Subject:

Year. ۸۹ Month. ۳ Date. ۱۹ (ش)

آشنایی با مقاومت مصالح و سازه‌های بتن آرمه ادامه صفحه ۱۰ (ت)

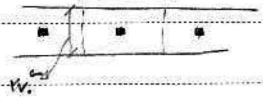
جواب:

$A_{\text{سطح لازم پی}} = \frac{۱۶۲ \times ۱۰۰۰\,\mathrm{kg}}{۱\,\mathrm{kg/cm^2}} = ۱۶۲۰۰۰\,\mathrm{cm^2} \approx ۴۰۰ \times ۴۰۰\,\mathrm{cm^2}$

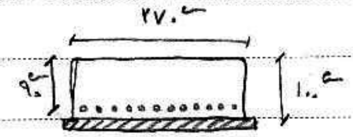
*) هرگاه فاصله بین پی‌ها از عرض پی کمتر شد، از پی نواری استفاده می‌کنیم

*) حال برای محاسبه پی نواری طول را ثابت می‌گیریم و عرض را محاسبه می‌کنیم. در این مسئله طول پی برابر فاصله هر ستون می‌شود ۶ متر در نتیجه

$۱۶۲۰۰۰ = ۶۰۰ \times X \Rightarrow X = ۲۷۰ \Rightarrow$



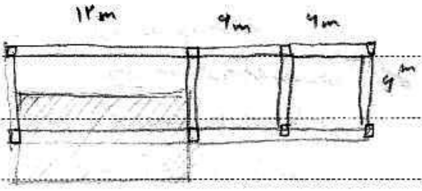
*) حدود ضخامت به پهنای پی ۰٫۳ تا ۰٫۴ است



$A_s = ۰٫۲\% \times ۲۷۰ \times ۹۰ = ۴۸٫۶\,\mathrm{cm^2}$ ۱۹ $\Phi 20$ $(۴۹٫۷\,\mathrm{cm^2})$

فاصله میلگردها: ۱۷–۱۸cm مناسب است.

ب/ $\omega = ۱۰۰۰ \ kg/m^۲$ $M_{max} = ۱۶٫۲ \times ۴ \times \frac{۱۰۰۰}{۷۵۰}$

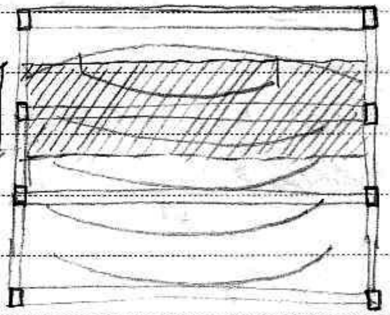


ابعاد تیر را ابعاد ۵۰×۱۰۰ انتخاب می‌کنیم

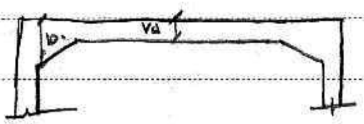
ج/ چون اصلی‌ترین سقف ما پرتردد است برای این قسمت ما بار زنده سقف به علاوه بار برف را برای

۵ در نظر می‌گیریم ⇐ $\omega = ۶ \times ۶۵۰ \ kg/m$

$M_{max} = \frac{\omega l^۲}{۱۰} = \frac{۶ \times ۶۵۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۲۰^۲}{۱۰} = ۱۵۶ \ ton.m$



* چون طول دهانه زیاد است تیر را با مقطع متغیر انتخاب می‌کنیم



* ابتدا در وسط ۷۵×۷۵

در دو طرفین در بیشترین مقدار

۷۵×۱۵۰
b×h

$M_u = ۰٫۱۵ \times ۲۵۰ \times ۷۵ \times ۱۴۵^۲ \times ۱۰^{-۵} = ۵۹۱٫۴ \ ton.m > M_{max} \Rightarrow$ * نیازی به میلگرد فشاری نیست

ستون‌ها: الف/ $۶ \times ۶ \rightarrow ۳۶ \times ۷۵۰ = ۲۷ \ ton$ $\underbrace{N = ۶ \times ۲۷ = ۱۶۲ \ ton}_{\text{نیروی ستون در پایین‌ترین طبقه}}$ + $\overset{\text{عکس‌العمل}}{\text{گشتاور}}$ تیر $۱۶٫۲ \ ton.m \rightarrow$ ابعاد ۵۰×۵۰

(همان گشتاور تیر است)

$\frac{N}{bh} , \frac{M}{bh^۲} \rightarrow$ جدول طراحی $\frac{N}{bh} = \frac{۱۶۲ \times ۱۰^۴}{۵۰۰ \times ۵۰۰} = ۶٫۴۸$ $\frac{M}{bh^۲} = \frac{۱۶٫۲ \times ۱۰^۴}{۵۰۰ \times ۵۰۰^۲} = ۱٫۳$

$\frac{۱۰۰ \times A_{sc}}{bh} = ۱ \%$ * اگر درصد میلگرد ستون از یک کمتر شود من برای صلابت بتن حداقل ۱ درصد در نظر می‌گیرم

$A_{sc} = \frac{۱ \times ۵۰ \times ۵۰}{۱۰۰} = ۲۵ \ cm^۲$ $۸ \Phi ۲۰ (A_s = ۲۵٫۱۲ \ cm^۲)$

Subject:
Year. ۸۹ Month. ۳ Date. ۱۹ (ش)

آشنایی با مقاومت مصالح و سازه‌های سوله جلسه ۱۰ (۵)

حداقل فاصله بین دو میلگرد: ۱- از قطر میلگرد نباید کمتر شود
۲- حداقل فاصله ۳ سانتیمتر است به خاطر دانه‌های شنی
حداکثر فاصله: ۱- میلگردهایی که آج دارند نباید از ۱۸ سانتیمتر بیشتر شود
۲- " " ساده " " ۲۵ سانتیمتر بیشتر شود

*) ما در محدوده دهانه ۱۰ تا ۴۰ متر تیرریزی می‌کنیم

یادآوری:

تیر یک ترکی $M = 0.87 f_y A_s (z)$ $z = \frac{3}{4} d$ $d = h - 4.5$

گسیختگی ترکی $M_u = 0.15 f_{cu} b d^2$

گسیختگی میلگرد فشاری

If $M_{max} > M_u \Rightarrow M_{max} - M_u = 0.72 f_y A'_s (d - d')$

$\Rightarrow 0.87 f_y A_s = 0.4 f_{cu} (b \frac{d}{2}) + 0.72 f_y A'_s$

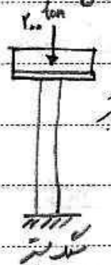
ستون‌های بتن آرمه $N = 0.4 f_{cu} A_c + 0.67 f_y A_{sc}$ $N, M \rightarrow$ Design Chart

درصد فولاد در ستون $\rho = \frac{100 A_s}{bd}$ $1 \leqslant \rho \leqslant 6$

پی $A_{\text{پی}} = \frac{F}{f_s} \rightarrow$ مقاومت زمین $\frac{A_s}{\text{سطح مقطع میلگردها}} > 0.2\%$

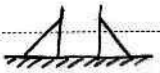
دانستنی

شمع‌ها دو نیرو را تحمل می‌کنند:
۱- نیروی انتقالی
۲- نیروی اصطکاکی



۱- نیروی انتقالی که سطح مقطع شمع و سنگ بستر باید آن را تحمل کند
۲- نیروی اصطکاکی که سطح جانبی استوانه شمع با خاک ایجاد می‌کند که باید تحمل کند از رانش

*) معمولاً در زیر سر شمع‌ها پاشنه کار می‌گذارند



مثال، برای یک ساختمان اداری دانشکده معماری تیرها و ستون‌ها را طراحی کنید (محل اجرای شهر ساری است)

$d' = 5^{cm}$ الف) بخش اداری با دهانه‌های ۶ متر (۶ طبقه) $(\omega = 750^{kg/m^2})$

$f_s = 1^{kg/cm^2}$ ب) کارگاه‌ها با دهانه‌های ۱۲ متر (۴ طبقه)

$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$ ج) آمفی تئاتر با دهانه‌های ۲۰ متر

$f_{cu} = 250^{kg/cm^2}$ $f_y = 3000^{kg/cm^2}$

الف) $M_{max} = \frac{750 \times 6 \times 6^2}{10} = 16.2^{ton.m}$

*) پس از محاسبه M_{max} ابعاد تیر را تعیین می‌کنیم $\rightarrow 40 \times \overset{h}{45}$

*) حالا ببینیم تیر ما با این ابعاد نیروی فشاری ناشی از تنش خمشی را تحمل می‌کند یا نه $\rightarrow$ محاسبه M_u

$M_u = 0.15 f_{cu} b d^2 = 0.15 \times 250 \times 40 \times (45-5)^2 \times 10^{-5} = 24^{ton.m}$

$M_u > M_{max}$ *) چون تحمل می‌کند پس نیازی به فولاد فشاری نیست پس ادامه می‌دهیم و میلگرد کششی را طراحی می‌کنیم

$\Rightarrow M_{max} = 0.87 f_y A_s \times z \Rightarrow 0.87 \times 3000 \times A_s \times 30 = 1620000 \Rightarrow A_s = 20.7^{cm^2}$ $\rightarrow 7\phi 20$ / $5\phi 25$

*) با توجه به فواصل میلگردها از هم و با دو طرف ستون به طراحی آرایش میلگردها می‌پردازیم

$7\phi 20$ ✗ $\rightarrow$ فاصله میلگردها از ۳ سانت کمتر شود $5\phi 25$

PAPCO

Subject:

Year. ۸۶ Month. ۳ Date. ۵ (ش)

آشنایی با مقاومت مصالح، سازه‌های بتون آرمه (ادامه جلسه ۹) (٤)

مثال ۱) در مثال قبل میلگردها را از نوع آج دار A_{II} طراحی کنید. ابعاد پی مربع ۳۵۰×۳۵۰ می‌باشد. ضخامت پی را ۷۰ cm در نظر می‌گیریم.

$$\frac{100 A_s}{bd} = ۰٫۲ \Rightarrow A_s = ٤۵٫۵ \, cm^2$$

* خوب حالا ببینیم چگونه این میلگردها را طراحی کنیم

* من می‌خواهم فاصله میلگردهایم از ۲۰ cm بیشتر نشود.

