

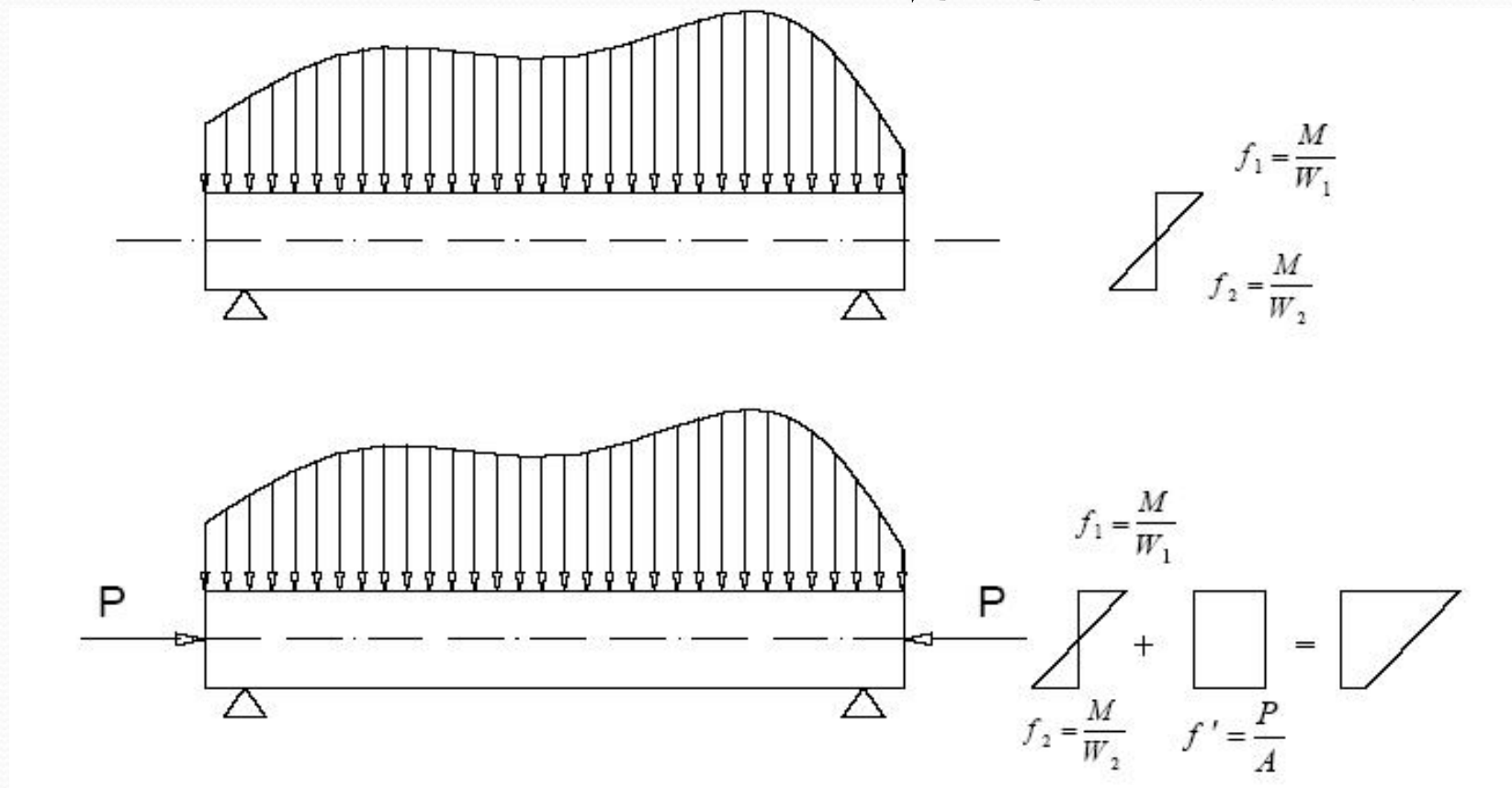
دال های بتنی پس کشیده

حسین معز

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

تعریف

- پیش‌تنیدگی عبارت است از ایجاد یک تنش ثابت و دائمی در یک عضو بتنی به نحوه دلخواه و به اندازه لازم.



گستره کاربرد و تاریخچه

- در سال های اخیر استفاده از سقفهای پس کشیده در ساختمانها رشد و پیشرفت داشته است.
- بیشترین کاربرد آن در ایالت کالیفرنیا آمریکا است.
- سقفهای پس کشیده همچنین در استرالیا، هنگ کنگ، سنگاپور و اروپا نیز استفاده می شود و در انگلستان نیز به سرعت در حال افزایش است.
- در سال ۱۸۸۶ برای اولین بار بتن پیش تنیده در ایالات متحده آمریکا توسط جکسون به ثبت رسید.
- دو سال بعد در آلمان اولین دال بتنی پیش تنیده توسط دوهرینگ ساخته شد.
- در سال ۱۹۲۸ بود که Freyssinet توانست با استفاده از فولادهای پر مقاومت درصد از دست رفتن تنش ناشی از خزش و انقباض بتن به تنش اولیه پیش تنیدگی را کاهش دهد و پس از آن پیش تنیدگی رواج پیدا کرد.

روش‌های اعمال نیروی پیش‌تنیدگی

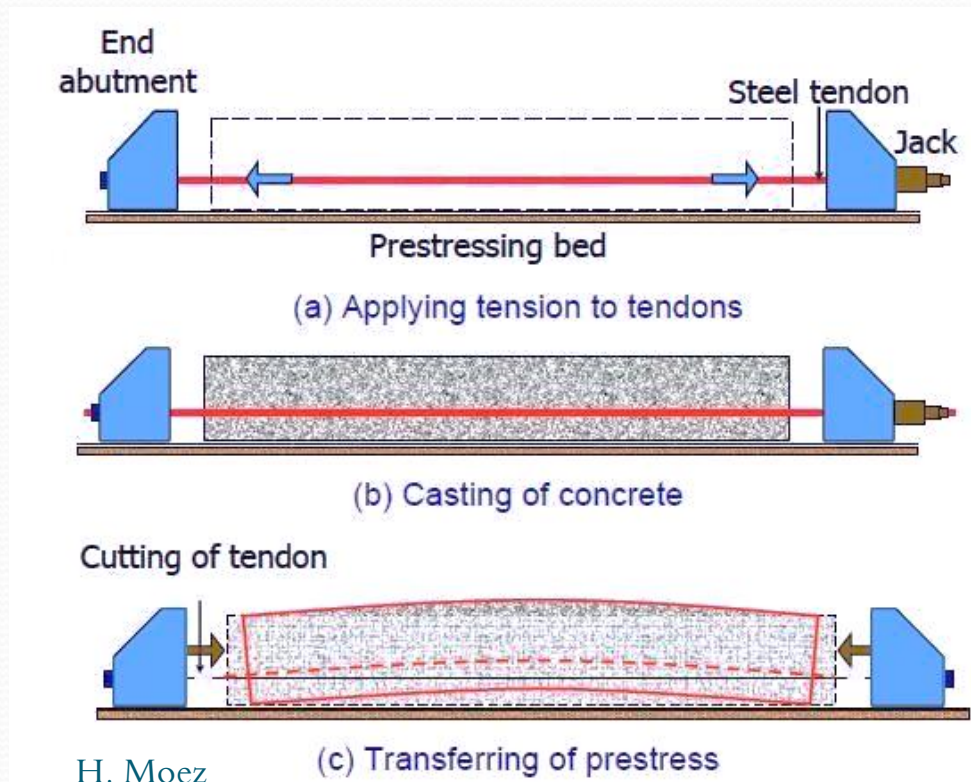
Prestressing Procedures

پیش تنیدگی داخلی

- بر حسب نوع اعمال نیروی پیش تنیدگی، دو نوع تیر پیش تنیده خواهیم داشت:
 - الف - تیر پیش کشیده
 - ب - تیر پس کشیده

بتن پیش کشیده

- در تیر پیش کشیده ابتدا مفتول‌های پیش‌تندگی در محل خود در قالب تیر مستقر شده و در دو انتها توسط مهارهای مخصوصی نگهداری شده و کشیده می‌شود. سپس عمل بتن‌ریزی در قالب صورت می‌گیرد.

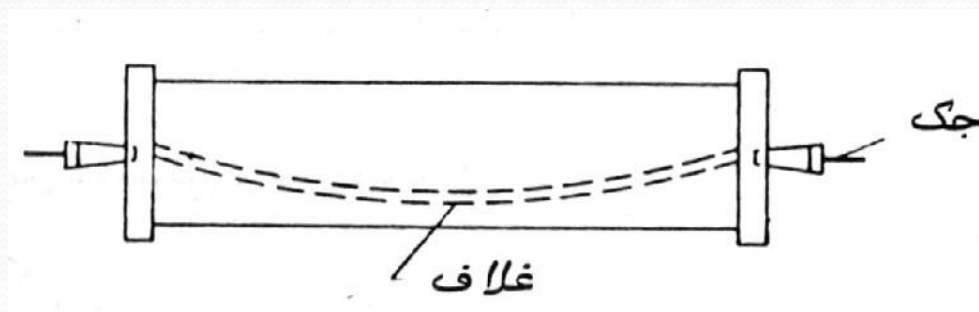






بتن پس کشیده

- در تیرهای پس کشیده، غلافی تو خالی در بتن تعبیه می شود و عملیات بتن ریزی تیر انجام می شود. در دو انتهای تیر غالباً دو ورق سر (یا هر وسیله مهارى مناسب دیگر) قبل از بتن ریزی جاگذاری می شود. بعد از این که بتن به مقدار کافی مقاومت کسب کرد فولادهای پیش تنیدگی (که از داخل غلاف فولادی عبور داده می شوند یا همراه غلاف تعبیه شده اند) توسط جک هایی که به ورق های سر تکیه می نمایند، کشیده می شوند .



وسایل پس کشیدگی

- - غلاف که باید قبل از بتن ریزی در مسیر مشخص شده در نقشه قرار گیرد
- ۲- گیره های مخصوص مهار کابل در انتها
- ۳- جک مخصوص کشیدن کابل های سازگار با گیره مورد استفاده
- ۴- پمپ هیدرولیک برای ایجاد نیرو در جک
- ۵- پمپ فشار قوی برای تزریق دوغاب سیمان به منظور پر کردن فضای داخلی غلاف

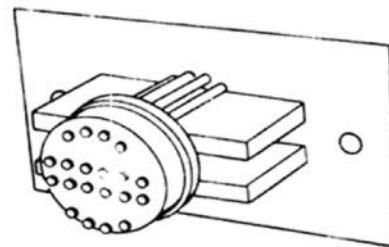
مهار انتهایی فولادهای پس کشیدگی

- مشخصات وسایل مهارکننده (گیره)، بستگی به مشخصات ارائه شده از طرف سازنده دارد. در شکل چند نمونه معمول از گیره‌ها به دو دسته؛

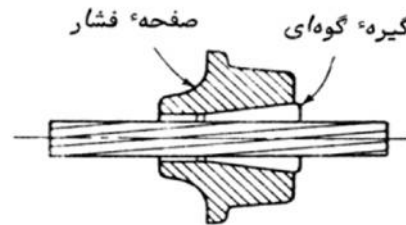
- الف: گیره مهرهای

- ب: گیره گوه‌ای

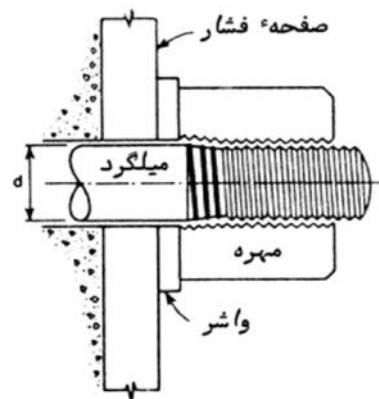
تقسیم می‌شوند



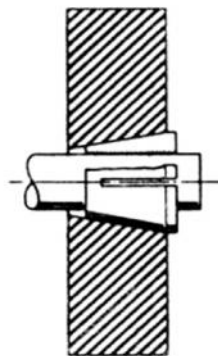
الف: گیره مهرهای برای مهار سیستم با مفتول‌های موازی



