^2$$

$$A_{sB}^- = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 26^2 = 1061.86 \text{ mm}^2$$

$$A_{sb} = 0.026 \times 350 \times 480 = 4368 \text{ mm}^2$$

میلگردهای باقیمانده برای تیر مثبت $A_{sB}^+ A_{sB}^- < A_{sb}$ طبق بند ۸-۲ (صفحه ۴۴ جزوه) لنگر مقاوم را بدست می آوریم:

$$\alpha^+ = \frac{603.18 \times 340}{0.805 \times 19.5 \times 350} = 37.33 \text{ mm}$$

$$\alpha^- = \frac{1061.86 \times 340}{0.805 \times 19.5 \times 350} = 65.71 \text{ mm}$$

$$M_{rB}^+ = 603.18 \times 340 \left(480 - \frac{37.33}{2} \right) \times 10^6 = 94.611 \text{ kN.m}$$

$$M_{rB}^- = 1061.86 \times 340 \left(480 - \frac{65.71}{2} \right) \times 10^6 = 161.434 \text{ kN.m}$$

کام سبب: (محاسبه d_s^+ و d_s^-)

بر اساس بند ۲-۶ (صفحه ۵۹) طول گیرایی میلگردهای خمشی مثبت (d_s^+) و منفی (d_s^-) را بدست می آوریم:

$$\alpha = 1.3, \alpha^+ = 1$$

ضریب α

ضریب β : (فرق علام استاندارد از اندوه) $\beta^+ = \beta^- = 1$

$$\gamma^+ = 0.8, \gamma^- = 1$$

ضریب γ :

کدام بکارم: (بررسی مزایا و معایب)

$$V_{uB}^+ = 268 - 67 \times 1.936 = 138.288 \text{ kN}$$

$$V_{uB}^- = 268 - 67 \times 1.492 = 168.036 \text{ kN}$$

$$V_{rB}^+ = V_{rB}^- = V_1 = 233.5 \text{ kN}$$

حالت الف:

$$1.5 V_{uB}^+ = 207.432 < V_{rB}^+ = 233.5 \text{ o.k.}$$

$$1.5 V_{uB}^- = 252.054 < V_{rB}^- = 233.5 \text{ N.G.}$$

$$1.33 V_{uB}^- = 223.49 < V_{rB}^- = 233.5 \text{ حالت ب}$$

$$M_{rB}^- = 161.434 \text{ kN.m}$$

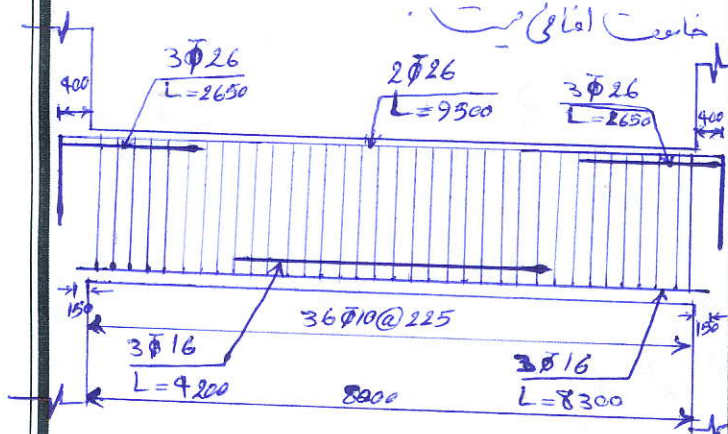
$$M_{uB}^- = \left| -357.4 + 268(1.492) - 67 \times \frac{(1.492)^2}{2} \right| = 32.117 \text{ kN.m}$$

$$M_{rB}^- - 2M_{uB}^- = 97.2 > \frac{1061.86 \times 340}{2 \times 0.805 \times 19.5 \times 350} = 32.85 \text{ kN.m}$$

o.k.