$۳۵۰ \div ۲۰ = ۱۷٫۵ \rightarrow ۱۸$

$۱۸ \, \Phi ۱۸ \rightarrow ٤۵ \, cm^2$

$\boxed{۱۸ \, \Phi 18 \; @ \; ۲۰۰^{mm} \; \text{Each Way}}$ → یعنی در دو جهت

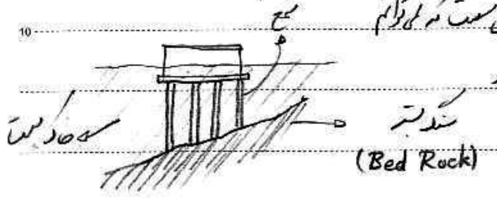
فاصله هر میلگرد

تا به حال ابعاد، ضخامت پی، میلگردها را حساب کردیم و این‌ها در پی‌های منفرد بود.

می‌زنیم تا سنگ بستر بعد بتون ریزی می‌کنیم

* اصولاً پی‌ها به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شوند: الف) پی‌های سطحی: پی که در سطح زیر ساختمان زده می‌شود مثل دال صفحه زیر زمین

ب) پی‌های عمیق (پی‌های شمعی): در زمین‌های سست که نمی‌توانیم



* در حقیقت ساختمان روی شمع‌ها سوار است. در تهران این چنین کاری رخ نمی‌دهد مثلاً در برج میلاد

پی‌های سطحی ۳ نوع پی وجود دارد: ۱- پی منفرد: که در اول دیدیم که زیر هر ستون یک پی می‌زنیم → Single Footing

۲- پی نواری: هرچه فاصله بین پی‌های منفرد از ابعاد پی کمتر شود در آن صورت مناسب‌تر است که از این نوع پی استفاده کنیم → Strip Footing

مثلاً فواصل ستون‌ها بین ۶ m است ولی در محاسبات ابعاد پی ٤٫۵×٤٫۵ دیگر صرفه اقتصادی ندارد که من برای پی‌ها منفرد که فاصله زیادی ندارند قالب‌گذاری کنم.

۳- پی گسترده (Mat Foundation) → Radio General : چنانچه ابعاد پی‌های نواری آنقدر زیاد شود که فاصله بین دو پی نواری از عرض پی کمتر شود از پی گسترده

* در پی‌های نواری و در پی‌های گسترده ضخامت بتون بین ۱-۲ m اختیار می‌شود

مثال: برای یک ساختمان ۱۰ طبقه که فاصله ستون‌های آن در هر دو جهت ۷٫۲ m می‌باشد پی مناسب را در حالات زیر طراحی کنید. کاربرد ساختمان آموزشی می‌باشد.

الف) $f_s = ۲٫۵ \, kg/cm^2$

ب) $f_s = ۰٫۷۵ \, kg/cm^2$

ج) در همین ساختمان تیرهای سقف را نیز طراحی کنید و ستون‌ها را برای یک محور خاص در پایین‌ترین طبقه، طبقه ۵ و ۱۰ طراحی کنید

PAPCO

انواع زمین‌ها (مقاومت خاک‌ها)

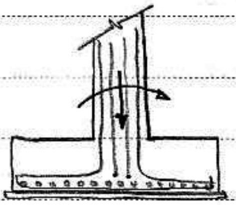
۱ـ زمین سیلی $f_s \rightarrow 0.5-1\ \frac{kg}{cm^2}$

۲ـ زمین کلنگی $f_s \rightarrow 1-2\ \frac{kg}{cm^2}$ زمینی با لودر کنده می‌شود یا کلنگ

۳ـ زمین سنگی سخت (دج) ← ترکیب سنگ ریزه + خاک رس متراکم به خاک تهران از این نوع است می‌توان مثلاً ۱۷ متر عمودی خاکبرداری کرد

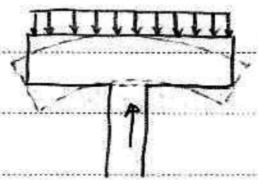
$f_s \rightarrow 2-4\ \frac{kg}{cm^2}$

٤ـ زمین سنگی $f_s \rightarrow >50\ \frac{kg}{cm^2}$



خوب ادامه می‌دهیم حال ضخامت پی را چقدر بگیریم؟

*) ضخامت پی باید به نحوی تعیین شود که (برش پانچ (برش منگنه شده)) جوابگو باشد از طرف دیگر باید ضخامت پی به اندازه‌ای باشد که میلگردهای ستون امکان اتصال با میلگردهای پی را داشته باشد. حال میلگردها چقدر داخل پی بروند خوب است؟



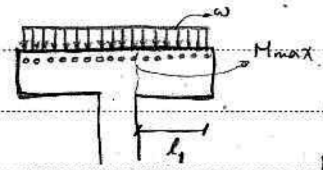
طول مهاری میلگردهای ستون در پی حداقل ۴۰ برابر قطر میلگردها می‌باشد

از سوی دیگر باید ضخامت پی امکان رفتار یک تیر طره‌ای وارونه را ایجاد کند. اگر ۱۸۰° بچرخانیم ←

به طور معمول ضخامت پی بین ۰٫۳ تا ۰٫۴ ابعاد افقی پی انتخاب می‌شود ولی مقدار دقیق آن باید براساس برش پانچ و طول مهاری میلگردهای ستون محاسبه و تعیین شود هرچه ضخامت پی بیشتر شود میلگردهای پی کم می‌شود ولی به طور معمول ضخامت پی کمتر از ۵۰cm نمی‌باشد زیرا حداقل طول مهاری میلگرد ستون باید ۲۰ برابر قطر آن حفظ شود بیشترین ضخامت برای پی‌های معمولی بین ۸۰-۹۰cm است

*) در حقیقت برای محاسبه ضخامت و میلگردهای پی باید مسائلی مانند محاسبات تیر و سقف تیرچه‌ای انجام دهیم

میلگردهای پی: میلگردهای پی براساس محاسبات تیرها و دال‌های بتنی که قبلاً بیان شده است و از رابطه $M=0.87 f_y A_s z$ محاسبه می‌شوند M گشتاور ناشی از رفتار تیر طره‌ای وارونه در محل اتصال پی و ستون است.



*) برای پی l را بیشتر می‌گیریم به خاطر ظرفیت خاک $M=\frac{w l_1^2}{2}$

*) برای از میلگرد آجدار تیپ II استفاده می‌کنیم ($f_y=3000\ \frac{kg}{cm^2}$) $M=0.87 f_y A_s \left(\frac{3}{4}(h-a)\right)$

*) سطح فولاد پی محاسبه شد اما چون حداقل میلگرد در مقاطع خمشی ۰٫۲ درصد سطح مقطع عرضی می‌باشد در پی‌ها به دلیل بزرگ بودن ابعاد مقطع عرضی مقدار A_s که از محاسبه بدست می‌آید از ۰٫۲ درصد مقطع عرضی کمتر است بنابراین ملاک تعیین میلگرد پی‌ها همان حداقل آیین‌نامه (۰٫۲ درصد مقطع عرضی) خواهد بود. در حقیقت اکثر اوقات محاسبه پایین‌تر از ۰٫۲ درصد است.

$$\frac{100 A_s}{bd} = 0.2\%$$

آشنایی با مقاومت مصالح و سازه‌های بتن آرمه جلسه ۹ (۱۴)

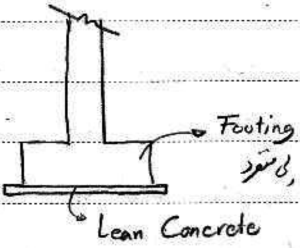
reinfored corcrete

پی‌های بتن آرمه: (RC Foundation)

* اجرای حالا باید پی بتن آرمه داشته باشد پس بسیار پراهمیت است

* اگر یک ساختمان را بزنیم ستون را اگر ساختیم بگوییم چگونه این ستون را ثابت کنیم اگر همین طور داخل زمین بگذاریم در ستون فرو می‌رود

پس آمدیم این ستون را روی یک صفحه قرار دادیم تا این سطح زیاد فرو نرود



حال ببینیم برای محاسبه این پی چه چیزهایی تأثیر گذارند

نسبت به ستون تنش
نقش پارامتر بارگذاری
می‌کند

اولین چیز نیرویی است که ستون به آن منتقل می‌کند

دومین پارامتر مقاومت خاکی است که پی روی آن است

که این خاک تا چه تنشی را می‌تواند تحمل کند

$$f_s = \frac{P}{A}$$

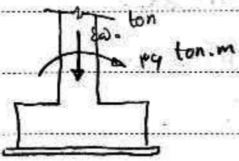
P: نیروی ستون
A: سطح پی

$$A_{لازم} = \frac{P}{f_s}$$

P: نیروی ستون
f_s: تنش مجاز خاک (مقاومت زمین)

* f_s معمولی بین ۶-۰/۵ است معمولاً

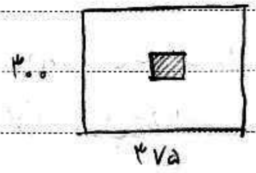
مثال) در مثال جلسه قبل ابعاد پی را برای زمینی با مقاومت $4\ kg/cm^2$ تعیین کنید.