ب: گیره گوه‌ای برای مهار سیستم گابی

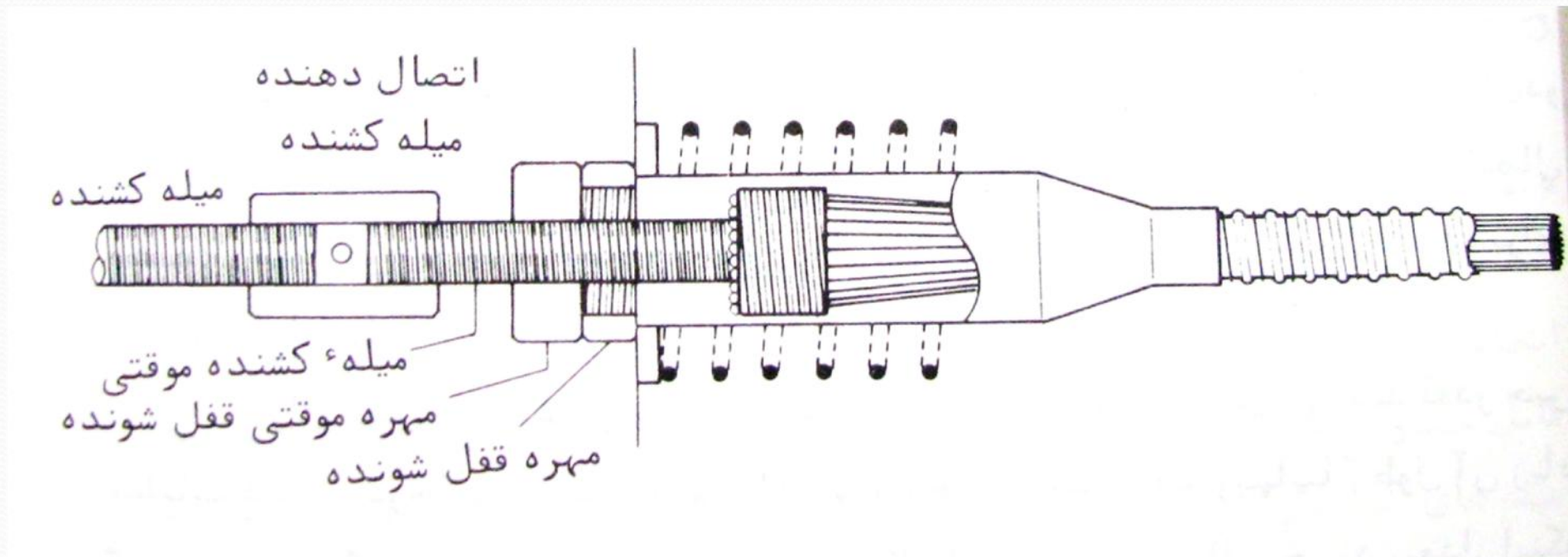


پ: گیره مهرهای برای مهار سیستم میلگرد آلیاژدار

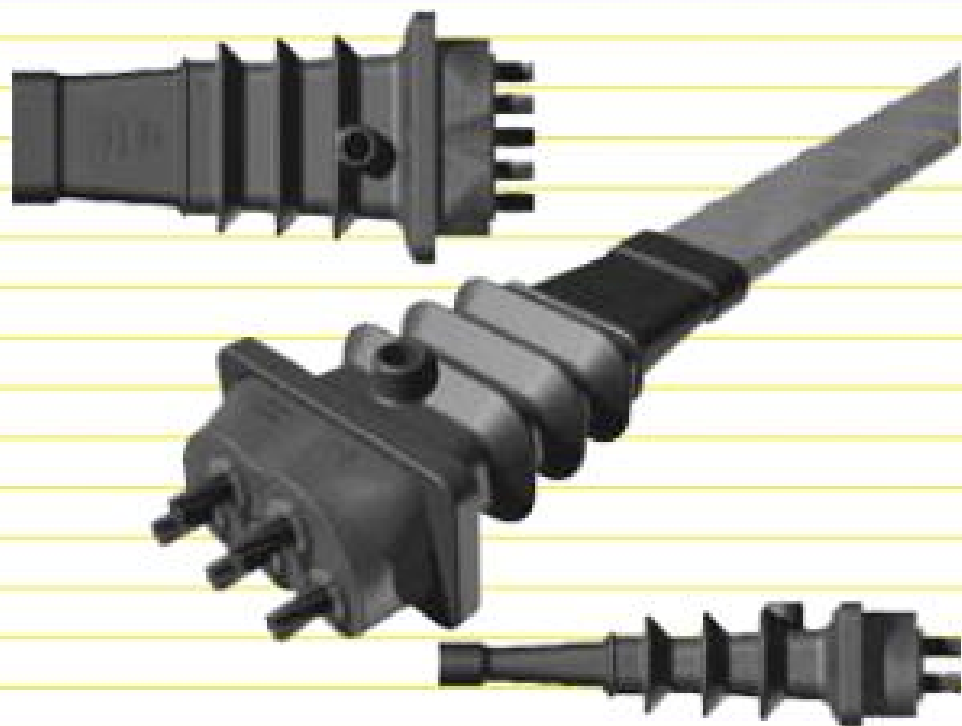


ت: گیره گوه‌ای برای مهار میلگرد آلیاژدار

یک روش برای کشیدن کابل



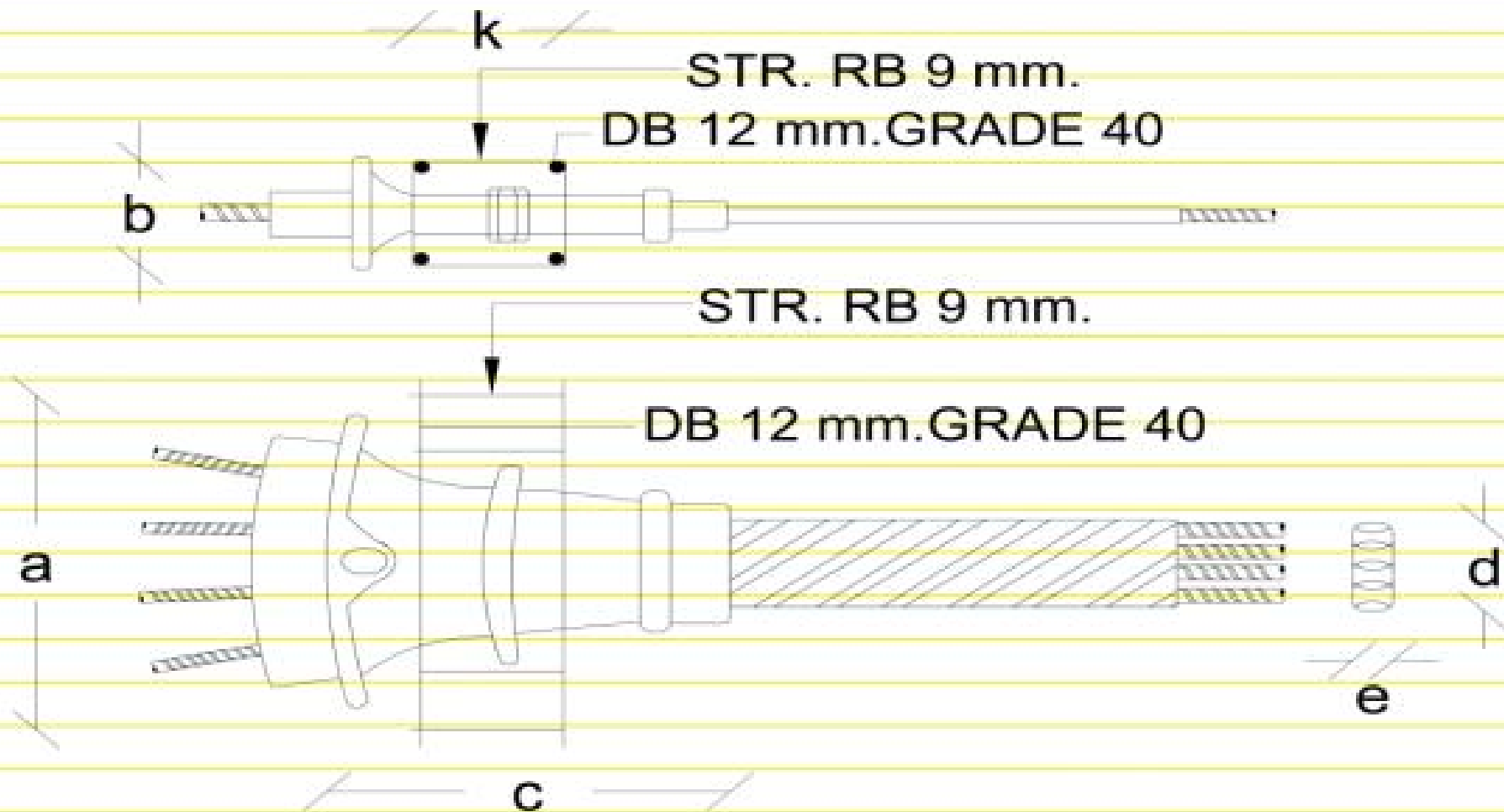
سیستم چسبیده تخت جهت دال



سیستم انکورج چسبیده تخت شامل ۳ الی ۵ رشته استرند ،
غلاف گالوانیزه تخت که با مواد افزودنی سیمانی می باشد .
گروت باعث درگیری و ایجاد چسبندگی بین استرندها و
بتن احاطه شده می گردد . سیستم چسبیده تخت در اجرای
ساختمانهای تجاری ، بیمارستان ، پارکینگ های طبقاتی
بسیار موفق عمل کرده است .

از مزایای فنی این سیستم کنترل افزایش ترک و خمش و کاهش آرماتور مصرفی می باشد . علاوه بر این کاهش
آرماتور مصرفی منجر به کاهش هزینه های اصلی ساخت و نگهداری در طول عمر سازه دارد .

گیره های Dead end برای تاندونهای چند رشته تخت نوع SF :



Anchorage	a	b	c	d	e	k
SF-305/206	153	85	140	50 or 63.5	20	100x100
SF-405/306	185	85	170	63.5	20	100x100
SF-505/406	230	85	190	76.5	20	125x125



اندازه گیری نیروی پیش تنیدگی



نیروی واقعی که به وسیله ی جک به فولاد پیش تنیدگی در اعضای پس کشیده می شود ، با ترکیبی از فشار هیدرولیکی در جک و افزایش طول در جریان کشش ، اندازه گرفته می شود . مقدار افزایش طول مورد انتظار فولاد در جریان کشش ، به عنوان کنترلی برای محاسبات افت نیروی پیش تنیدگی حاصل از اصطکاک و کوتاه شدگی الاستیک به کار می رود .

SJ2010
SJ3010



SJ2010DA
SJ3010DA

• پیش‌تنیدگی کامل :

- تحت تأثیر بارهای بهره‌برداری در هیچ نقطه‌ای تنش کششی وجود نداشته باشد.

• پیش‌تنیدگی محدود :

- ایجاد شدن تنش‌های کششی در منطقه کششی بتن را می‌توان مجاز دانست به شرطی که از فولاد های آجدار معمولی هم استفاده شود.

مقایسه بتن پیش تنیده با بتن آرمه

- به علت فشار وارده از طرف کابل‌های پیش‌تنیده به بتن لازم است **مقاومت فشاری بتن** مورد استفاده در یک عضو پیش‌تنیده به مراتب بالاتر از مقاومت فشاری بتن مورد استفاده در یک عضو بتن آرمه باشد.
- **فولادهای نرم** که معمولاً در ساختمان‌های بتن آرمه به کار می‌رود برای ساختمان‌های بتن پیش‌تنیده مناسب نمی‌باشد، زیرا امکان کشیدن آنها تا حدی که بتواند اتلاف تنش‌های پیش‌تنیدگی را جبران کند، وجود ندارد.
- بتن پیش‌تنیده یک **جسم همگن و الاستیک** است و بیشتر خاصیتی شبیه به فولاد دارد تا یک جسم غیر همگن مانند بتن آرمه.
- یک ساختمان بتن پیش‌تنیده کامل تحت تأثیر بارهای بهره‌برداری، **ترک نخواهد خورد** حتی اگر در اثر بارهای فوق‌العاده ترک بخورد بعد از عبور بار، ترک‌ها بسته خواهند شد.

محسنات بتن پیش تنیده

- مهم‌ترین خاصیت بتن پیش‌تنیده **نداشتن ترک‌های دائمی** می‌باشد.
- **وزن** سازه‌های بتن پیش‌تنیده به مراتب از وزن سازه‌های بتن آرمه معادل کمتر است.
- **خیز** اعضای بتن پیش‌تنیده تحت اثر بارهای بهره‌برداری معمولاً بسیار کم است.
- با توجه به بارگذاری پیش از بهره‌برداری در تیرهای پیش‌تنیده (بار پیش‌تنیدگی) مصالح به نوعی **امتحان** می‌شود.
- سازه‌های بتن پیش‌تنیده معمولاً برای **دهانه‌های بزرگ و بارهای سنگین** اقتصادی‌تر از سازه‌های بتن آرمه می‌باشد.
- با تغییر جزئی در نیروی پیش‌تنیدگی می‌توان سازه را **صلب یا انعطاف‌پذیر** کرد.
- سازه‌های بتنی پیش‌تنیده، **مقاومت خستگی** زیادی دارند.

مصالح در بتن پیش تنیده

*Structural Materials in Prestressed
Concrete*

بتن در بتن پیش‌تنیده

- بتن درسازه‌های بتنی پیش‌تنیده، باید دارای مقاومت بالاتری نسبت به بتن مصرفی در سازه‌های بتن آرمه معمولی باشد. همچنین خواص خزش و افت بتن بایستی تحت کنترل باشد .

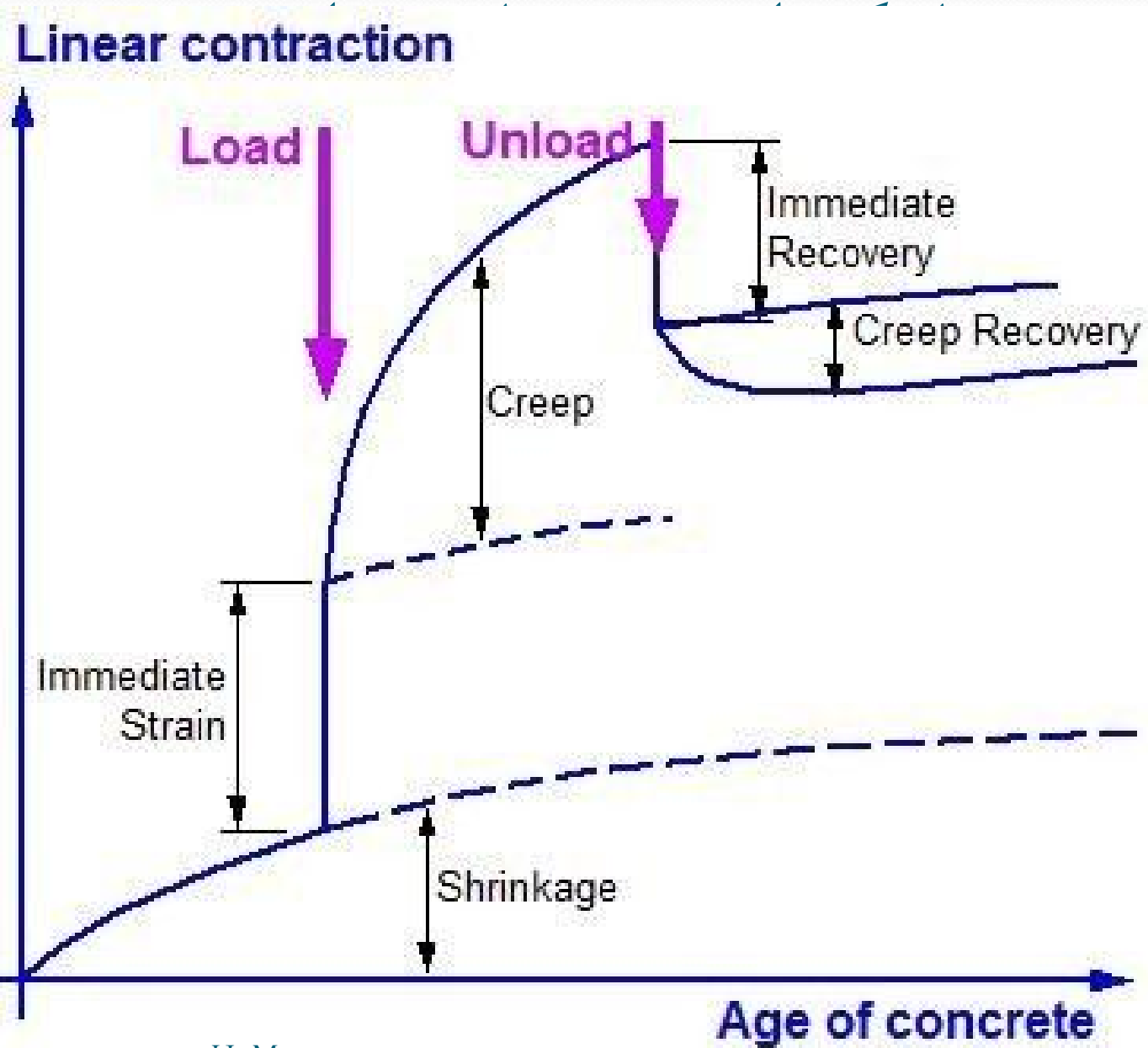
خزش بتن

- خزش، تغییر شکل وابسته به زمان بتن، تحت تنش ثابت می باشد.