پس در محل قطع میلگردهای خمشی مثبت و منفی نیازی به

خاموش افشایی نیست



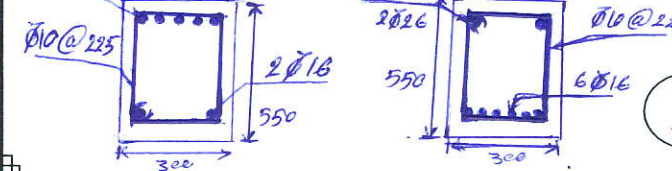
اعداد روی شکل بر حسب میلی متر است و طول آزاد قلاب

برابر 350^{mm} است (از لحاظ تئوری می توانیم 12d_b = 312^{mm})

میلگردهای بالا را در 3.4 متر و میله ها در 1.8 متر و میله ها در 1.8 متر

وجود این میلگردها لازم است همچنین می توانیم در 1.8 متر و میله ها در 1.8 متر

از خاموش استاندارد فلکس و میله های شکل پذیر می توانیم در 1.8 متر و میله ها در 1.8 متر



مقطع لبه تکیه گاه

مقطع وسط تیر

$$x_B^+ = \min \left\{ \begin{array}{l} 0 - 0.15 = -0.15 \\ 2.416 - 0.565 = 1.851 \end{array} \right\} = -0.15 \text{ m}$$

حال فاصله سمب عمق را در محل نقطه عطف بررسی می کنیم

$$l_a = \max \{ d = 0.48, 12d_b = 0.192 \} = 0.48 \text{ m}$$

$$M_r = M_{rB}^+ = 94.611 \text{ kN.m}$$

$$V_u = V(x = 1.691 \text{ m}) = 268 - 67 \times 1.691 = 154.703 \text{ kN}$$

$$d_b = 0.565 < \frac{94.611}{154.703} + 0.48 = 1.09 \text{ o.k.}$$

میلگردهای خمشی منفی:

$$x_A^- = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.814 + \max \{ d = 0.48, 12d_b = 0.312 \} = 1.294 \\ 0 + 1.492 = 1.492 \end{array} \right\} = 1.492 \text{ m}$$

$$x_B^- = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.691 + \max \{ d = 0.48, 12d_b = 0.312 \} = 2.191 \\ 0.814 + 1.492 = 2.306 \end{array} \right\} = 2.306 \text{ m}$$

پس میلگردها باید به اندازه 2.306 متر داخل تکیه گاه میزنند ولی این

طول خیلی زیاد است و معمولاً تکیه گاه تیرهای کنترست ها

مستند پس طول مهارتی قلاب را می بینیم که

قلاب استاندارد می کنیم و فرض می کنیم فاصله خالص بین

قلاب و ریب 65^{mm} است

$$K_1 = 0.7 \quad K_2 = 1 \quad d_{ch} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.24 \times 0.7 \times 1 \times 1 \times \frac{340}{\sqrt{19.5}} \times 26 = 336.3 \\ 8 \times 26 = 208 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow d_{ch} = 336.3 \text{ mm}$$

فرض می کنیم ابعاد ستون 500 x 500 است پس

آرایش قلاب را 400^{mm} و در ستون قلاب در مسیر طول تیرایی

فأصبح می شود

عبارت ۱) تفاوت صفت غش با آبا و دیو و مجاور و ملته:

۱) شکل روابطی که در آبا آمده است در ظاهر با صفت غش
متفاوت هستند ولی اگر از عوین که صفت غش استاده شد
روابط آبا را با زوئی نسیم تاجی تقریباً برابر است:

$$\text{طول لایه‌ای در شش: } d_b = \left[\frac{f_d}{1.15 \sqrt{k_e}} \times \frac{\alpha_{BSL}}{c + k_{tr}} \right] d_b$$

$$\text{طول لایه‌ای در فشار: } d_{bc} = \alpha_2 \left(0.256 \frac{f_d}{\sqrt{k_e}} d_b \right)$$

آنها در مجموع به قطر حاصل 6^{mm} و تمام شکله 150^{mm} و خاصیت مقطع 12^{mm}
خامنه شکله 150^{mm} استاده شود α_2 برابر 0.75 و در قبه مورد بررسی α_2

$$\text{لایه لایه‌ای قلاب ششی: } d_{dh} = 0.256 k_1 k_2 \frac{f_d}{\sqrt{k_e}} d_b$$