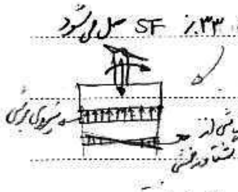
$$A_{لازم} = \frac{۴۵۰ \times ۱۰۰۰}{۴} = ۱۱۲۵۰۰\ cm^2 \rightarrow ۳۳۵ \times ۳۳۵$$

$$\rightarrow ۳۷۵ \times ۴۰۰$$

* چون طره‌ها باید کشیده
به سوی جهت پی در جهت
گشتاوری که دارد می‌تواند
کشیده شود.



* ابعاد پی را نیروی محوری ستون تعیین می‌کند ولی گشتاورها را نیز بعداً می‌رسیم
در حقیقت گشتاورها ایجاد f_s می‌کنند ولی چون تنش ناشی از گشتاور باید
موقت و در مواقع زلزله اتفاق می‌افتد در حدود ۳۳٪ SF سهل می‌شود



اگر من در محاسبه به ۱۰ سانتی‌متر منفی می‌رسیدم آیا اجازه داریم ساختمان را بسازیم؟ چه چیزی است که من را باز می‌دارد؟

احساس می‌کنیم که ستون ممکن است پی را بشکند

* در طراحی پی‌ها باید من تشخیص بدهم که مقاومت خاک چه مقدار است؟ چون در هر جا آزمایشگاه نیست و از لحاظ اقتصادی هم به صرفه نیست

Subject:
Year. ۸۶ Month. ۳ Date. ۴ (ج)

آشنایی با مقاومت سازه‌های بتون آرمه

مسائل صفحه ۸ (۲)

برای ستون یک ساختمان ۸ طبقه در حالات زیر فولادبندی ستون را تعیین نمایید. $f_{cu} = ۲۵۰ \ kg/cm^۲$ $f_y = ۴۱۰۰ \ kg/cm^۲$ $\frac{d}{h} = ۰٫۸$

الف) ستون ۴۰×۴۰ , $N = ۲۴۰ \ ton$, $M = ۱۲٫۸ \ ton.m$

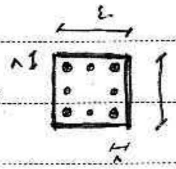
$\frac{N}{bh} = \frac{۲۴۰ \times ۱۰۰۰۰}{۴۰۰ \times ۴۰۰} = ۱۵ \ N/mm^۲$ $\frac{M}{bh^۲} = \frac{۱۲٫۸ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰۰۰۰}{۴۰۰ \times ۴۰۰ \times ۴۰۰} = ۲ \ N/mm^۲$

$\Rightarrow \frac{A_{sc}}{bh} \times ۱۰۰ = ۳٫۲\% \Rightarrow A_{sc} = ۵۱٫۲ \ cm^۲ \Rightarrow$

$۷ \bar{\phi} 32 \rightarrow ۵۶۳۰ \ mm^۲$

$۵ \bar{\phi} 40 \rightarrow ۶۲۸۰ \ mm^۲$

$۴ \bar{\phi}_{32} + ۴ \bar{\phi}_{25} \rightarrow ۵۱۸۰ \ mm^۲$ ✓



ب) ستون ۶۰×۸۰ , $N = ۵۴۰ \ ton$, $M = ۴۰ \ ton.m$

$\frac{N}{bh} = \frac{۵۴۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰}{۶۰۰ \times ۸۰۰} = ۱۱٫۲۵ \ N/mm^۲$ $\frac{M}{bh^۲} = \frac{۴۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰}{۶۰۰ \times ۸۰۰ \times ۸۰۰} = ۱٫۰۴ \ N/mm^۲$

$\Rightarrow \frac{A_{sc}}{bh} \times ۱۰۰ \simeq ۱\% \Rightarrow A_{sc} = ۴۸ \ cm^۲ \Rightarrow$

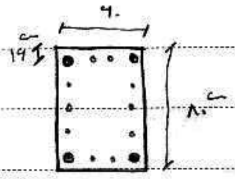
$۶ \bar{\phi}_{32} \rightarrow ۴۸۴۰ \ mm^۲$

$۴ \bar{\phi} 40 \rightarrow ۵۰۳۰ \ mm^۲$

$۱۰ \bar{\phi}_{25} \rightarrow ۴۹۱۰ \ mm^۲$

$۴ \bar{\phi}_{32} + ۴ \bar{\phi}_{25} \rightarrow ۵۱۸۰ \ mm^۲$

$۴ \bar{\phi}_{25} + ۱۰ \bar{\phi}_{20} \rightarrow ۵۱۰۰ \ mm^۲$ ✓



ج) ستون ۳۰×۴۰ , $N = ۲۴۰ \ ton$, $M = ۲۰ \ ton.m$

$\frac{N}{bh} = \frac{۲۴۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰}{۳۰۰ \times ۴۰۰} = ۲۰ \ N/mm^۲$ $\frac{M}{bh^۲} = \frac{۲۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰}{۳۰۰ \times ۴۰۰ \times ۴۰۰} = ۴٫۱\bar{۶} \ N/mm^۲$

$\frac{N}{bh} = ۲۰ , \frac{M}{bh^۲} = ۴٫۱\bar{۶} \rightarrow \frac{A_{sc}}{bh} \times ۱۰۰ > ۶ \Rightarrow h \uparrow \rightarrow h = ۴۵ \ cm \Rightarrow \frac{N}{bh} = ۱۷٫\bar{۷} \ N/mm^۲ , \frac{M}{bh^۲} = ۳٫۲۹ \ N/mm^۲ \Rightarrow \frac{A_{sc}}{bh} \times ۱۰۰ = ۵٫۴ < ۶ \rightarrow ok$

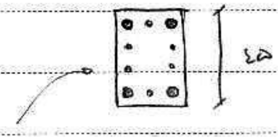
$\Rightarrow A_{sc} = ۷۲٫۹ \ cm^۲ \Rightarrow$

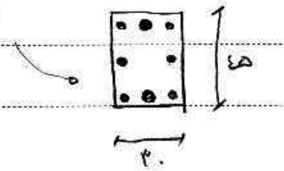
$۶ \bar{\phi} 40 \rightarrow ۷۵۴۰ \ mm^۲$

$۱۰ \bar{\phi}_{32} \rightarrow ۸۰۴۰ \ mm^۲$

$۴ \bar{\phi}_{40} + ۶ \bar{\phi}_{25} \rightarrow ۷۹۸۰ \ mm^۲$

$۶ \bar{\phi}_{32} + ۲ \bar{\phi}_{40} \rightarrow ۷۳۴۰ \ mm^۲$





Subject:
Year. ۸۶ Month. ۲ Date. ۲۲ (ش)

جناب آقای دکتر گلابچی

آشنایی با مقاومت مصالح و سازه‌های بتن آرمه

صفحه ۸ (۳)

ستون‌ها و پی‌های بتن آرمه: تا به حال تیرها و سقف‌ها را آموختیم در این جلسه به طراحی ستون‌ها می‌پردازیم

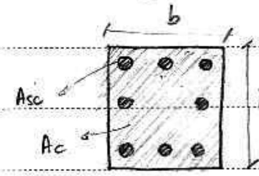
از آن جا که ستون بیشتر نیروی فشاری را باید تحمل کند پس باید پرسید چرا میلگرد می‌گذاریم؟ نیروی جانبی زلزله و خمش و پیچش و انواع نیروهای محوری یا غیرمحوری میلگرد در ستون را یکپارچه می‌کند و چند دلیل دیگر

* ا هیچ ستونی غیرمسلح ساخته نمی‌شود.

* ا در ستون حداقل ۴ میلگرد در ۴ گوشه باید داشته باشیم

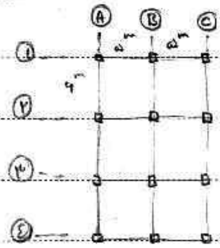
* ا در آیین‌نامه‌ای جهت آمده است که: حداقل میلگرد در مقطع ستون ۱٪ سطح مقطع که ما سطح فولاد داخل سطح مقطع را A_{sc} می‌نامیم و سطح مقطع ستون را A_c می‌نامیم

A_c → concrete; A_{sc}: A → area, s → steel, c → column



$$۱۰۰ \times \frac{A_{sc}}{bh} \geq ۱$$

مثال



$w = ۷۰۰ \ kg/m^2$

تنش در ستون B1 در طبقه بالا برابر است با $۳۰ \times ۰٫۷^{\,ton/m^2} = ۲۱^{\,ton}$ پس در طبقه زیرین ما که ۶ طبقه را تحمل می‌کند ۶×۲۱ یعنی $۱۲۶^{\,ton}$ را باید تحمل کند.

خب حالا چه ستونی برای این کار مناسب است

حالا باید چقدر از این نیرو را فولاد تحمل کند و چه مقدار را ستون

و این چیزی است که در این جلسه می‌آموزیم

الف) ستون تحت تأثیر نیروی محوری خالص:

$$N_u = ۰٫۴ f_{cu} A_c + ۰٫۶۷ f_y A_{sc}$$

نیروی محوری نهایی ستون

چون موضوع کرنش در این جا در نظر است SF فولاد را باز هم بالاتر می‌گیریم $\rightarrow \frac{1}{SF} = ۰٫۶۷$

حال در ادامه حل مثال مقطع را ۳۰×۳۰ انتخاب می‌کنیم

$$N_u = ۰٫۴ f_{cu} A_c + ۰٫۶۷ f_y A_{sc}$$

$$\Rightarrow ۱۲۶^{\,ton} = ۷۲ + ۰٫۶۷ f_y A_{sc} \Rightarrow A_{sc} = ۲۷^{\,cm^2}$$

اول کنترل می‌کنیم،

$$۱۰۰ \times \frac{A_{sc}}{bh} = ۳٫۶ \geq ۱ \quad ok$$

حال باید دید این سطح فولادی که از بتن کم شده است در مقاومت ما چه تأثیری می‌گذارد.