$f_{c'} \frac{kg}{m^2}$	c_t
۲۱۰	۱/۳
۲۸۰	۹/۲
۴۲۰	۴/۲
۵۶۰	۲
۷۰۰	۶/۱

$$e_{cu} = c_t e_{ci} = c_t \frac{f_{ci}}{E_c} = \frac{c_t}{15000 \sqrt{f'_c}} f_{ci}$$

شرایط استاندارد عبارتند از: آزمایش اسلامپ ۱۰ سانتی متر یا کمتر، رطوبت نسبی ۴۰ درصد، عمر بتن هنگام بارگذاری مساوی ۷ روز برای بتنی که تحت رطوبت دائم به عمل آمده باشد و مساوی ۱ تا ۳ روز برای بتنی که توسط بخار عمل آمده باشد.



جمع شدگی (افت)

- جمع شدگی کاهش حجم بتن بدون وابستگی به نیروهای خارجی می باشد .
- کرنش ناشی از جمع شدگی نیز تابع زمان بوده و مقدار نهایی (دراز مدت) آن ۰/۸٪ برای شرایط استاندارد پیشنهاد شده است .
- برای رطوبت نسبی غیر از ۴۰٪ :

$$F = 1.4 - 0.01H$$

$$40\% < H < 80\%$$

$$F = 3 - 0.03H$$

$$80\% < H < 100\%$$

فولاد در بتن پیش تنیده

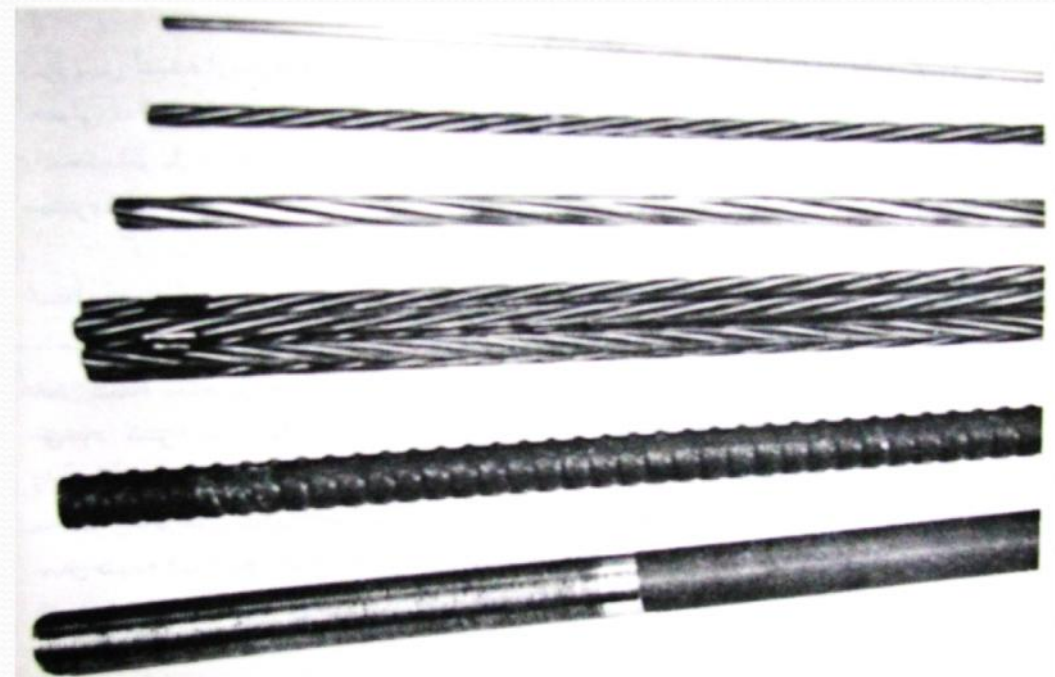
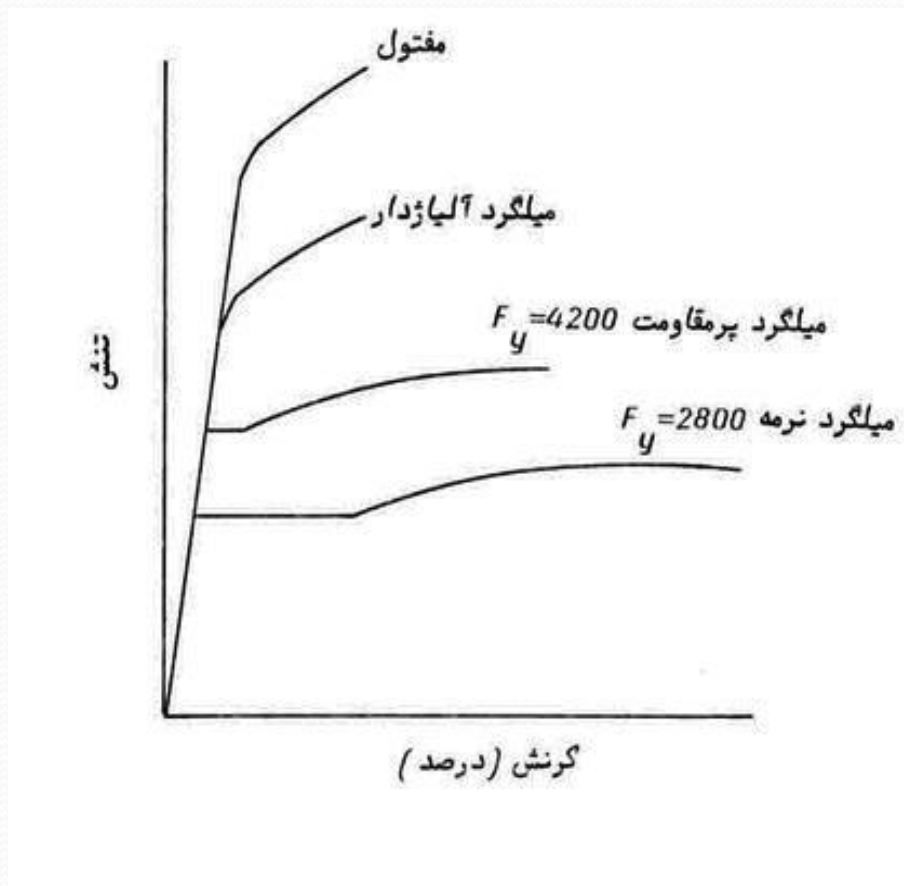
- مشخصه مهم فولادهای پیش تنیدگی در مقایسه با میلگردهای معمولی، نقطه گسیختگی بسیار بالای آنها می باشد.

انواع فولادهای پیش تنیدگی

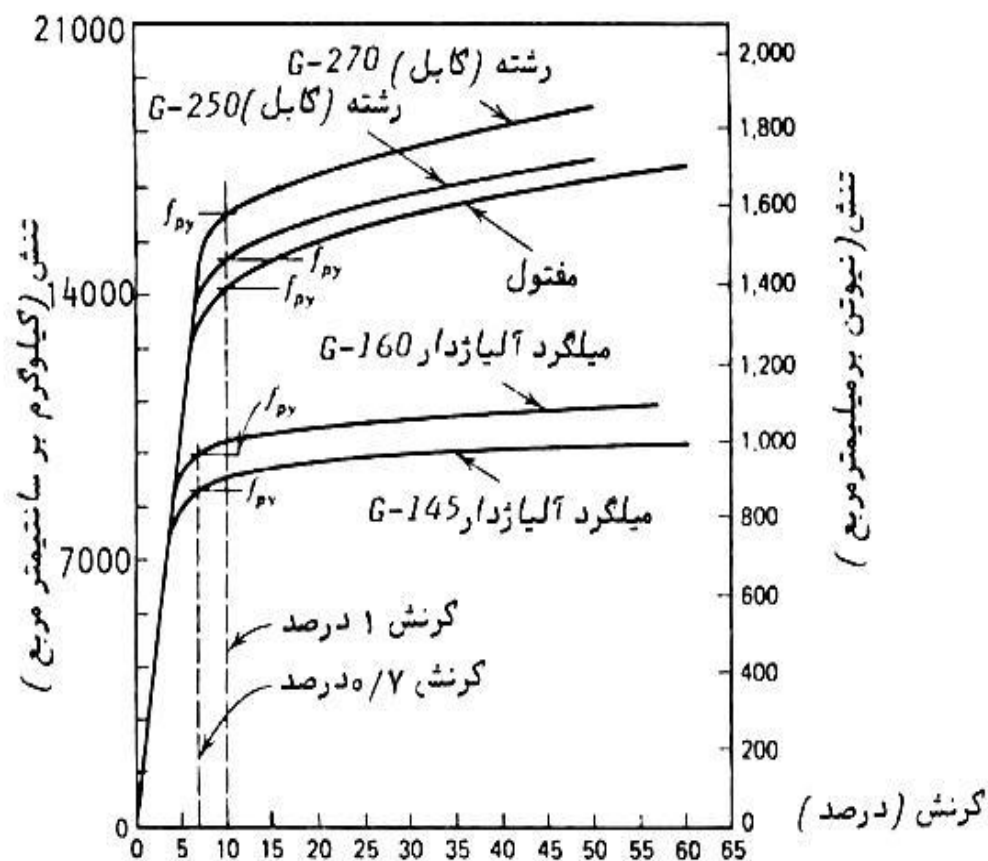
• مفتول Wire

• رشته یا کابل Strand

• میلگردهای آلیاژدار



شکل (۱-۲) انواع نایلهای پیش تنیدگی به ترتیب از بالا به پایین
 (الف) سیم (ب) سیم بافته شده معمولی (ج) سیم
 بافته شده فترده (د) کابل منشکل از ۷ سیم بافته شده
 (ه) میل دیویدای (و) میل مک الوی



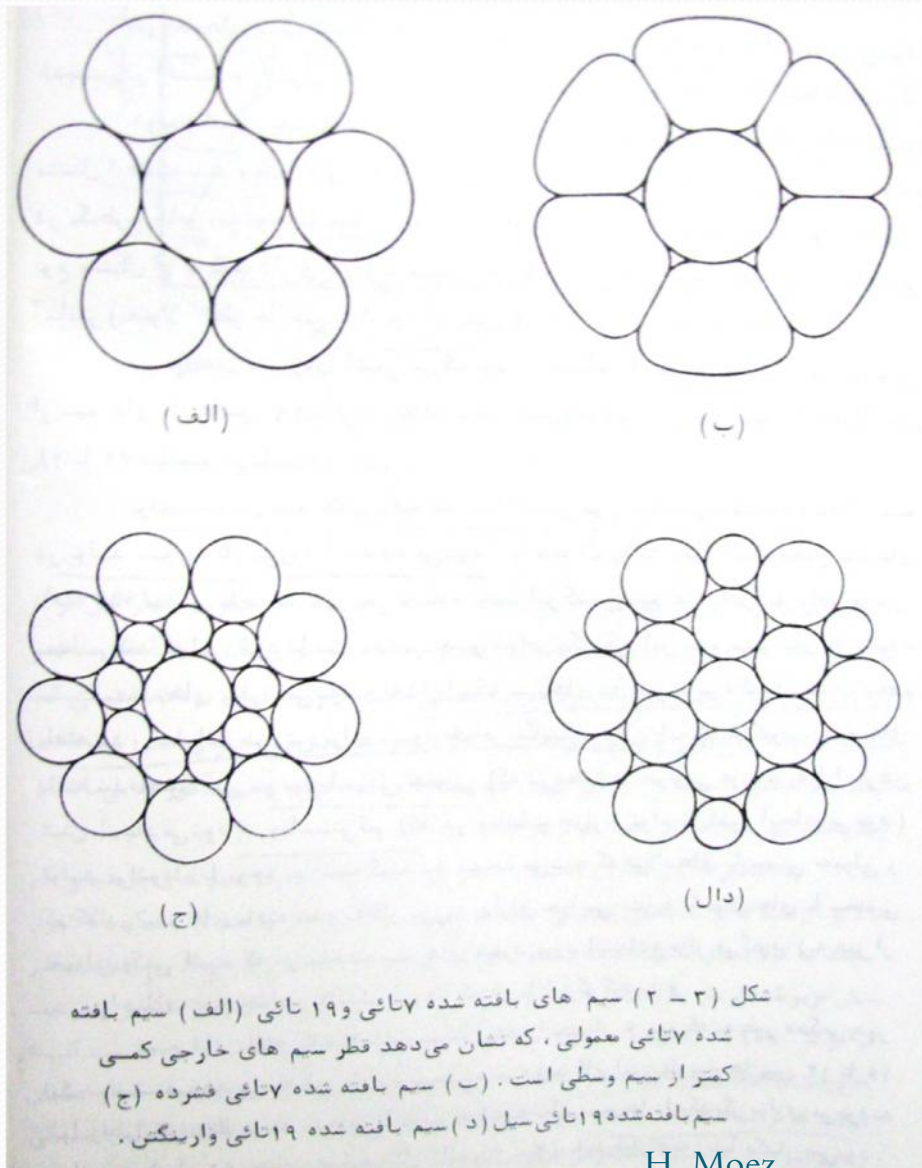
- در مفتول‌ها و کابل‌ها، تنش نظیر کرنش ۱٪ و در میلگردهای آلیاژدار، تنش نظیر کرنش ۰.۲٪ به عنوان تنش جاری شدن (تنش تسلیم) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مفتول ها

قطر اسمی (mm)	حداقل تنش نهایی kg/m^2		(f_{py}) حداقل کرنش جاری شدن در کرنش ۱٪	
	نوع BA	نوع WA	نوع BA	نوع WA
۴/۸۸	تولید نمی شود	۱۷۵۰۰	تولید نمی شود	۱۴۰۰۰
۴/۹۸	۱۶۸۰۰	۱۷۵۰۰	۱۳۴۴۰	۱۴۰۰۰
۶/۵۳	۱۶۸۰۰	۱۶۸۰۰	۱۳۴۴۰	۱۳۴۴۰
۷/۱۰	تولید نمی شود	۱۶۴۵۰	تولید نمی شود	۱۳۱۶۰

رشته (مفتول بافته شده_ کابل) *Strand*

- رشته‌ها که فقط در کارهای پس کشیده مورد استفاده قرار می‌گیرند، از تابیده شدن تعدادی مفتول دور یک‌دیگر ساخته می‌شوند و به آن مفتول بافته شده یا کابل نیز گفته می‌شود .