۲) در محل قطع آواتورهای ششی (تکلیف یا منق) آبا ضابطه
راحت قری صفت به صفت غش در بر طبق آیین نامه بین ایران
برای قطع این آواتورها باید کلی که شرایط زیر تأمین گردد:

$$\text{الف) } \sqrt{V_r} \geq 1.33 \sqrt{V_u}$$

ب) همانند صفت ب ضابطه ۳ بند ۶-۷-۱ (معمده ۶۲ جزوه)

$$\text{ج) } \sqrt{V_r} \geq 1.25 \sqrt{V_u}$$

د) در هر شکله مورد نیاز \geq شکله باقی مانده

نکته: صفت غش مقررات ملی ساختمان و آیین نامه بین
ایران اجازه استاده لزوم مله های پوششی غیر عادی نیز داده است
خامنه مورد محور شکله ها که می خواهند مله پوششی غیر عادی شوند
در اعضا ششی باید کمتر از $\frac{1}{5}$ طول 150^{mm} و در سایر اعضا کمتر از
۵ برابر قطر شکله کوچکتر باشند.

اصلاح:

۱) صفت غش مقررات ملی ساختمان - طرح و اجرا ساختمان های
بین آرمه - دفتر مقررات ملی ساختمان - نشر توسعه ایران -
چاپ دوم - ویرایش چهارم - ۱۳۹۲

۲) نشریه شماره ۱۲۰ - آیین نامه بین ایران "آبا" - معاونت
امور قوی، دستور قوی، تدبیر معیار و گامش خطر پذیری ناشی از زلزله
- تجدید نظر اول - چاپ هفتم - ۱۳۸۴

۳) نشریه شماره ۱۲۶ - راهنمای آیین نامه بین ایران "آبا" - معاونت
امور قوی، دستور قوی و تدبیر معیارها - چاپ اول - ۱۳۸۱

۴) طراحی ساختمان های بتن مسلح - محمدحسن شاپور طاهوی - مؤسسه
انتشارات دانشگاه تهران - چاپ نوزدهم - ۱۳۹۳

۵) طرح وی به سازه های بتن مسلح - دکتر علیضارها - مرکز
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر - چاپ سوم - ویرایش سوم - ۱۳۹۰

جدول ۱: انحراف معیار بر اساس رتبه‌بندی کارگاه و مقاومت مشخصه بتن

رتبه‌بندی کارگاه	مقاومت مشخصه بتن (N/mm^2)				
	۱۶	۲۰	۲۵	۳۰ و ۳۵	۴۰ و بیشتر
الف	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
ب	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵/۵
ج	۴/۵	۵	۵/۵	۶	۶/۵

جدول ۲: رتبه‌بندی کارگاه‌ها بر اساس وضعیت تولید بتن، نظارت و کنترل کیفیت

شرایط تولید و کنترل			وضعیت کنترل کیفیت		
			الف	ب	ج
توزین یا پیمانه کردن سیمان	وزنی	وزنی	حجمی	وزنی	حجمی
توزین یا پیمانه کردن سنگدانه	وزنی	وزنی	حجمی	حجمی	حجمی
کنترل دانه بندی سنگدانه	کنترل شده	کنترل شده	بدون کنترل	کنترل شده	بدون کنترل
کنترل رطوبت سنگدانه	کنترل شده	کنترل شده	بدون کنترل	کنترل شده	بدون کنترل
نظارت بر تولید	در سطح عالی	در سطح خوب	در سطح ضعیف	در سطح خوب	در سطح ضعیف
امکانات آزمایشگاهی	موجود است	موجود است	در سطح محدود	موجود است	در سطح محدود
تداوم در آزمایش	مداوم	گاهی اوقات	در سطح محدود	گاهی اوقات	در سطح محدود
نیروی متخصص تولید بتن	وجود دارد	وجود دارد	در سطح محدود	وجود دارد	در سطح محدود