این جواب که در آیین‌نامه آمده است

$$۱ < ۱۰۰ \times \frac{A_{sc}}{bh} < ۴$$

یعنی حداکثر میلگرد ۴٪ سطح مقطع است

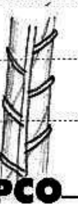
انواع فولادها

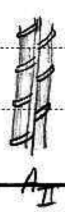
فولاد نرم Mild Steel فولاد ساده (A_I): $f_y = ۲۲۰۰ \ kg/cm^2$

فولاد نیمه‌سخت Hard Steel:
- فولاد آجدار A_{II}: $f_y = ۳۰۰۰ \ kg/cm^2$
- فولاد آجدار A_{III}: همان A_{II} ولی پیچیده است

فولاد آجدار A_{IV}: ترکیبی شود

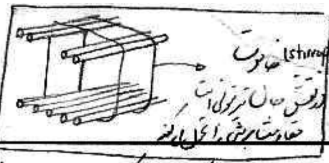
فرق شکل A_{II} و A_{III}


A_{III}


A_{II}

Subject: * شناژ یا tie beam برای کلاف کردن و بستن تیرها به یکدیگر هم

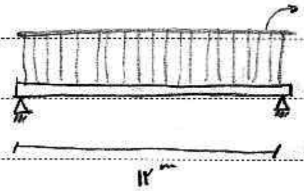
Year. Month. Date. ( )



مثال: برای سقف یک سالن اجتماعات به دهانه ۱۲ متر با بار گسترده یکنواخت ۶ ton/m از یک تیر بتونی به ارتفاع ۹۰cm استفاده شده است فولادگذاری تیر را تعیین کنید. [illegible]

$d = h - ۴ = ۵۹^{cm}$

$b = ۴۰^{cm}$ و $h = ۹۰^{cm}$ در نظر می‌گیریم



$M_{max} = \frac{\omega l^۲}{۸} = ۱۰۸ \ ton.m$

داریم $f_{cu} = ۲۵۰ \ kg/cm^۲$

$M_u = ۰٫۱۵ f_{cu} b d^۲ = ۴۷ \ ton.m$

فولاد آجدار $f_y = ۳۰۰۰ \ kg/cm^۲$

$M_{max} > M_u$

*) اصولاً مقاومت فشاری بتون ما بین $۲۰۰ - ۳۰۰ \ kg/cm^۲$

$\Rightarrow M'_s = M_{max} - M_u = ۰٫۷۲ \times f_y \times A'_s \times (d - d') \Rightarrow (۱۰۸ - ۴۷)\, ۱۰^۵ = ۰٫۷۲ \times ۳۰۰۰ \times A'_s \times \overset{۵۲}{(۵۹-۴)}$

$\Rightarrow A'_s = ۵۴٫۳ \ cm^۲ \rightarrow \boxed{۷\phi_{۳۲} \ A = ۵۶٫۳۰ \\ ۵\phi_{۴۰} \rightarrow A = ۶۲٫۸}$

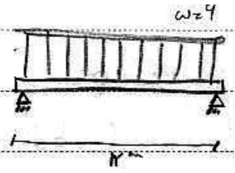
فشاری = کششی

$P_s = P_۱ + P'_s \Rightarrow ۰٫۸۷ \times ۳۰۰۰ \times A_s = ۰٫۴ (۲۵۰) \times ۴۰ \times \frac{۵۹}{۲} + ۰٫۷۲ \times ۳۰۰۰ \times ۵۴٫۳$

$\Rightarrow A_s = ۸۷٫۸ \ cm^۲ \rightarrow \boxed{۷\phi_{۴۰}} \rightarrow ۸۸ \ cm^۲$

ϕ علامت قطر است (فی)

مثال: مثال بالا را در حالت $h = ۱۲۰^{cm}$ حل کنید و مقایسه کنید.



$M_{max} = \frac{\omega l^۲}{۸} = ۱۰۸ \ ton.m$

$b = ۵۰^{cm}$

$M_u = ۰٫۱۵ \times f_{cu} . b d^۲ = ۲۵۲ \ ton.m$

$M_{max} < M_u$

$M = ۰٫۸۷ f_y \times A_s \times \frac{۳d}{۴} \Rightarrow ۱۰۸ = ۰٫۸۷ \times ۳۰۰۰ \times A_s \times \frac{۳}{۴} \times ۱۱۵ \Rightarrow A_s = ۴۷٫۹۷ \ cm^۲ \rightarrow ۶\phi_{۳۲} \rightarrow ۴۸٫۳$

$۴\phi_{۴۰} \rightarrow ۵۰٫۳$

مثال: مثال قبل را با تیری که ارتفاع آن $\frac{۱}{۱۵}$ دهانه است و عرض آن نصف ارتفاع تیر باشد مجدداً حل کنید.

$h = ۸۰^{cm}$ $b = ۴۰^{cm}$ $d = ۷۶$

$M_{max} = \frac{\omega l^۲}{۸} = ۱۰۸$

$M_u = ۰٫۱۵ \times f_{cu} \times b d^۲ = ۸۶۶۴۰۰۰ \ kg.cm = ۸۶٫۶۴ \ ton.m$

$M_u < M_{max}$

$M' = M_{max} - M_u = ۲۲ \ ton.m$

$M' = ۰٫۷۲ \times f_y \times A'_s \times (d - d') \Rightarrow A'_s = ۱۴٫۱۴ \ cm^۲ \rightarrow$

$۸\phi ۱۶ \rightarrow ۱۶٫۱ \ cm^۲$

$۵\phi ۲۰ \rightarrow ۱۵٫۷ \ cm^۲$

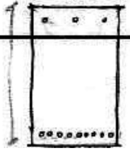
$۳\phi ۲۵ \rightarrow ۱۴٫۷ \ cm^۲$ ✓

$P_s = P_c + P'_s \Rightarrow ۰٫۸۷ \times f_y \times A_s = ۰٫۴ \times f_{cu} \times \frac{bd}{۲} + ۰٫۷۲ \times f_y \times A'_s \Rightarrow ۰٫۸۷ \times f_y \times A_s = ۱۸۳۷۵۲ \Rightarrow A_s = ۷۰٫۴ \ cm^۲$

$A_s = ۷۰٫۴ \ cm^۲ \rightarrow$

$۹\phi ۳۲ \rightarrow ۷۲٫۴ \ cm^۲$ ✓

$۶\phi ۴۰ \rightarrow ۷۵٫۴ \ cm^۲$



PAPCO

جناب آقای دکتر گلابچی

Subject:

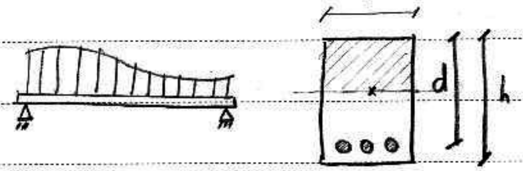
Year. ۸۶ Month. ۲ Date. ۸ (ش)

آشنایی با مقاومت مصالح و سازه‌های بتنی

جلسه ۷ (۲)

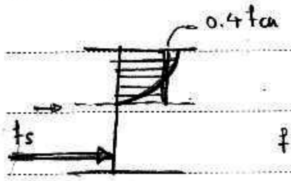
ما با مسائل طراحی تیر و سقف بتنی آشنا شدیم و در این جلسه هم این کار را ادامه می‌دهیم

طراحی تیرها و سقف‌های بتنی



d: Effective depth عمق مؤثر

f_s: تنش در فولاد



$f_s = ۰/۸۷ f_y$

انتخاب مقدار مناسب h : $l \times (\frac{۱}{۱۰} - \frac{۱}{۱۲})$

انتخاب مقدار مناسب b : $h \times (\frac{۴}{۸} - \frac{۶}{۱۰})$ برای b مناسب است و مناسب بودن عرض تیر با ابعاد ستون در ارتباط است که مورد توجه قرار دارد

تیرهای بتنی با فولاد فشاری

این سؤال را داریم: کی لازم است فولاد فشاری اضافه شود؟

M_u : ظرفیت تیر با فولاد کششی $M_u = ۰/۴ f_{cu}\, b\frac{d}{۲} \times \frac{۳d}{۴} = ۰/۱۵ f_{cu}\, b d^۲$

حال اگر بتن، f_{cu} مشخص می‌شد و b مشخص و d مشخص می‌گردد M_{max} را تعیین کند که نیازی به تیر فشاری نیست وگرنه باید گذاشته شود :

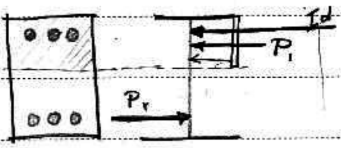
$M_{max} \leq M_u \rightarrow$ تیر با فولاد کششی

$M_{max} > M_u \rightarrow$ نیاز به فولاد فشاری

پس ما نیاز به فولاد فشاری داریم ← چقدر نیاز داریم؟ به اندازه‌ای که گشتاور تحمل نشده را تحمل کند.