)

نیروی جاری کرنش ۱٪ (تن)	نیروی مقاوم نهایی (تن)	cm^2	قطر اسمی in.mm سطح مقطع اسمی
Grade250 ($f_{pu} = 17500 \frac{kg}{cm^2}$)			
۵/۳	۷/۴	۲۳۲۲/۰	(۲۵/۰) ۳۵/۶
۶/۵	۶/۶	۳۷۴۵/۰	(۳۱۳/۰) ۹۴/۷
۷/۷	۱/۹	۵۱۶۱/۰	(۳۷۵/۰) ۵۳/۹
۴/۱۰	۳/۱۲	۶۹۶۸/۰	(۴۳۸/۰) ۱۱/۱۱
۹/۱۳	۳/۱۶	۹۲۹۰/۰	(۵۰/۰) ۷۰/۱۲
۸/۲۰	۵/۲۴	۳۹۳۵/۱	(۶۰/۰) ۲۴/۱۵
Grade270 ($f_{pu} = 18900 \frac{kg}{cm^2}$)			
۹/۸	۴/۱۰	۵۴۸۴/۰	(۳۷۵/۰) ۵۳/۹
۰/۱۲	۱/۱۴	۷۴۱۹/۰	(۴۳۸/۰) ۱۱/۱۱
۹/۱۵	۸/۱۸	۹۸۷۱/۰	(۵۰/۰) ۷۰/۱۲
۶/۲۲	۶۰/۲۶	۴۰۰۰/۱	(۶۰/۰) ۲۴/۱۵

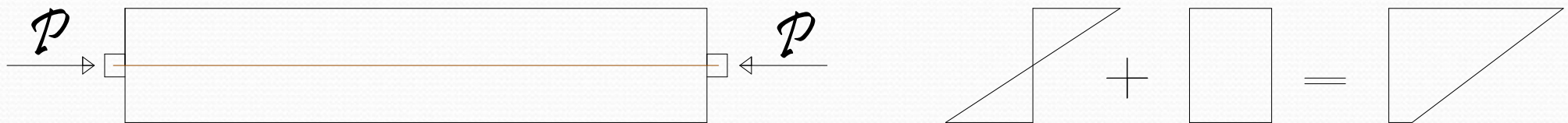
میلگردهای آلیاژدار

- با اضافه کردن آلیاژهای مخصوص هنگام تولید فولاد و سپس اصلاح سرد میلگرد تولید شده، میلگردهایی با مقاومت بالا برای کارهای پیش‌تنیده تولید می‌شود

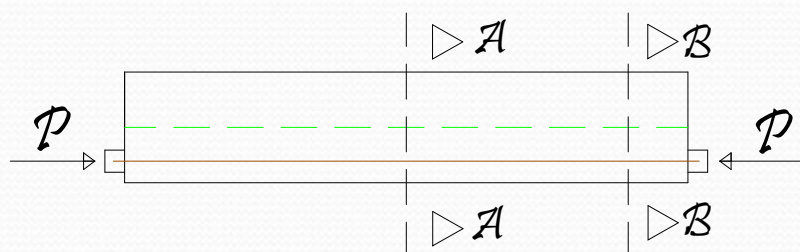
نیروی جاری شدن در کرنش ۰.۷٪ (تن)	نیروی نهایی (تن)	سطح مقطع اسمی (میلی متر مربع)	قطر اسمی (میلی متر)
$Grade145 \left(f_{pu} = 10150 \frac{kg}{cm^2} \right)$			
۸/۱۷	۲۰	۱۹۸	۸۸/۱۵
۸/۲۵	۵/۲۸	۲۸۵	۰۵/۱۹
۷/۳۴	۷/۳۸	۳۸۸	۲۳/۲۲
۴/۴۵	۷/۵۰	۵۰۷	۴۰/۲۵
۴/۵۷	۱/۶۴	۶۴۲	۵۸/۲۸
۲/۷۱	۲/۷۹	۷۹۲	۷۵/۳۱
۹/۸۵	۷/۹۵	۹۵۸	۹۳/۳۴
$Grade1600 \left(f_{pu} = 11200 \frac{kg}{cm^2} \right)$			
۱/۱۹	۸/۲۱	۱۹۸	۸۸/۱۵
۶/۲۷	۶/۳۱	۲۸۵	۰۵/۱۹
۴/۳۷	۷/۴۲	۳۸۸	۲۳/۲۲
۴۹	۱/۵۶	۵۰۷	۴۰/۲۵
۹/۶۱	۸/۷۰	۶۴۲	۵۸/۲۸
۵/۷۶	۲/۸۷	۷۹۲	۷۵/۳۱
۶/۹۲	۹/۱۰۵	۹۵۸	۹۳/۳۴

طرح کلي کابلهای پیش تنیدگی

- در صورتی که کابلهای پیش تنیدگی را مطابق شکل زیر در مرکز سطح مقطع تیر جاگذاری کنیم فشار یکنواختی در تمامی ارتفاع تیر ایجاد خواهد شد. برای اینکه این فشار بتواند تمامی کشش را خنثی نماید باید مقدار بزرگی داشته باشد. به این ترتیب فشار وارد به بالاترین نقطه ی تیر که مجموع فشارهای حاصل از نیروی پیش تنیدگی و خمش تیر می باشد ، مقدار بسیار بزرگی خواهد شد و بدین ترتیب بتن بسیار مقاومی لازم است تا بتن به فشار تخریب نشود.



- جهت حل این مشکل می توانیم کابلهاي پیش تنیدگی را به پایین ترین نقطه ی تیر منتقل کنیم ، به این ترتیب علاوه بر تنش فشاری ناشی از توزیع یکنواخت نیرو در مقطع يك تنش فشاری ناشی از توزیع لنگر P_e خواهیم داشت ، مجموع این ۲ فشار می تواند به خوبی کشش ناشی از خمش تیر را خنثی کند و در نقاط بالای تیر کشش و فشار ناشی از P و P_E تقریباً همدیگر را خنثی کنند و فشار مضاعفی به تیر وارد نشود ، بدین ترتیب بتن با شرایط معمولی نیز جوابگوی تنش خواهد بود.

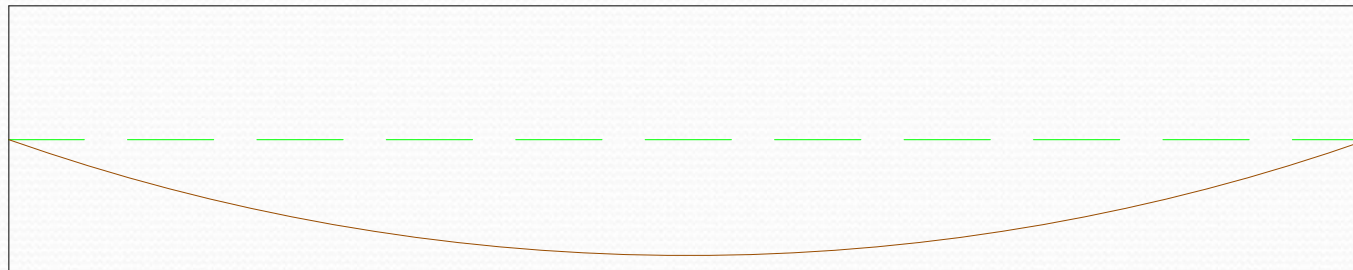


$$\begin{array}{c} \text{Diagram of a triangle with a horizontal line through its center} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Diagram of a rectangle} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Diagram of a triangle with a horizontal line through its center} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Diagram of a trapezoid} \end{array} \quad \text{SECTION A-A}$$

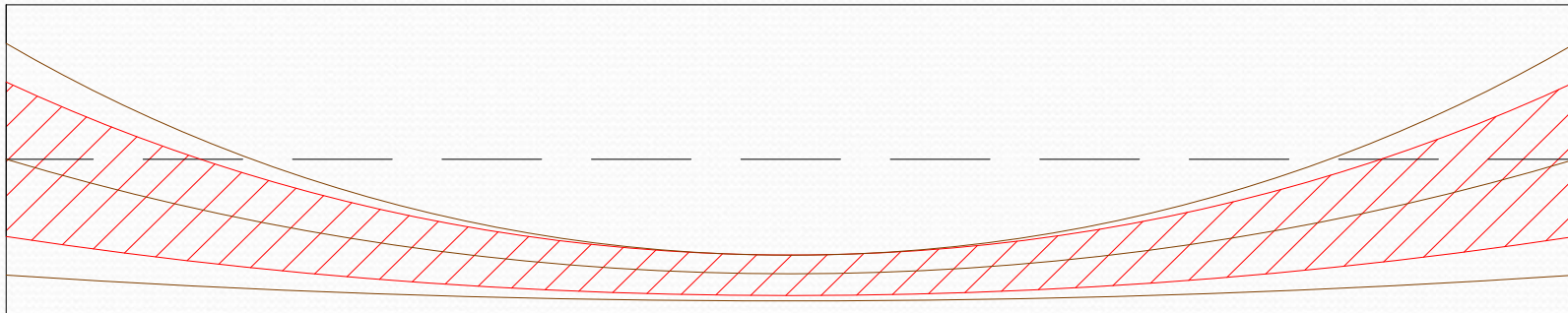
$$\begin{array}{c} \text{Diagram of a triangle with a horizontal line through its center} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Diagram of a rectangle} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Diagram of a triangle with a horizontal line through its center} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Diagram of a trapezoid} \end{array} \quad \text{SECTION B-B}$$

- مطالبی که ذکر شد در خصوص مقطع A-A که حداکثر لنگر خمشی را دارد صحیح است در حالی که در مقطع B-B که مقدار لنگر خمشی کم است این نیروی خارج از مرکز باعث ایجاد لنگر خمشی منفی شده و کشش در قسمت فوقانی تیر ایجاد می کند. پس خود پیش تنیدگی باعث ایجاد ترک در بتن خواهد شد. مطابق این مطلب به این نتیجه می رسیدیم که بهتر است در مقطع هایی مثل B-B که لنگر خمشی کم و رو به صفر است نیروی پیش تنیدگی خروج از مرکزیت نداشته باشد.