$M'_s = M_{max} - M_u$: گشتاوری که باید فولاد فشاری تحمل کند

*) چون کمانش در اینجا اثر می‌کند ضریب اطمینان را بالاتر می‌گیریم $f'_s = ۰/۷۲ f_y$



d' $P'_s = f'_s \times A'_s$

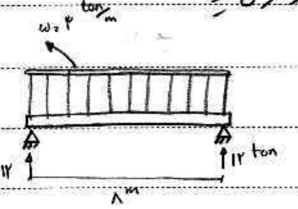
$M'_s = M_{max} - M_u = ۰/۷۲ f_y \times A'_s \times (d - d') \Rightarrow A'_s$ تعیین می‌شود

$P_۲ = P_۱ + P'_s \Rightarrow ۰/۸۷ f_y \times A_s = ۰/۱۵ f_{cu} \times \underset{?}{\underline{b d^۲}} + ۰/۷۲ f_y \times A'_s \rightarrow A_s$ تعیین می‌شود

برای این کار راحت‌تر است دیگر گشتاور نگیریم

حل مسائل درس مقاومت مصالح و سازه‌های بتنی — سؤال صفحهٔ ۹ (۱)

مثال، تیرهای اصلی یک ساختمان تجاری در دهانه‌های ۸ متر تحت بار گسترده یکنواخت ۳ $\frac{ton}{m}$ قرار می‌گیرد مقطع تیر برای موارد زیر را طراحی کنید



← (الف) ارتفاع تیر ۸۰ cm

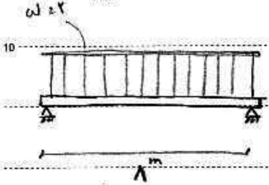
$M_{max} = \frac{wl^2}{8} = 24\ ton.m$ $\quad h = 80 \Rightarrow d = h - 5 = 75$ $\quad f_y = 4000\ kg/cm^2$

$f_{cu} = 300\ kg/cm^2$

$M = 0.87 f_y \times A_s \times \frac{3d}{4} \Rightarrow \overset{800}{\cancel{2400000}} = 0.87 \times \cancel{4000} \times A_s \times \frac{3 \times 75}{4} \Rightarrow A_s = \frac{800 \times 4}{0.87 \times 4 \times 75} = 12.3474\ cm^2$

$\phi_{20} \rightarrow A = 3.14\ cm^2$ $\quad 3.14 \times 6 = 18.84\ cm^2$ $\quad \boxed{۶\ \text{میلگرد}\ 20\ mm}$

$M_{max} = 0.4 f_{cu} \times \frac{bd}{2} \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 2400000 = 0.4 \times 300 \times \frac{b \times 75}{2} \times \frac{3 \times 75}{4} \Rightarrow \boxed{b_{min} = 9.48\ cm}$



← ب) ساختمان مسکونی $w = 2\ ton/m$

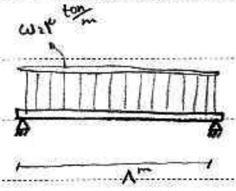
$M_{max} = \frac{wl^2}{8} = 16\ ton.m$ $\quad h = 50 \Rightarrow d = h - 5 = 45$ $\quad f_y = 3000\ kg/cm^2$

$f_{cu} = 300\ kg/cm^2$

$M = 0.87 f_y \times A_s \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 1600000 = 0.87 \times 3000 \times A_s \times \frac{3 \times 45}{4} \Rightarrow A_s = 18.1637\ cm^2$

$\phi_{20} \rightarrow A = 3.14\ cm^2$ $\quad 3.14 \times 6 = 18.84\ cm^2$ $\quad \boxed{۶\ \text{میلگرد}\ 20\ mm}$

$M_{max} = 0.4 f_{cu} \times \frac{bd}{2} \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 1600000 = 0.4 \times 300 \times \frac{b \times 45}{2} \times \frac{3 \times 45}{4} \Rightarrow \boxed{b_{min} = 17.5583\ cm}$



← ج) فولاد از نوع آج‌دار سخت: $f_y = 4200\ kg/cm^2$

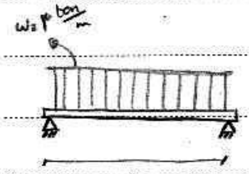
$M_{max} = \frac{wl^2}{8} = 24\ ton.m = 2400000\ kg.cm$

$h = 50 \Rightarrow d = h - 5 = 45$ $\quad f_y = 4200\ kg/cm^2$ $\quad f_{cu} = 300\ kg/cm^2$

$M = 0.87 \times f_y \times A_s \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 2400000 = 0.87 \times 4200 \times A_s \times \frac{3 \times 45}{4} \Rightarrow A_s = 19.4611\ cm^2$

$\phi_{20} \rightarrow A = 3.14$ $\quad 3.14 \times 7 = 21.98\ cm^2$ $\quad \boxed{۷\ \text{میلگرد}\ 20\ mm}$

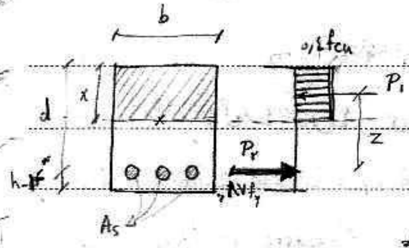
$M_{max} = 0.4 \times f_{cu} \times \frac{bd}{2} \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 2400000 = 0.4 \times 300 \times b_{min} \times \frac{45 \times 3 \times 45}{2 \times 4} \Rightarrow b_{min} = \boxed{26.3374\ cm}$



← د) دهانه تیر ۹ m $\quad \frac{wl^2}{8} = M_{max} = 1350000\ kg.cm$ $\quad h = 40 \Rightarrow d = 35$ $\quad f_y = 3000\ kg/cm^2$ $\quad f_{cu} = 300\ kg/cm^2$

$M_{max} = 0.87 \times f_y \times A_s \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 1350000 = 0.87 \times 3000 \times A_s \times \frac{3 \times 35}{4} \Rightarrow A_s = 19.7044\ cm^2 \rightarrow \boxed{۷\ \text{میلگرد}\ 20\ mm}$

$M_{max} = 0.4 \times f_{cu} \times b_{min} \times \frac{d}{2} \times \frac{3d}{4} \Rightarrow 1350000 = 0.4 \times 300 \times b_{min} \times \frac{35}{2} \times \frac{3 \times 35}{4} \Rightarrow b_{min} = \boxed{24.4897\ cm}$



« به Z بازوی اهرم نیرو گوییم »

* اصل ۱: برای این منظور گشتاوری که از تنش ها می سازند برابر گشتاور داخلی باشد وگرنه تیر می چرخد!

$\sigma = \frac{P}{A} \Rightarrow P = \sigma A$

$\Rightarrow P_1 = 0.4 f_{cu} \times bx$

$\Rightarrow P_2 = 0.87 f_y \times A_s$

* اصل ۲: ما در طراحی تیر حساب و حساب میلگرد را انجام دهیم

$z = d - \frac{x}{2} = \frac{3d}{4}$ [illegible]

$M_{\text{داخلی تیر}} = P_2 \times z = P_2 \times \frac{3d}{4} = 0.87 f_y \times A_s \times \frac{3d}{4}$

* از طرفی می دانیم از هر نقطه از مقطع اگر گشتاور بگیریم باید گشتاور مقطع ما صفر شود پس از یک نقطه مناسب گشتاور می گیریم که آن نقطه مناسب $x/2$ است زیرا گشتاور P_1 را صفر می کند

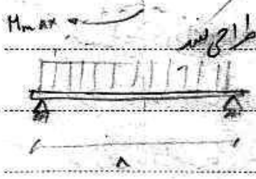
$$\boxed{M = 0.87 f_y \times A_s \times \frac{3d}{4}}$$

* میزان پوشش بتنی میلگرد در بتون باید طوری باشد که فولاد زنگ نزند و با بتون یکپارچه باشد

بنابراین به اقلیم و رطوبت محل بستگی دارد مثلاً در شمال باید بیشتر باشد یا در لب دریا به علت رطوبت خاک بیشتر باشد به طور کلی در تهران ۲٫۵ است + ۱٫۵ [illegible]

$d \approx h - 4$

مثال) تیرهای اصلی یک ساختمان تجاری که دهانه ای ۸ m تحت بار گسترده یکنواخت ۳ ton/m قرار می گیرد مقطع تیر بتنی در وسط دهانه را طراحی کنید ساختمان ما در کیش قرار دارد



* ما در طراحی همواره برای max طراحی می کنیم بنابراین M_{max} را حساب می کنیم در برابر گشتاور تنش ها می گذاریم

$M_{max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{3 \times 8^2}{8} = 24 \text{ ton.m}$

* اول سطح مقطع تیر را انتخاب می کنیم که به مقطع ۴۰×۵۰ می رسیم

* بعد مقاومت مصالح را انتخاب می کنیم $f_y = 3000 \frac{kg}{cm^2}$ و $f_{cu} = 300 \frac{kg}{cm^2}$

* در این مرحله d را می سنجیم چون در اقلیم مرطوب است $d = h - 5 = 45$

$M_{max} = 0.87 f_y \times A_s \times \frac{3d}{4}$

$\Rightarrow 24 \times 1000^{kg} \times 100^{cm} = 0.87 \times 3000 \times A_s \times \frac{3 \times 45}{4} \Rightarrow A_s = 33 \text{ cm}^2$

* حال که A_s را داریم به طراحی آرایش و قطر میلگرد می پردازیم

$\boxed{\begin{array}{l} \phi_{20} \\ A_s = 3.14 \text{ cm}^2 \end{array}} \Rightarrow 11 \times 3.14 = 34.4 \text{ cm}^2$

$\boxed{\text{۱۱ میلگرد } 20^{mm}}$

مثال) مسئله قبل را برای حالت زیر مجدداً طراحی کنید الف) ارتفاع تیر ۸۰ cm

ب) ساختمان مسکونی و $w = 2 \frac{ton}{m}$

ج) فولاد از نوع آج دار سخت: $f_y = 4200 \frac{kg}{cm^2}$

د) دهانه برابر ۹ m

آقای دکتر گلابچی

Subject:

Year. ۸۹ Month. ۱ Date. ۲۵ (ش) — جلسه ۶ (۱) — مقاومت مصالح و سازه های بتونی

تئوری و طراحی ساختمان های بتنی

Theory & Design of Reinforced Concrete Buildings

هدف ما: شناخت مناسب نسبت طراحی این سازه هاست ما می خواهیم طراح حرفه ای سازه های بتنی شویم در صورتی که اگر مهندس سازه نبود ما دچار سردرگمی نشویم

* طراحی سازه بتن آرمه بسیار دشواری است.

* ما باید بتن را مفهومیش بدانیم و یاد بگیریم مهم باشد

* موضوع بتن بحث پیچیده تری است نسبت به فولاد زیرا مباحث فنی روابط خطی تر و مشخص تر و قابل درک تری دارد ولی در بتن این طور نیست بنابراین درس سخت تری است.

* در هر صورت بتنی ها ترسناک است اگر سازه هر چیزی داشته باشد.

مرجع ما آیین نامه بتن ایران (آ.ب.ا) است

سری مقالات بتنی (بیشتر)

کتاب سازه های بتنی ... مفهوم ... بتن آرمه

تیرها و سقف های بتونی:

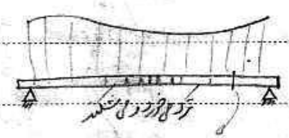
* مقاطع تیرهای بتنی معمولاً مستطیل است. ▨ ← ارتفاع تیر h ، b

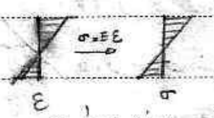
* ارتفاع تیر معمولاً ۲/۱ - ۱/۲ برابر عرض دهانه است یعنی در یک دهانه ۶m ارتفاع تیر بین ۳۰cm تا ۶۰cm باید باشد

مسلح کردن تیر بتنی (Reinforcement)

اگر یک تیر بتنی را تحت تنش های بارگذاری قرار دهیم این تیر به سوی ترک خوردن و شکستن می رود

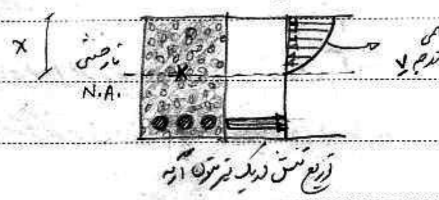
بنابراین ما در قسمت پایینی که بتن توانایی مقاومت کششی ندارد چند میلگرد قرار داده و آن را تقویت می کنیم



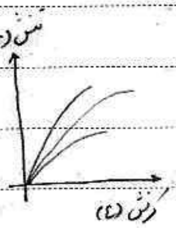


در فولاد این طور بود

شاید چون رابطه بین تنش و کرنش خطی بود

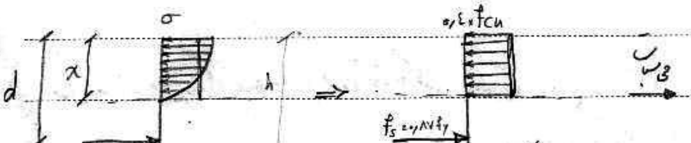


توزیع تنش در یک تیر بتن آرمه



قبل از این به نمودار تنش تیر مسلح را بکشیم به این می پردازیم که نمودار تنش و کرنش بتن چگونه است!

* ما برای راحت شدن کارها به جای تنش های فشاری به شکل قسمتی از یک سهمی درجه ۲ است یک خط قرار می دهیم به صورتی که مساحت زیر نمودار تغییری نکند (چون SF ها ... این کار دقیق اشکال ندارد)



نمودار تنش ساده شده

$$\xrightarrow{\text{می شود}} x \approx 0.48d \approx> \boxed{x \approx \frac{d}{2}}$$

← تار خنثی وسط d است

* از این به بعد تنش بتن را به جای "σ" ← f_{cu} (f'_c)

$f_{cylinder}$ ← f'_c استوانه ای آزمایش می کنند (نمونه آزمایش) — امریکایی

f_{cube} ← f_{cu} مکعبی آزمایش می کنند (نمونه آزمایش مکعبی) — اروپایی

* در بتن ما ضریب اطمینان را تقریباً ۲ یا بیشتر می گیریم معمولاً ۲.۵ چون بتن را خودمان می سازیم ولی فولاد را کارخانه به علت ... داخل تر است $\sigma_a = 0.4 f_{cu}$

* ضریب اطمینان در میلگردها را ۱.۱۵ می گیریم $\Rightarrow \sigma_a(f_s) = \frac{f_y}{1.15} \Rightarrow f_s = 0.87 f_y$

Subject:

Year. ۸۵ Month. ۱۲ Date. ۲۲ (س)

جلسه ۵ — مقاومت مصالح و سازه‌های بتنی

تئوری طراحی سازه‌های بتن آرمه

انواع بتن: ۱- بتن concrete ← فقط فشاری ← [illegible]

۲- بتن مسلح Reinforced Concrete ← کشش و فشار ← سازه

۳- بتن پیش تنیده Prestressed Concrete ← | دهانه‌های بیش از ۱۰ متر / مقطع کمتر ← المان‌ها را کشیده تا مقطع ثابت آن کم شود

۴- بتن پس کشیده Past Tensioned Concrete

۵- بتن سبک light Concrete: مقاومت کمتر نسبت به بتن معمولی

$\sigma_c \approx 1400-1800 \; kg/m^3$

$\sigma_c \approx 140 \; kg/cm^2$

کاربرد: ۱- در واحدهای مسکونی

۲- کاربرد سازه‌ای

۳- عناصر صداگیرنده

نحوه ساخت: ۱- استفاده از سنگدانه‌های سبک و متخلخل ← طبیعی / ← مصنوعی

۲- ایجاد حباب‌های بزرگ در بتن

بتن‌های اسفنجی: ۱- گازی: یک سری مواد حل / مواد آلومینیم اضافه می‌کنند با ترکیبات شیمیایی / تولید گاز می‌کنند و حباب درون آن می‌سازد

۲- کفی

۳- حذف مواد ریزدانه از ترکیبات بتن

*۱- بتن‌های اسفنجی آب را جذب می‌کنند و در مقابل آتش سوزی بسیار مقاوم است

*۲- بتن‌های اسفنجی گازی با بتن‌های حباب‌دار قبلی خیلی فرق می‌کنند ابعاد حباب‌های گازی بسیار بزرگتر است.

بتن‌های مخصوص:

۱- بتن پلیمری: خیلی بسیار جوان هستند ترکیبات پلیمری اضافه می‌شود

۲- بتن گوگردی: سنگدانه‌ها و گوگرد را حرارت می‌دهند می‌شود بتن گوگردی دیگر ترکیبات آب و سیمان ندارد

۳- بتن الیافی: ۵٪ وزنش را از الیاف طبیعی یا مصنوعی استفاده می‌کنند

۴- بتن غلتکی: عدد اسلامپ این بتن صفر است (خیلی سفت است) در جاهایی که می‌خواهند سریع بریزند یعنی بعد از ریختن تغییر شکل خودبخودی نمی‌دهد ولی با غلتک به راحتی تغییر شکل می‌گیرد

۵- بتن پرمقاومت: خیلی زیاد مقاومت بتن ($\frac{c}{E}$) سیمان را زیاد می‌کنند

۶- بتن فروسیمان: شکل‌پذیری عالی و مقاومت بسیار خوب در قایق‌ها و در سقف‌هایی که اشکال خاص دارند استفاده می‌شوند و شکل‌های پیچیده‌تری دارد

ادامه جلسه ۴

ادامه نگهداری از بتن: بتن ریزی در هوای سرد

۱- بتن ریزی در ساعات گرم روز (۱۴-۹)
۲- استفاده از مواد افزودنی تسریع کننده
۳- استفاده از آب گرم
۴- گرم کردن بتن و ماسه قبل از استفاده

*) چون ما در فرآیند بتن می‌خواهیم حرارت هیدراتاسیون از محل سیستم خارج نشود و باعث درست انجام شدن فرآیند مقاومت بتن شود بنابراین در هوای سرد که قسمتی از گرمای بتن را محیط به شدت تلاش در جذب دارد بنابراین باید گرمای مصنوعی به بتن می‌دهیم تا آن جبران شود

بتن ریزی در هوای گرم

۱- بتن ریزی در ساعات سرد روز
۲- استفاده از مواد افزودنی کندگیر کننده
۳- استفاده از آب سرد
۴- قرار دادن بتن و ماسه در زیر سایبان
۵- استفاده از قالبهای رنگ روشن

ویبره کردن: یک میله فولادی را به یک کابل برق وصل می‌کنیم و کاملاً عمود داخل ستون می‌کنیم حدوداً ۳۰ ثانیه نیز شیر آن را به برق وصل می‌کنیم و شروع می‌کند ارتعاش. اول آن را تا انتهای داخل ستون می‌کنیم ؟ ۲۰-۱۰ می‌لرزانیم بعد ۵۰ سانت بالا می‌آوریم دوباره می‌لرزانیم دوباره ۵۰ سانت بالاتر می‌لرزانیم.

یک راه دیگر نیز وجود دارد که دستگاه ویبره را به محل قالب وصل می‌کنند و کل قالب را می‌لرزانند باید قالب کاملاً بسته شده باشد

- مواد افزودنی حباب ساز ، حباب‌های بتن را داخل بتن را نگه می‌دارند (حباب‌های ریز) و خود نیز حباب‌های ریزی را می‌سازند که باعث روان‌تر شدن بتن می‌شود (محبوس کننده هوا)
حباب‌های ساخته شده از نوع حباب‌های بزرگ و غیر یکنواخت که به خوبی نیستند بلکه حباب‌های ریز و یکنواخت می‌سازند.