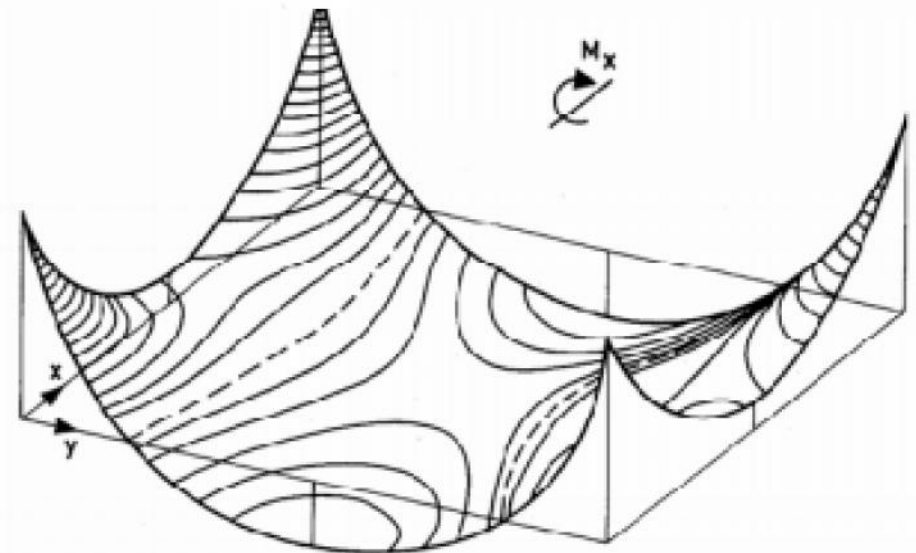
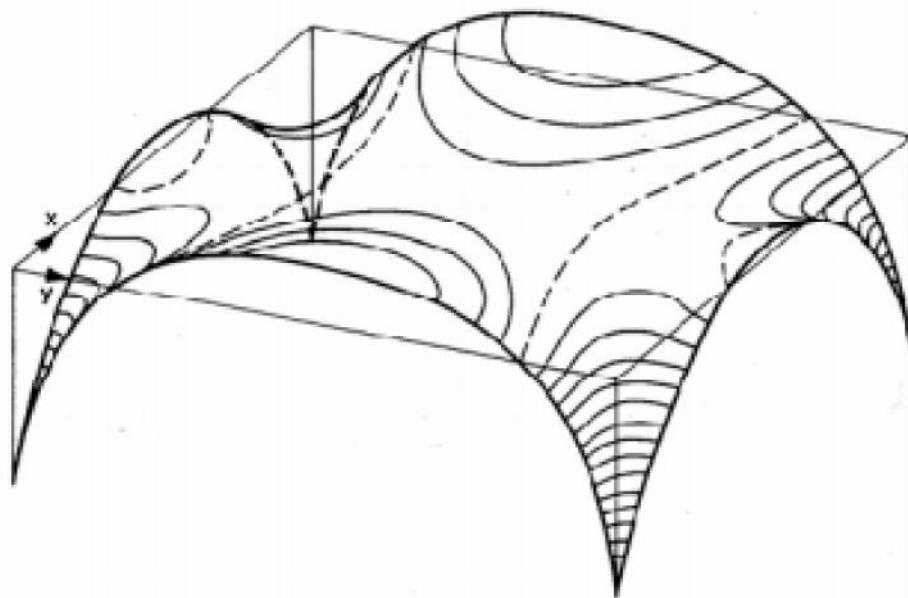
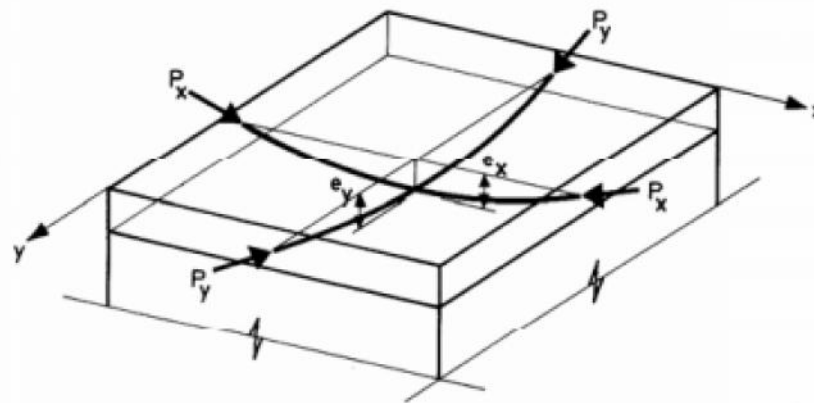
- با انجام محاسباتی می توان نتیجه گرفت که بهترین محل برای جاگذاری کابلهای پیش تنیدگی يك سهمی به شکل زیر است که در مرکز تیر در پایین ترین نقطه و در دو انتهای تیر در وسط سطح مقطع قرار می گیرد.



- می توان نشان داد که بهترین محل برای کابلهاي پیش تنیدگی یا به عبارتی مرکز کابلهاي پیش تنیدگی در داخل محدوده هاشور خورده دو سهمی مطابق شکل زیر است و کابلها را می توان به نحوی تعبیه کرد که مرکز کابلها در داخل این محدوده ي مجاز قرار گیرد.



توزیع تنش در دال تخت پس کشیده



توزیع لنگر ناشی از پیش تنیدگی در دال تخت

H. Moez

توزیع لنگر خمشی در دال تخت تحت بارهای وارده

کابل با چسبندگی

- بعد از پایان عملیات کابل کشی برای جلوگیری از زنگ زدن کابل‌ها، دوغاب سیمان به داخل کلاف‌ها تزریق می‌کنند. تا فاصله بین کابل و غلاف را پر کنند. در این حالت چون کابل توسط دوغاب به غلاف و در نتیجه به بتن می‌چسبد اصطلاحاً کابل را، کابل با چسبندگی (boneded) می‌نامند.
- دوغاب می‌بایست شامل سیمان پرتلند و آب یا سیمان پرتلند، ماسه و آب باشد. محدودیت‌های مربوط به مواد افزودنی برای دوغاب نیز به کار می‌رود.
- نسبت آب به مواد سیمانی نباید از ۴۵/۰ وزن فراتر رود
- در حین پمپ کردن دوغاب دمای اعضا باید بیشتر از 2°C و دوغاب نباید بیشتر از 32°C شود.

کابل بدون چسبندگی

- گاهی اوقات به دلایل خاصی از جمله ایجاد انعطاف بیشتر جهت مقاومت بهتر در برابر زلزله، ممکن است دوغاب داخل غلاف‌های دور کابل تزریق نشود. در چنین حالاتی چون هیچ نوع چسبندگی بین کابل و غلاف وجود ندارد، کابل را کابل بدون چسبندگی (unbounded) می‌نامند.
- در چنین مواقعی برای جلوگیری از زنگ زدن کابل، داخل غلاف و دور کابل را پر از گریس می‌کنند

مقایسه کابل های با چسبندگی و بدون چسبندگی

- در کابل های بدون چسبندگی نیروی پیش تنیدگی فقط توسط گیره ها به بتن منتقل می شود. لیکن در کابل های دارای چسبندگی، نیرو می تواند هم توسط گیره و هم به وسیله چسبندگی بین کابل و دوغاب به بتن منتقل گردد و اگر به دلایلی گیره در برود، چون نیرو می تواند توسط کابل به بتن منتقل شود، سازه خراب نخواهد شد.
- اصولاً بتن پس کشیده دارای کابل های با چسبندگی، تحت اثر بارهای بزرگ تر از بار سرویس (overload) بهتر از بتن پس کشیده فاقد چسبندگی عمل می کند و مقاومت نهایی آن خیلی بیشتر از مقاومت نهایی بتن پس کشیده دارای کابل های بدون چسبندگی مشابه می باشد.

مقایسه سیستم‌های پیش کشیدگی و پس کشیدگی

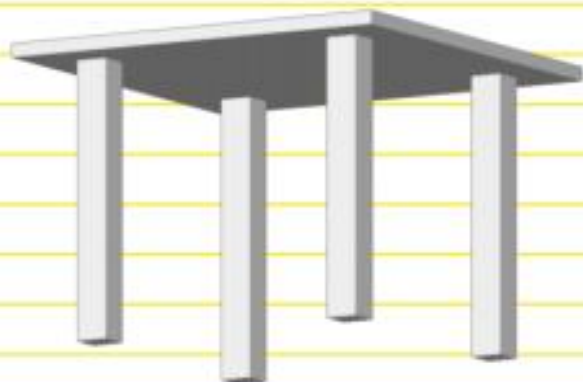
- ۱- با سیستم پس کشیده می‌توان قطعات پیش‌تنیده را یا در پای کار و یا در کارخانه ساخت، بدون این‌که مثل سیستم پیش‌کشیده احتیاجی به سرمایه‌گذاری جهت تهیه ملزومات کارگاه پیش‌کشیدگی باشد.
- ۲- کابل‌های مربوط به یک سازه پس‌کشیده را می‌توان روی هر مسیر منحنی دلخواه به کار گذارد، در حالی که در سیستم‌های پیش‌کشیده چنین کاری احتیاج به وسایل مخصوصی دارد و اغلب مسیرهای خطی قابل اجرا هستند.
- ۳- در کارهای پس‌کشیده هنگام کشیدن کابل‌ها، مقداری نیرو در اثر اصطکاک از بین می‌رود، در حالی که در کارهای پیش‌کشیده چنین اتلافی در نیروی پیش‌کشیدگی نداریم.
- ۴- کشیدن کابل‌ها در سیستم پس‌کشیده بسیار پرکار و وقت‌گیر است و برای مهار کابل‌ها در انتها احتیاج به گیره‌های به‌خصوصی است که در مجموع باعث افزایش هزینه نسبت به کارهای پیش‌کشیده می‌شود. غالب وسایل پس‌کشیدگی در انحصار کارخانه‌های معدودی در دنیا است که در صورت نیاز باید از آنها خریداری شود.
- ۵- با سیستم پس‌کشیده، عضو را می‌توان به قطعات کوچک‌تر تقسیم کرد و پس از نصب، با کشیدن کابل‌ها آنها را به صورت یکپارچه درآورد.

انواع سیستم دال پیش تنیده

انواع سیستم دالهای پیش تنیده

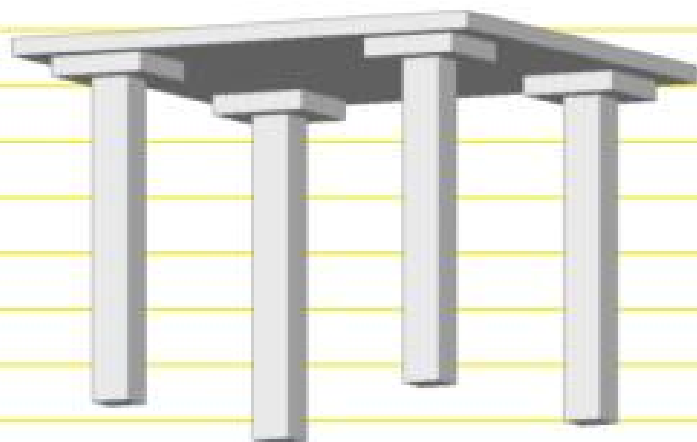
کابل‌های پیش تنیدگی در دال‌ها به گونه ای قرار داده میشوند که پس از کشش علاوه بر اعمال بار فشاری در مقطع بتنی یک نیروی رو به بالا و در خلاف جهت بارهای ثقلی ایجاد مینمایند که باعث افزایش باربری و به تبع آن مقاومت دال پیش تنیده میشود.

دال تخت :



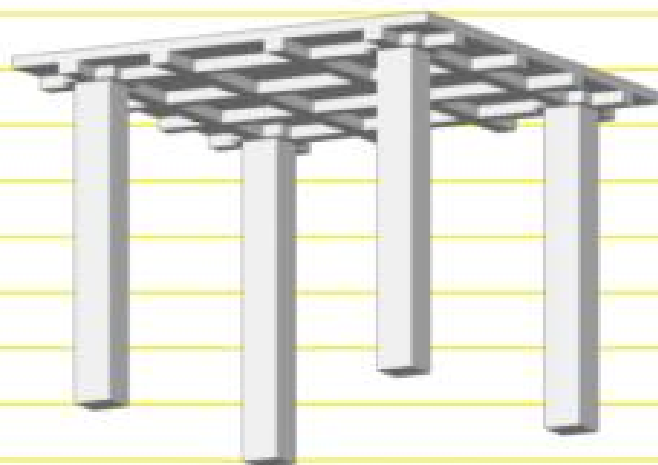
این دال‌ها عموماً در بلوک‌های آپارتمانی ساختمان‌های اداری هتل‌ها و پارکینگ‌ها بکار میروند. ایجاد این دال‌ها توسط قالب‌های معمولی به آسانی امکان پذیر بوده و انعطاف پذیری مناسبی در ایجاد داکت‌های ساختمانی دارد. سطح زیرین سقف‌ها بدلیل مسطح بودن و حذف المان‌های تیر باعث میشود که معماری فضاها حداکثر کارایی را داشته باشند.

دال تخت با سرستون :



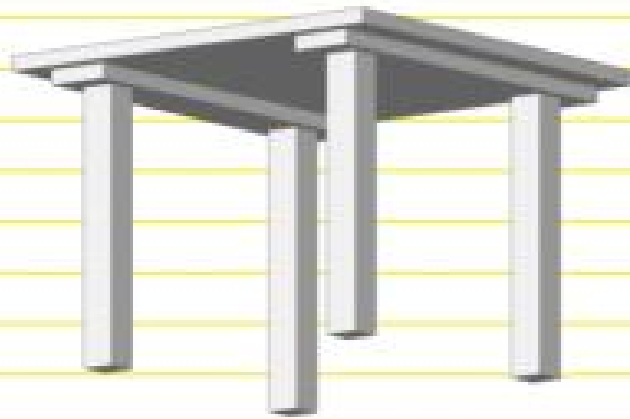
دال تخت با سرستون باعث تقویت دال تحت تاثیر برش پانچ شده و ظرفیت خمشی و برشی آن را بالا میبرد. به همین منظور از آن در ساختمانهایی با باربری بیشتر و یا دهانه بزرگتر استفاده میشود.

دال مجوف :



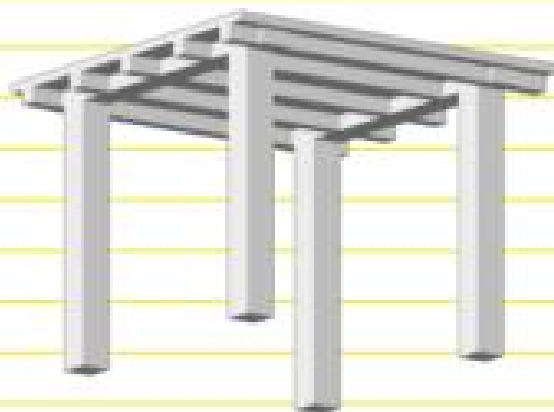
این نوع دالها برای سازه های و بار بسیار سنگین و یا سازه هایی با دهانه های تا ۲۰ متر استفاده میشود. دالهای مجوف بیشتر در سازه های و ترمینال فرودگاهها مورد استفاده قرار میگیرند.

دال با تیر کم عمق نواری :



این نوع دالها در سازه هایی استفاده میشوند که دهانه آنها یک طرفه می باشد . تیرهای نواری نسبتاً عریض و کم عمق هستند که ضخامت کف را در زمانی که دهانه های بزرگتر تبدیل به دهانه های یکطرفه میشود ، کاهش میدهد .

دال تیرچه :



هنگامیکه در طراحی سقف با دهانه های بلند بدنبال کاهش حجم بتن و بار مرده ساختمان باشیم ، این نوع سقف رقیب اصلی سیستم های دیگر می باشد ، چرا که در این سیستم بدلیل استفاده از تیرچه های بتنی با ضخامت بیشتر ، میتوان تا حدود زیادی از حجم بتن و آرماتور مصرفی کاست . در این نوع سازه قالب بندی پیچیده تر میباشد ولی با استفاده از یک سیستم قالب مدولار مشکل قالب بندی نیز قابل حل است .