تأثیرات وجود حباب‌ها بر روی بتن: ۱- افزایش کارایی روانی بتن
۲- افزایش مقاومت بتن در برابر نفوذ آب
۳- افزایش مقاومت بتن در برابر سولفات
۴- افزایش مقاومت در برابر نمک‌های ضد یخ که به آن افزودیم
۵- افزایش مقاومت بتن در برابر یخ زدگی و آب شدن متوالی

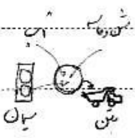
*) برای ۱ m³ بتن چی می‌خواهیم؟
- ۸۰۰ lit شن
- ۴۰۰ lit ماسه
- ۱۷۰-۱۸۰ lit آب
- ۳۰۰ kg سیمان

۱۲۰۰ که از ۱۰۰۰ بیشتر است؟ زیرا که ریزدانه‌ها درون درشت‌دانه‌ها قرار می‌گیرند بعد مولکول‌های آب هم آن‌ها
در نتیجه یک جسم صلب را به ما می‌دهد

*) مصرف آب تقریباً ½ مقدار سیمان است.
*) مقدار سیمان مرتبط با نوع کار ساختمان است.

ساختن، حمل و نگهداری بتن

۱- ساخت به روش: ۱- ساخت در محل: برای کارهای کوچک که با بیل بتن را می‌ریزند و آماتور ---



۲- ساخت در محل برای بتن از ۲۰۰۰ مترمکعب: Batching Plant - 1 Batch بتن = ۵۰ m³ بتن
۳- حمل ← ۳- ساخت در مسیر: Concrete Mixer (تراک میکسر): ظرفیت m³ ۸۰۰-۴۰۰۰
۴- بتن آماده می‌خریم و به هم نصب می‌کنیم

۲- نگهداری (Curing):
*) قالب‌های عمودی را ۳ روزه می‌توان برداشت ولی عناصر افقی ۱۴ روزه. در بتن ریزی‌های بلند مثلاً سه پایه ۲ تا ۳ روز قالب بماند
- مرطوب نگهداشتن آب: - استفاده از مواد رزینی برای نگهداشتن بتن و پاشیدن آن روی سطح بتن - استفاده از خاک اره مرطوب در پای بتون می‌شود
- آب پاشی به بتن

Subject:
Year. ۸۵ Month. ۱۲ Date. ۱۵ (س)

جلسه ۴ مقاومت مصالح و سازه‌های بتنی

تئوری و طراحی ساختمان‌های بتن آرمه

- مواد تشکیل دهنده : ۱- سیمان
۲- آب
۳- دانه‌های سنگی | جلسه ۳
این جلسه ← ۴- مواد افزودنی (Admixtures)

*) مواد افزودنی نباید بیش از ۵٪ باشند چون از جنس نمک هستند. چون روی آرماتورها تاثیر بد دارند.

*) در حقیقت مایعی هستند که در آب می‌ریزند و آب را با بقیه مخلوط می‌کنند. داروی زیاد هم خیلی بد است.

مواد افزودنی بتن براساس ASTM :

۱- گروه A : مواد کاهنده آب ← چرا کاهش آب؟ : - مقاومت بتن بالا می‌رود زیرا ← $\frac{\overset{\text{سیمان}}{C}}{\underset{\text{مقدار آب}}{E}} \uparrow$ مقدار آب را کاهش می‌دهد چون تنها آب را جذب می‌کند
- کاهش مصرف سیمان زیرا ←

۲- گروه B : مواد افزودنی تاخیر اندازنده (کندگیرکننده) : - در بتن‌ریزی‌های حجیم
- بتن‌ریزی در هوای گرم زیرا ← ما فرآیند را کند می‌کنیم تا حرارت هیدراتاسیون نسبت به زمان کم شود و آب بتن زود تبخیر نشود و بتن نسوزد
- برای جلوگیری از درز سرد (cold joint) زیرا ← می‌خواهیم بتن قسمت قسمت شود مثلاً شب می‌رویم فردا صبح ادامه می‌دهیم باید سیمان دیرگیر باشد تا بتن یکپارچه باشد و قبل از شروع مجدد بتن‌ریزی باید به سیمان روز قبل آب دهیم تا هیدراتاسیون را شروع کند
- برای حمل و نقل بتن ← بعضی وقت‌ها بتن را جای دیگری می‌سازند و جای دیگر مصرف می‌کنند. بتن نباید در مسیر خودش را بگیرد

۳- گروه C : مواد افزودنی تسریع کننده (تندگیرکننده) : - بتن‌ریزی در هوای سرد : حرارت هیدراتاسیون را بالا می‌بریم چون محیط دیگر حرارت لازم را ندارد.
- در مواردی که برداشت سریع قالب مورد نظر است.

۴- گروه D : کاهنده آب و تاخیر دهنده (A+B)
۵- گروه E : کاهنده آب و تسریع کننده (A+C)
۶- گروه F : روان کننده‌های بتن

*) تضمین کیفیت بتن (ISO)
International Standards Organization
iso 9001
iso 9002

PAPCO

قطعه معلق در یک میلیون قسمت ← piece per million

۳- آب مصرفی بتن:

آب باید آب مصرفی باشد یعنی مواد معلق در آن، برابر ۲۰۰۰ ppm حداکثر باشد. آب خلیج فارس سخت‌ترین آب جهان با ۷۰۰۰۰ ppm است. آب‌های دریا بین ۲۰۰۰۰ ـــ ۴۰۰۰۰ ppm است.

آب نباید حباب دار باشد چون بتن حفره‌ای شود

آب‌های برخی شهرها شور است. اشکال ندارد ولی باید قلیش آزمایش شود چون نمک باعث زنگ زدگی آرماتور و ترک دار شدن بتن می‌شود

آب مصرفی برای نگهداری از بتن نیز باید آب خوب باشد. مخصوصاً در استفاده expose از بتن‌ها

*) ساختن بتن به این راحتی نیست که می‌بینیم

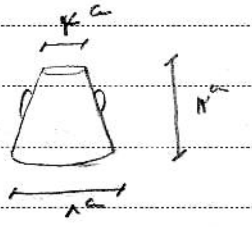
کارایی بتن: تأمین کردن نیازهای ما

- کارایی بتن به تمامی مشخصات مواد تشکیل دهنده بتن بستگی دارد.

بتنی کارا است که هر شکل باشد به صورت و تناسب بسیار مناسبی از مواد تشکیل دهنده ترکیب شده باشد.

یک موقع بتن، سنگدانه‌های آن کم است بنابراین آب با سیمان مخلوط می‌شود و به هم بالا می‌آید ← دیگر این بتن به درد نمی‌خورد!

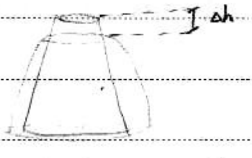
یک موقع با خوب مخلوط نکردیم وگرنه تناسبات درست است



آزمایش اسلامپ: یکی از آزمایشات کارایی بتن که در یک مخروط ناقص انجام می‌گیرد

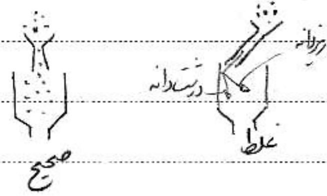
بتن را درآن می‌ریزیم بعد از زمان معینی آن را برمی‌داریم.

یا بتن می‌ریزد یا بتن بریده می‌شود. اگر بتن یکباره بریزد یا بریده شود بتن به درد نمی‌خورد



هر چه Δh بیشتر باشد بتن شل‌تر است. Δh را عدد اسلامپ می‌گوییم

کارایی بتن بسته به نوع حمل و ریختن آن نیز هست. مثلاً نباید با بیل بتن را پرت کرد (در فاصله طولانی)، بتن کارایی خود را از دست می‌دهد. در پرت کردن بتن، بتن آب و دانه‌های خود را از دست می‌دهد (مخلوط می‌شوند در هوا). در حمل و ریختن باید توجه داشت که دانه‌بندی و تخلیط آب و سیمان از دست نرود.



در تخلیه ملات‌ها ( ) باید توجه داشت که سنگدانه در موقع ریختن از هم جدا نشوند

بتن باید ۹۰٪ مشخصات خواسته شده ما را در آزمایش تأمین کند

*۱) [illegible] به صفحات خاص باید کتاب بخوانید

*۲) دانشجوی هر کدام به هر گرایشی دوست داشتند باید دنبالش بروند

*۳) شما دیگر دانش‌آموز نیستید دانشجو هستید

تئوری طراحی سازه‌های بتن مسلح (بتن ۱ و ۲ [illegible])

- مواد تشکیل دهنده بتن: ۱- سیمان (جلسه ۲)
۲- سنگدانه
۳- آب
۴- مواد افزودنی (admixtures)

۲- سنگدانه‌ها (دانه بندی بتن)

عامل اصلی مقاومت بتن سنگدانه‌ها هستند زیرا که سیمان و آب خودشان مقاومت خیلی بالایی ندارند ولی سنگدانه‌ها باعث مقاومت و ترکیب خوب آن‌ها می‌شوند.

- درشت دانه - شن (Gravel) بیش از ۵ mm
- ریزدانه - ماسه (Sand) کمتر از ۵ mm

سنگها
- کاملاً گردگوشه (فرسایش زیاد)
- گردگوشه
- کمی گردگوشه (فرسایش نسبتاً کم)
- کمی تیزگوشه (فرسایش کم)
- تیزگوشه (بدون فرسایش)

حداکثر میزان سنگدانه‌های ورقی باید کمتر از ۱۵ درصد باشد زیرا که سنگدانه‌های ورقی باعث ترک خوردن سیمان و آب و باعث محبوس شدن هوا می‌شود.