اجرای فونداسیون و دالهای روی زمین (PT Foundation and slab on the Ground) :



بتن پیش تنیده در فونداسیون ها باعث صرفه جوی قابل ملاحظه ای در ابعاد پی و مصرف فولاد می شود. دالهای روی خاک در کف انبار ها و سالنهای بزرگ باعث حذف درزهای بتن، عملکرد مناسب تر دال و در نتیجه کاهش ضخامت قسمت بتن و مصرف آرماتور گردیده و این ترتیب کف بدون ترک را ایجاد می نماید.

اجرای صفحات انتقال بار (Transfer Plates) :



در برخی ساختمانهای خاص مانند هتل ها و بانک ها لازم است از فضای باز در یک طبقه استفاده شود و یا بدلالی انتقال بار قائم در راستای افقی جابجا گردد، لذا لازم است بار ثقلی و یا جانبی اعضای باربر طبقات بالاتر از طریق یک سازه ویژه (صفحات انتقال بار) به اعضای قائم باربر که در فواصل دوری

نسبت به هم قرار دارند منتقل شوند.

نمونه های اجرا شده

















5 2:40 AM









مزایا و امتیازات سقف های پس کشیده

مزایای معماری

استفاده از سیستم بتن پیش تنیده در اجرای ساختمان ها باعث سهولت در طراحی پلان و نما ، ایجاد فضای مناسب جهت پارکینگ ها ، شرایط مناسب پارتیشن بندی فضا ، قابلیت بیشتر عبور لوله ها و ادوات تاسیساتی ، امکان تغییرات آینده در طرح معماری می شود و بطور کلی باعث انعطاف در طراحی معماری می گردد .



- امکان ایجاد دهانه های بلندتر و تعداد ستون کمتر

- حذف آویز تیرها و امکان استفاده از سقفی کاملاً مسطح

- امکان ایجاد کنسول های بلند تر

- امکان ایجاد بازشوهای بزرگتر در سقف

- کاهش ارتفاع طبقات و کل ساختمان

- قابلیت استفاده در پلان های نامنظم و منحنی

مزایای سازه ای

بدلیل استفاده از کابلهای با مقاومت بالای پیش تنیدگی و اعمال نیروی فشاری به بتن قبل از اعمال بارها به سازه ،
مزیت های ذیل را در سازه های پیش تنیده خواهیم داشت :

- دوام بسیار بالا

- کنترل تغییر شکل و کنترل ترک

- کاهش نیروی زلزله و مقاومت بیشتر در برابر زلزله

- کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی

- کاهش ضخامت دال ها یا تیر های بتنی

- کاهش وزن مرده ساختمان و مصالح مصرفی

- باربری بیشتر عضو نسبت به بتن مسلح معمولی



موارد کاربرد سقف هاي پس کشيده



انبوه سازي هاي مسكوني : از آنجا كه در اين نوع مجتمع ها در هر طبقه چندين واحد مسكوني در نظر گرفته شده و طراحي مي گردد لذا فاصله زياد ستون ها شرايط بسيار مناسب جهت معماري واحدها

برج ها و ساختمان هاي مرتفع : با توجه به اينكه استفاده از دال هاي پس كشيده در سازه باعث كاهش ارتفاع طبقه مي شود ، لذا در يك ارتفاع ثابت مي توان تعداد طبقات بيش تري را ايجاد نمود.

ساختمان هاي تجاري و بیمارستان ها : مزايایي از قبيل فاصله زياد ستون ها ، سرعت اجرا و كاهش وزن سازه در سيستم دال هاي پس كشيده باعث مي شوند تا اين نوع سيستم گزينه مناسبی برای ساختمان هاي تجاري و بیمارستان ها و ... باشد.





H. Moez

- پارکینگ های طبقاتی : از آنجا که در سیستم دال پس کشیده فاصله ستون ها بطور قابل ملاحظه ای (دهانه ها ی ۱۲ متری) افزایش می یابد لذا فضای باز و مفیدی را جهت پارک و جایابی اتومبیل ها ایجاد می نماید. همچنین با توجه به اینکه در اکثر پارکینگ های طبقاتی سقف ها به صورت نمایان (Expose) و بدون سقف کاذب اجرا می گردند قابلیت کاهش نفوذ پذیری و مقاوم شدن بتن در مقابل تهاجم های شیمیایی در دال های پس کشیده نیز میتواند عامل مهمی در انتخاب این سیستم برای پارکینگ های طبقاتی باشد.

الزامات سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده



۱- نظر به اینکه سیستم سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده عمدتاً بصورت دال تخت کاربرد دارد ، لذا براساس توصیه بند ۲-۳-۸-۵ آیین نامه ۲۸۰۰ ایران ، در زمان استفاده از سیستم دالهای تخت و ستون ، ارتفاع ساختمان به ۱۰ متر یا حداکثر ۳ طبقه محدود می شود . در غیر اینصورت استفاده از دیوارهای برشی بتن آرمه الزامی خواهد بود .

۲- استفاده از این سیستم با توجه به بند ۱ فوق در کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران بلامانع است .

۳- ضوابط طراحی و اجرای سیستم سقف بتنی پیش تنیده باید براساس آیین نامه ACI318 و آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده موضوع نشریه شماره ۲۵۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور که بخش الحاقی آیین نامه بتن ایران (آبا) می باشد ، انجام شود .

۴- رعایت حداقل رده بتن مصرفی معادل 30C در این سیستم الزامی است .

۵- مقاومت گسیختگی تضمین شده ، انواع فولادهای پیش تنیدگی به شرح زیر باید بین ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ نیوتن بر میلیمتر مربع باشد :

- سیم بدون پوشش تنش زدایی شده

- رشته هفت سیم بدون پوشش تنش زدایی شده یا رشته هایی از آن

- میله فولادی پر مقاومت بدون پوشش

۶- محافظت فولادهای پیش تنیدگی در برابر زنگ زدگی بسیار حائز اهمیت بوده و باید کابلها توسط دوغاب سیمان که بعد از کشیدن کابل ها به داخل غلاف ها تزریق می شود و یا مواد قیری یا گریس که روی آن می مالند از زنگ زدگی محافظت شوند .

۷- برای رسیدن به یک طرح بهینه از لحاظ مقدار مصالح ، وزن و هزینه ، باید طراحی و اجرای دال به گونه ای انجام شود که پیش تنیدگی کامل حاصل گردد و بتوان از کل مقطع در فشار بهره جست .

۸- کنترل نیروی کشش کابل ها باید توسط جک های کالیبره شده دقیق انجام شود .

۹- اجرای این سیستم باید توسط تیم متخصص آموزش دیده انجام شود و در زمان اجرا نیازمند کنترل کیفیت دقیق می باشد .

۱۰- تخریب این سیستم سقف به دلیل وجود میلگردهای پیش تنیده بسیار پر خطر بوده و باید با روش های خاص توسط تیم فنی آموزش دیده ، صورت گیرد .

۱۱- توجه به مسئله افت در اعضای پیش تنیده پس کشیده بسیار حائز اهمیت بوده و محاسبه و پیش بینی مقدار افت ناشی از موارد زیر باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد :

- افت نیروی پس کشیدگی به جهت اصطکاک بین کابل و غلاف

- افت به جهت شل شدگی فولاد - کپولت کرنش (Relaxation)

- جمع شدگی بتن یا خزش (Creep)

- انقباض یا آب رفتگی بتن که به علت خروج آب از بتن به مرور زمان می باشد (Shrinkage)

- افت ناشی از تغییر شکل نسبی الاستیک بتن

۱۲- استفاده از سیستم سقف دال های تخت پیش تنیده پس کشیده ، در دهانه های بلندتر از ۷ متر توجیه اقتصادی دارد .

۱۳- در استفاده از دالهای تخت پیش کشیده به لحاظ بزرگ بودن دهانه ها و وجود نیروهای ثقلی قابل ملاحظه ، در نظر گرفتن تمهیدات لازم به منظور کنترل برش سوراخ کننده (Punch) بسیار حائز اهمیت می باشد .

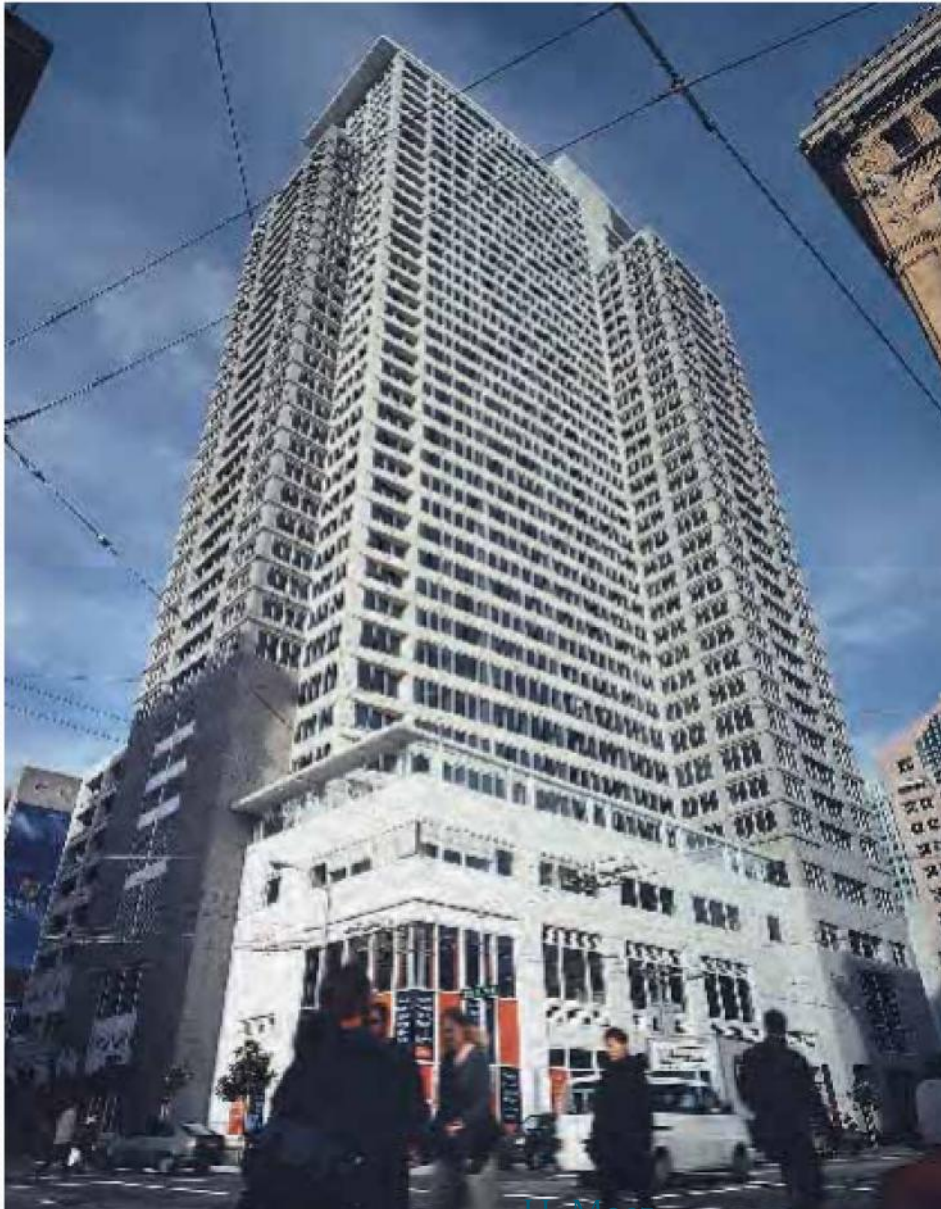
۱۴- رعایت الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ، جهت صرفه جویی در مصرف انرژی الزامی است .

۱۵- رعایت مبحث سوم مقررات ملی ساختمان در خصوص حفاظت ساختمان ها در برابر حریق و همچنین الزامات نشریه شماره ۴۴۴ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن مربوط به مقاومت جداره ها در مقابل حریق با در نظر گرفتن تعداد طبقات ، ابعاد ساختمان ، کاربری و وظیفه عملکردی عنصر ساختمانی ضروری است.

۱۶- صدا بندی هوابرد و کوبه ای سقف بین طبقات می بایست مطابق مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان تأمین شود .



بلند ترین سازه پیش تنیده و پیش ساخته دنیا



The Paramount – A 39-Story Precast Prestressed Concrete Apartment Building

Fig. 1. The Paramount
at Third and Mission,
San Francisco,
California.
Photo courtesy:
Kwan Henmi,
Architecture and
Planning.



Fig. 8. Reinforcing cage of precast column.



Fig. 9. DDC reinforced frame beam.

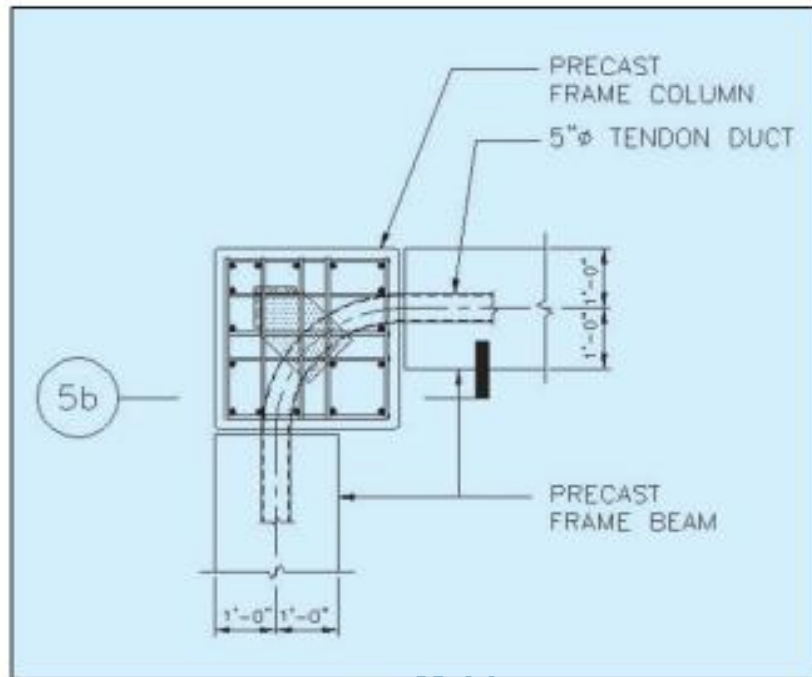


Fig. 10. Corner column detail.

H. Moez



Fig. 11. Jacking operation.

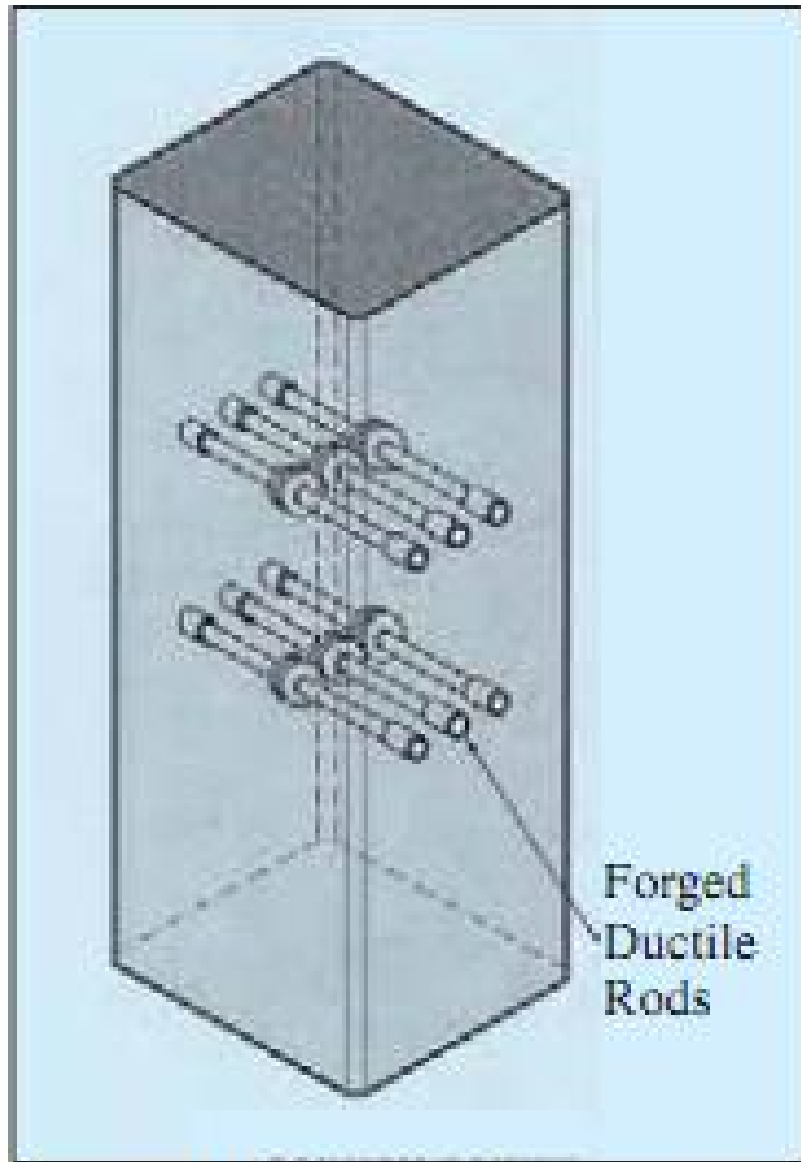


Fig. 16a. Precast concrete column showing forged ductile rods.

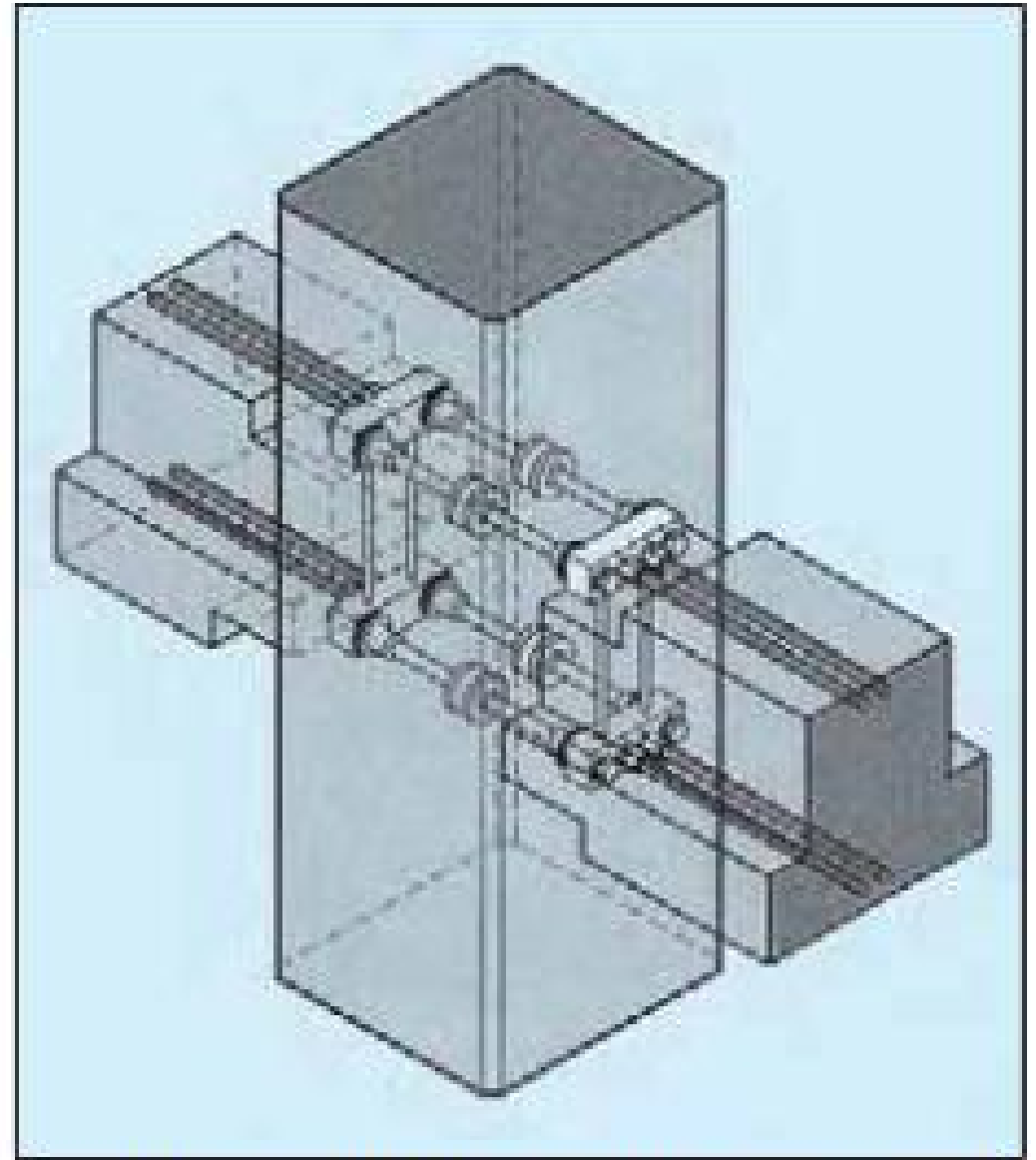


Fig. 16b. Precast frame application of forged ductile rods.

Externally post-tensioned CFRP system

- استفاده از سیستم پس کشیده خارجی با کابل های فولادی جهت ترمیم و تقویت قطعات خمشی در دهه های اخیر با استقبال فراوانی روبرو شده است.

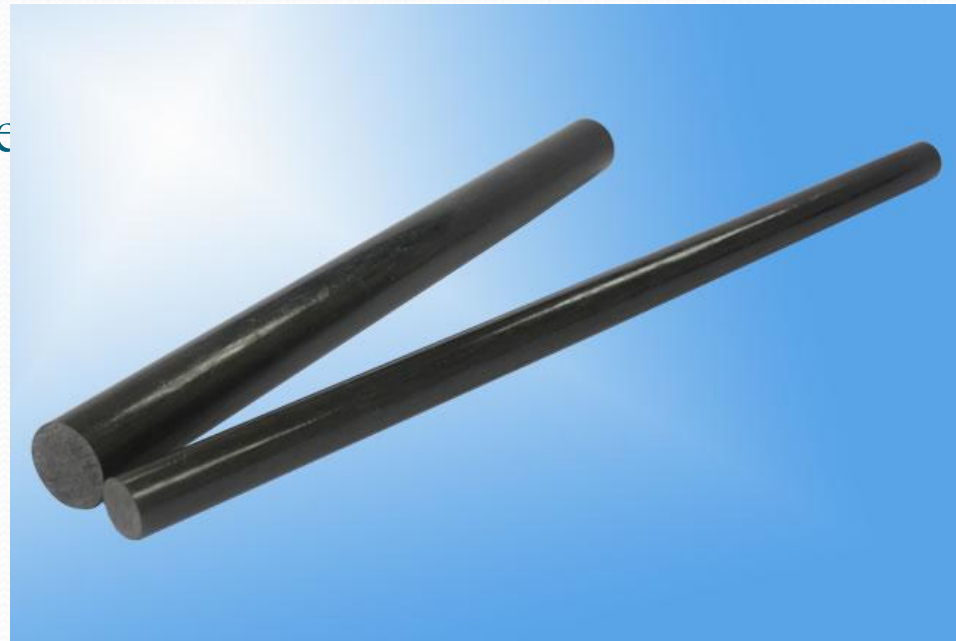






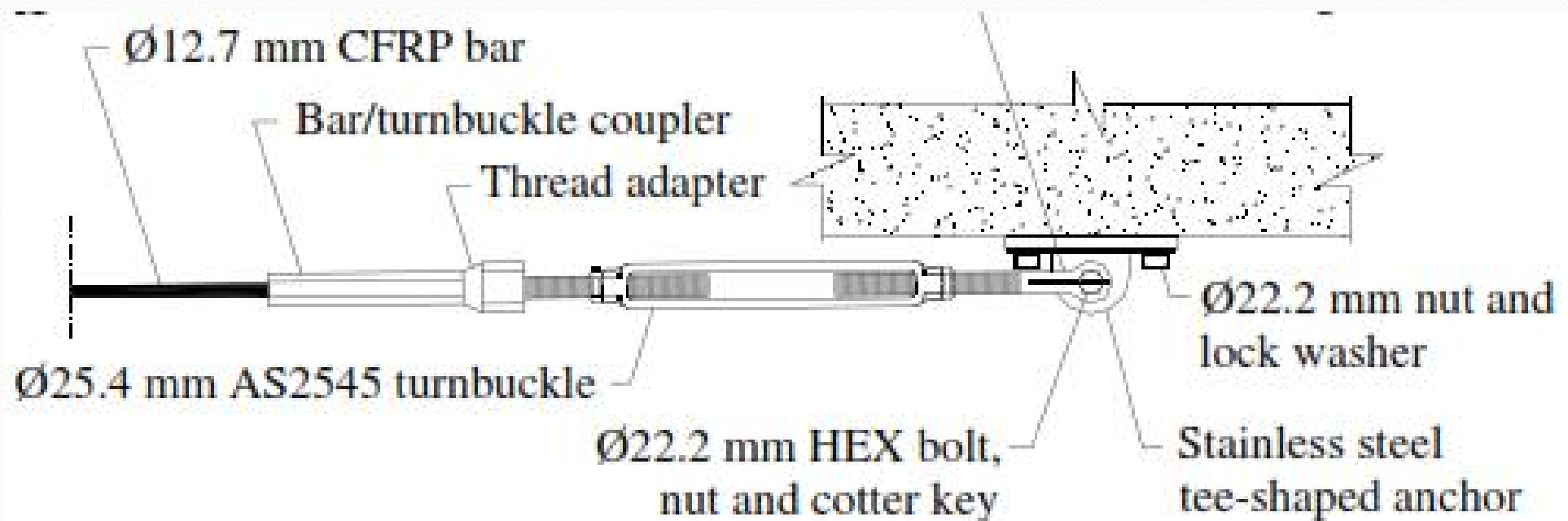
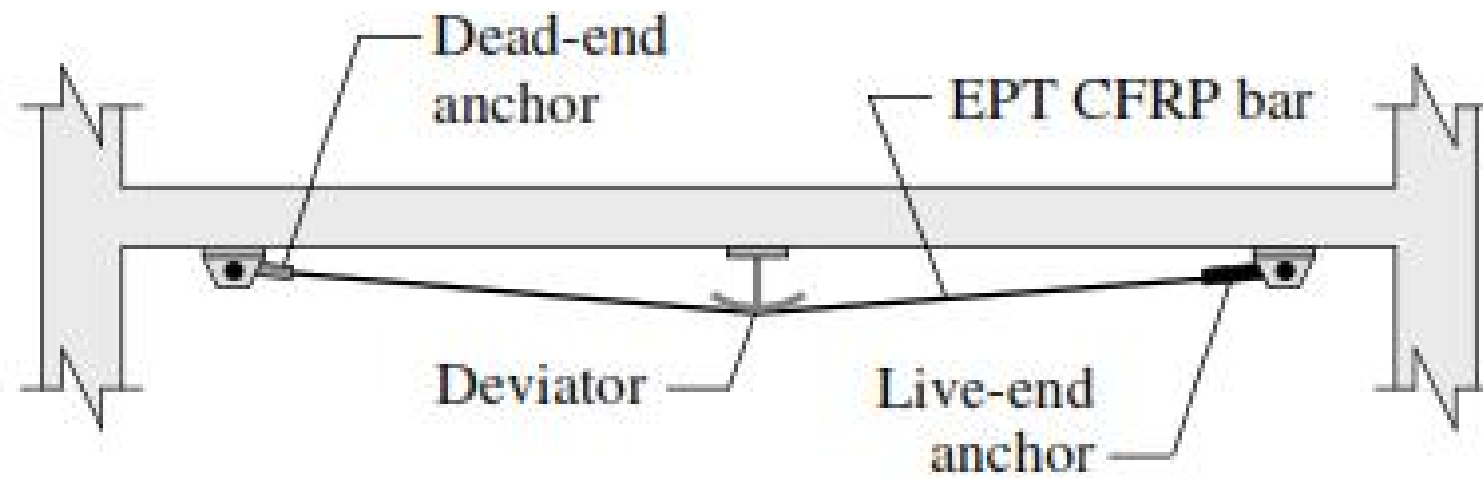