اگر سنگدانه‌ها را از رودخانه یا جاهایی که ممکن است برداریم و استفاده کنیم روی آرماتورها تأثیر می‌گذارد و ممکن است باعث زنگ زدگی آن می‌شود و بتن نیز لک می‌زند و بر روی لکه‌هایی با رنگ‌های مختلف دیده می‌شود به خاطر نمک آن سنگدانه‌هاست بنابراین سنگدانه‌ها را می‌شوریم

- سنگدانه‌های تیزگوشه قدرت تحمل تنش بیشتری را دارند زیرا که بتن را [illegible] می‌کنند
- گردگوشه‌ها باعث تخلیط بهتر سیمان و آب می‌شود
- گردگوشه‌ها خاصیت‌های بیشتری دارند تا تیزگوشه‌ها

آزمایشها:

سنگدانه‌ها را تحت آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی قرار می‌دهیم ولی ما در اینجا مکانیکی را مورد بحث داریم

آزمایش سختی: مقاومت در برابر سایش

آزمایش چسبندگی: چه قدر قدرت چسبندگی دارند!

(آزمایش مقاوم) آزمایش تنش: چه قدر مقاومت فشاری دارند!

PAPCO

آزمایش طاقت: چه قدر در مقاومت اختلاف دما [illegible]؟

Subject:
Year. Month. Date. ( )

سیمان‌های پوزولانی
سیمان‌های سولفات‌دار
سیمان‌های رنگی

ب) انواع سیمان: ۱- سیمان‌های هیدرولیکی (آبی): A) سیمان‌های پرتلند: I) برای موارد معمول و فرآیندهای جاری و برای انواع سازه‌هایی که احتیاج به مقاومت سولفاتی ندارند

II) سیمان اصلاح شده: حرارت آزادشده کمتر نسبت به I و مقاومت بالایی در مقابل سولفات‌ها دارد. ما می‌توانیم زمان بیشتری روی سیمان کار کنیم

III) سیمان زودگیر: کل حرارت آزاد شده‌اش بیشتر است. در جاهایی که هوا سرد هست یا صبح سیمان را می‌ریزیم و تا شب باید سیمان بگیرد تا یخ نزند. بنابراین حرارت هیدراتاسیون بسیار بالایی دارد

IV) سیمان دیرگیر: مثلاً در جاهای گرم که حرارت کمتری داشته باشد چون خود محیط حرارت دارد و باعث تبخیر می‌شود. یا مثلاً در کارهای حجیم مثلاً سدها که می‌خواهیم کار پیوسته باشد

V) سیمان مقاوم در برابر سولفات‌ها: در جاهایی که خاک یا منبع سولفات‌ها مثلاً در سواحل دریا، در آب‌های اسیدی یا در جاهایی که باران‌های اسیدی می‌بارد

*) استانداردهای ما آمریکایی است (ASTM)
American Standards Testing Material

*) تنها فرق تفاوت همه انواع سیمان‌ها یکسان است ولی موقعیتی که ما در حال کار کردن هستیم نوع سیمانی که ما از آن استفاده می‌کنیم را تعیین می‌کند

*) همین جوری نمی‌توان ترکیب درصد سیمان‌ها را به هم زد بلکه در جاهای مختلف باید از انواع مختلف سیمان استفاده کرد.

*) سیمان قدیمی ایران = ساروج: تخم مرغ + آهک + خاکستر

*) مقاومت کششی سیمان و آب مناسب

۲- سیمان‌های غیرهیدرولیکی که در کشور ما استفاده ندارد
(غیرآبی)

*) پوزولان نام یک جزیره آتشفشانی در ایتالیا است که سنگ‌های آتشفشانی دارد

ج) مشخصات سیمان:

۱- ترکیبات شیمیایی: حداکثر می‌تواند ۵٪ ناخالصی داشته باشد

۲- زمان گرفتن سیمان: از ۱ ساعت تا ۱۲ ساعت

۳- مقاومت فشاری:

۴- درجه نرمی سیمان: درجه درشتی دانه‌های سیمان هر چقدر دانه‌های ریزتری داشته باشد سطح بیشتری دارد پس آب بیشتری باید ترکیب شود پس سیمان بهتری را به ما می‌دهد ولی دانه‌های درشت فقط سطحشان باید با آب ترکیب شود

۵- درجه خلوص: درصد مواد خالص

مقاومت مصالح و سازه‌های بتنی

جلسه ۲

تئوری و طراحی ساختمان‌های بتن مسلح (بتن آرمه)

جلسه ۱
الف) تاریخچه
ب) مزایا و محدودیت‌ها
ج) موارد کاربرد
د) مواد تشکیل دهنده

مواد تشکیل دهنده بتن:

۱- سیمان
۲- آب
۳- دانه‌های سنگی
۴- مواد افزودنی

*) ما در سیمان به کلسیم و سیلیس نیاز داریم پس از سنگ آهک و گل خاک رس استفاده می‌کنیم

۱- سیمان: الف) مواد تشکیل دهنده - سنگ آهک ($CaCO_3$): پس سنگ آهک را تحت حرارت بالا قرار می‌دهیم تا تجزیه شود $CaCO_3 \xrightarrow{1450^\circ} CaO + CO_2$

- خاک رس (Si سیلیس)
- اکسیدهای آلومینیم و آهن
- گچ: چون گچ سیمان را زودگیر می‌کند

نام ترکیب	اکسیدهای تشکیل دهنده	ماده تشکیل دهنده سیمان	
تری کلسیم سیلیکات	$3CaO, SiO_2$	C_3S	C: مخفف CaO
دی کلسیم سیلیکات	$2CaO, SiO_2$	C_2S	S: مخفف SiO_2
تری کلسیم آلومینات	$3CaO, Al_2O_3$	C_3A	A: مخفف Al_2O_3
تترا کلسیم آلومینوفریت	$4CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3$	C_4AF	F: مخفف Fe_2O_3

هیدراتاسیون سیمان: ترکیب شدن آب با سیمان *) هرجا هیدراسیون آید آب وجود دارد

چون سیمان برای پیدا کردن مقاومت خیلی نیاز به ترکیب خوب با آب دارد پس در هواهای گرم که آب سیمان تبخیر می‌شود ما آن را با آب [illegible] مرطوب نگه می‌داریم

Subject: Reinforced Concrete
Year. ۸۵ Month. ۱۱ Date. ۲۴ ( )

خانم مهندس کتایون تقی‌زاده
مقاومت سازه‌های بتنی   جلسه ۱

تئوری و طراحی بتون مسلح (بتن آرمه)

Reinforced Concrete   هدف: طراحی و محاسبات مقاومتهای سازه‌های بتنی

تاریخچه: تاریخ بتون به اختراع سیمان برمی‌گردد که در شهر لیبرپدر سال ۱۸۵۵ بود ـ ۱۸۸۶ استفاده از بتون در ساختمان‌ها

ماده چسباننده: cement سیمان   رفتار مقاومت کششی کمی دارد ـ و با سنگدانه‌ها رفتاری پیوسته داریم.

در سازه‌ها حفاظت و مقاومت‌های موجود مهم نیست بلکه نسبت مقاومت به وزن آن‌ها باید بالا باشد => استفاده از مصالح‌های کم وزن تر

در ادامه تاریخچه بتون: فری سینه بتن‌های در حجم تنیده و ترکیبات بتون ـ فرانسوا هنبیک قاب‌های بتونی ـ بعد ترکیبات بتون پودر بتن استفاده الیوزار بتون

*) مهم‌بندی در سازه‌های بتونی به صورت دیوارات ولی در سازه‌های دیگر می‌توان از هر سه ۷ شکل استفاده کرد که قابلیت ایجاد می‌شود یک صحنی گم شد، نقل السی اهداد، السی از بودن اسناد، جنگی‌ها به ضعف رسید، تئوری از آن وقت پس در ترکیبات بتون هیچ چیز نباید کم و زیاد شد

محدودیت‌ها	مزایا
۱ـ نیاز به زمان اجرای زیاد	۱ـ مقاومت در برابر حرارت و آتش
۲ـ نیاز به نگهداری	۲ـ ایجاد حجم‌های آزاد
۳ـ عدم امکان استفاده در دهانه‌های با ارتفاع زیاد	۳ـ سازگاری با نیازها و خواسته‌های طرح
۴ـ هزینه زیاد	۴ـ مقاومت در برابر رطوبت و خوردگی
۵ـ نیاز به کارگر متخصص برای نظارت بر ترکیبات و ساخت آن	۵ـ یکپارچه و صلب است
۶ـ دارای ابعاد زیاد سازه‌ای	۶ـ وجود مواد اولیه بتون در طبیعت
۷ـ کنترل اجرای تحت شرایط نمی‌توان کاملاً مطمئن بود که در درز بتون هوا گیر کرده	۷ـ کم هزینه بودن
۸ـ قابلیت ارتجاعی ندارد	۸ـ قابلیت استفاده به شکل‌ها
۹ـ عدم امکان استفاده از مواد در صورت تخریب ولی فولاد را می‌توان دوباره استفاده کرد	۹ـ قابلیت استفاده به عنوان عناصر معماری مانند دیوار
	۱۰ـ استفاده از بتون رنگی در معماری

موارد استفاده: ۱ـ ساختمان‌های مسکونی و ...   ۲ـ سدسازی   ۳ـ بناهای یادبود   ۴ـ مبلمان شهری (صندلی‌ها و ...)
۵ـ استفاده برای کانال‌های آب و فاضلاب و چاه‌ها   ۶ـ پیروه‌های سیلوها و دودکش‌های کارخانجات
۷ـ مخازن مایعات   ۸ـ برج‌های مخابراتی   ۹ـ تونل‌ها   ۱۰ـ پل‌ها   ۱۱ـ ملاحظات جنگی
۱۲ـ راه‌سازی (جاده‌های آسفالت)   ۱۳ـ تراورس‌های راه‌آهن   ۱۴ـ استفاده در دیوارهای حائل در راه‌ها و ...   ۱۵ـ استفاده در خطوط ارتباطی
۱۶ـ مرجع تشکیلات

PAPCO