Externally post-tensioned



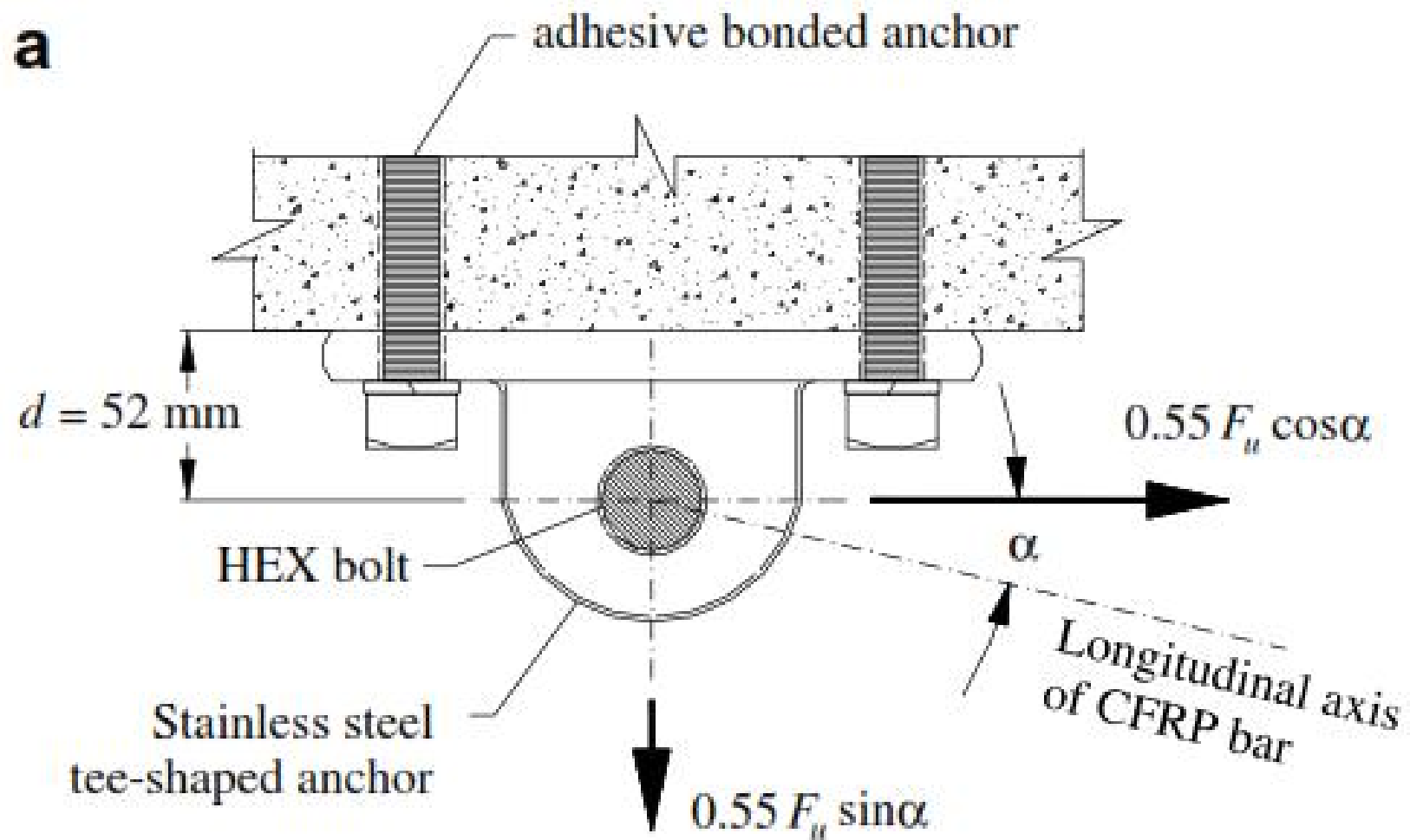
CFRP : carbon fiber reinforced polymer

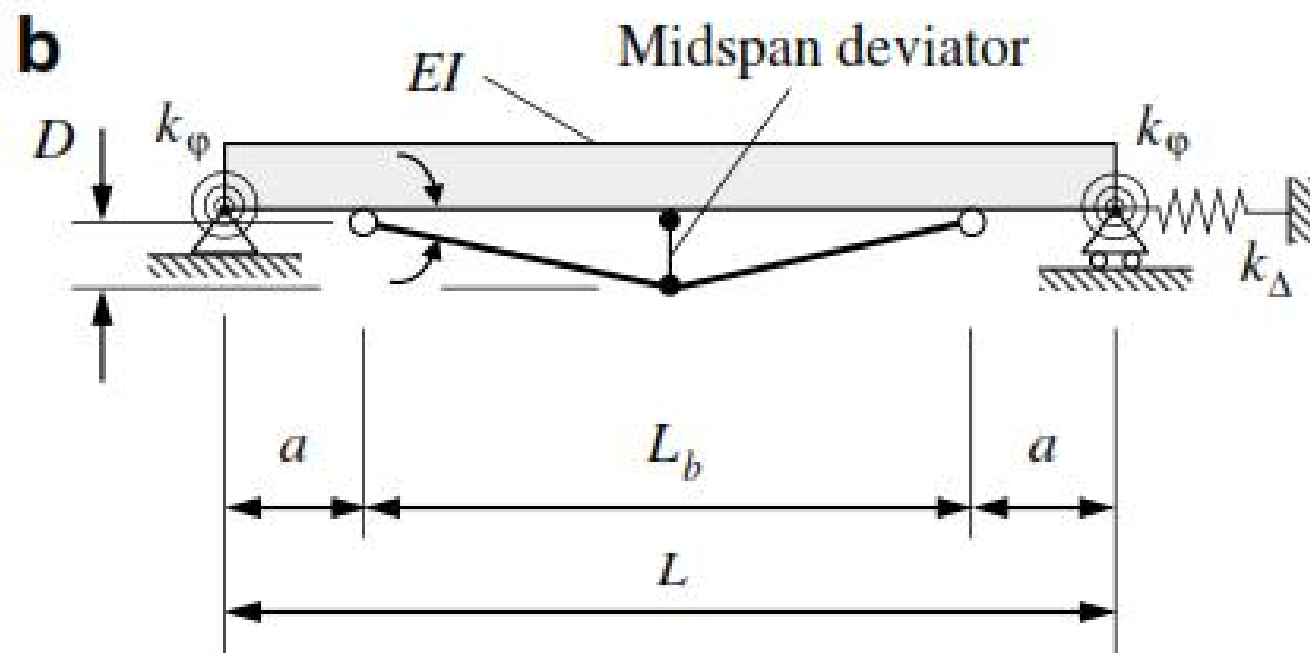
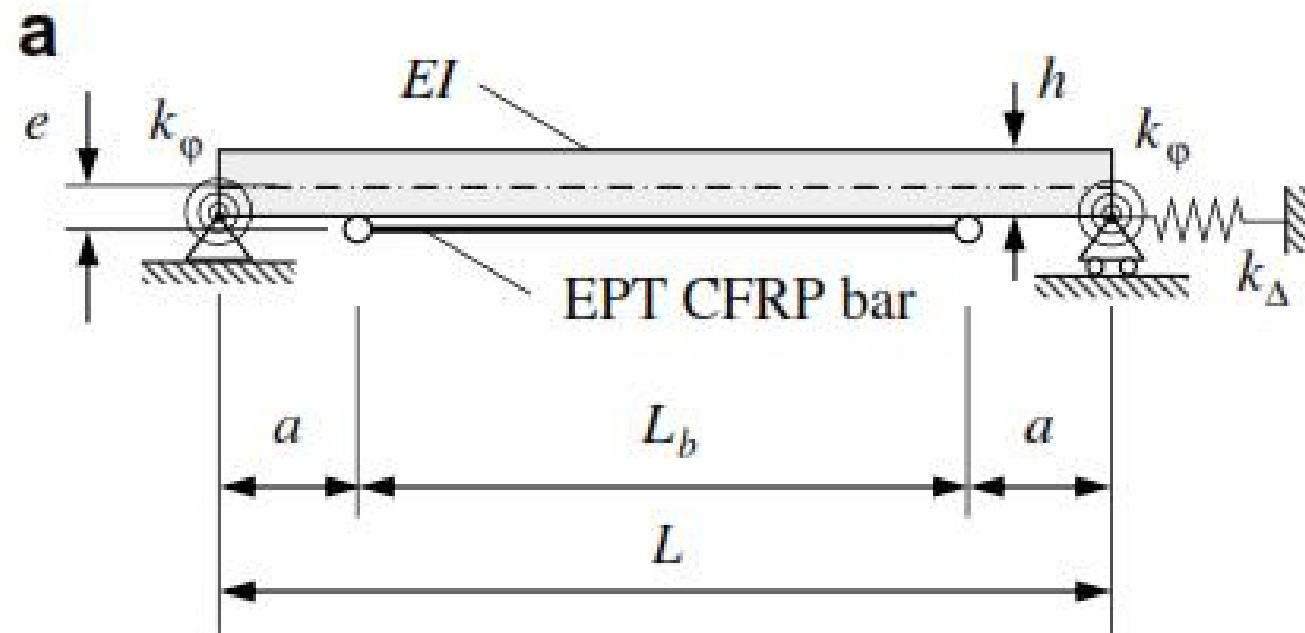
- high tensile **strength** (typically in excess of 1800 MPa)
- small **relaxation** (typically below 3% of the initially applied stress)
- High **Corrosion** resistance
- **weight** of CFRP tendons is about 1.5 g/cm³

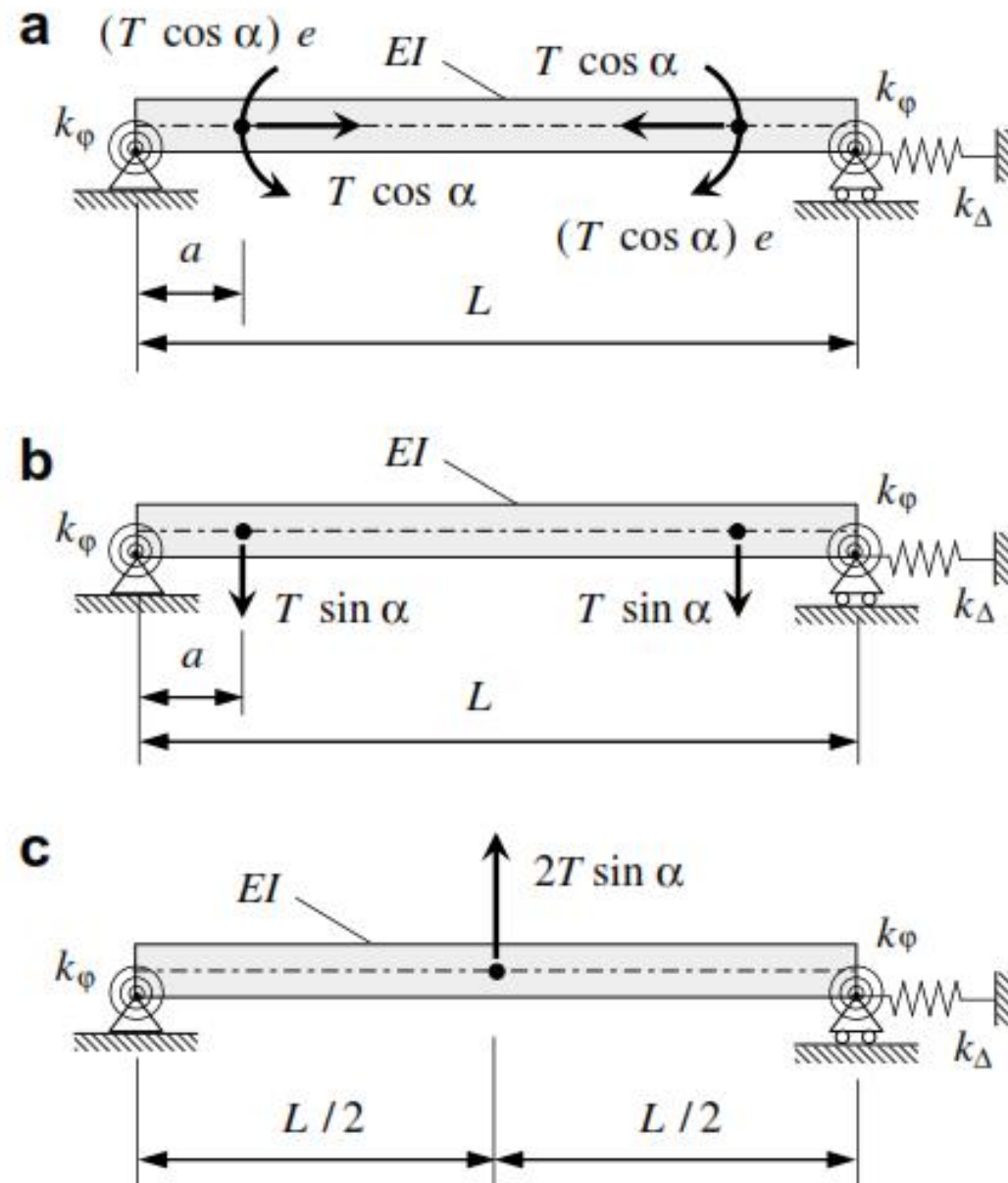












- Matta, Fabio, Antonio Nanni, Ahmad Abdelrazaq, Doug Gremel, and Ryan Koch. "Externally post-tensioned carbon FRP bar system for deflection control." *Construction and Building Materials* 23, no. 4 (2009): 1628–1639.

با تشکر

در صورت تمایل جهت دانلود فایل این سخنرانی به پایگاه
اینترنتی Hmoez.ir مراجعه نمایید