

مراتب اجرایی ساختمان

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان

مدرس : حسن پور

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

- در آغاز برای مسلح کردن بتن از آرماتور استفاده شد (بتن آرمه) و در ادامه استفاده از تکنولوژی پیش تنیدگی ، بتن را به یکی از کاربردی ترین مصالح سازه ای تبدیل نمود . ایده پیش تنیدگی در دهه اول قرن بیستم میلادی مطرح گردید و تحقیقات مختلفی بین سالهای ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۰ روی آن انجام گرفت . این روش از سال ۱۹۵۵ در زمینه های مختلف سازه ای مورد استفاده قرار گرفت و به علت کارایی مناسب کاربرد آن به سرعت افزایش یافت.
- شروع استفاده عملی از صنعت پیش تنیدگی را می توان در اوایل دهه پنجاه میلادی دانست . در بدو امر توجه عمده بر روی ساخت کارخانه های قطعات پیش ساخته پیش تنیده برای پل های بزرگراه ها بود.
- در دهه شصت میلادی ساخت پل ها با دهانه های بزرگ بامقاطع جعبه ای و به روش پس کشیده بسیار مطرح گردید.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

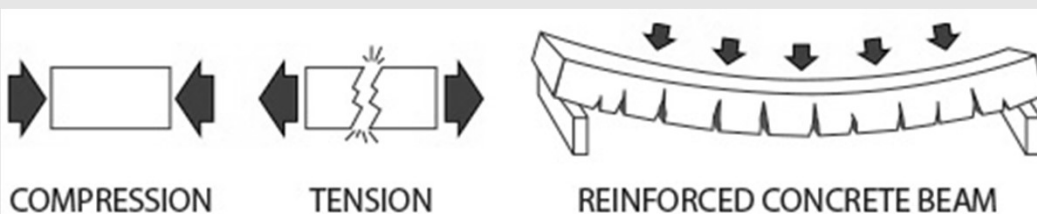
- در طول سالیان اخیر استفاده از این تکنیک بسیار ساده تر و مؤثرتر گردیده و مصالح آن بهینه سازی شده اند و هم اکنون در صد بالایی از کل سازه های در حال احداث در سطح جهان با استفاده از فناوری پیش تنیدگی ساخته می شوند. امروزه عواملی همچون نیازهای معماری مدرن به دهانه های بزرگتر ، نیاز طراحان و سرمایه گذاران به عملی ساختن طرح های متحصربه فرد با اشکال متنوع و نامنظم ، نیاز سرمایه گذاران و پیمانکاران به تکنیک های جدید جهت کاهش مدت اجرا و در نهایت استفاده از مصالح با مقاومت بالاتر که موجب کم شدن مصالح مصرفی و کاهش هزینه هاست باعث گردیده که استفاده از این سیستم در سقف های ساختمان بسیار مورد توجه قرار گیرد.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مفهوم پیش تنیدگی

- در سازه های بتن مسلح معمولی، اعضای بتنی از قبیل تیر و ستون و دال سقف، شامل بتن و آرماتور هستند که در این اعضا، بخشی از بتن، تحت نیروهای فشاری و بخش دیگر آن به همراه آرماتور، تحت نیروهای کششی قرار می گیرند. در ناحیه فشاری، بتن به خوبی نیروها را تحمل می کند، اما در ناحیه کششی، ترک می خورد و عملاً کارایی خود را از دست می دهد و آرماتور به تنهایی نیروهای کششی را تحمل می نماید. در این حالت، بتن تنها نگهدارنده آرماتور است و بدون باربری، به وزن سازه می افزاید.

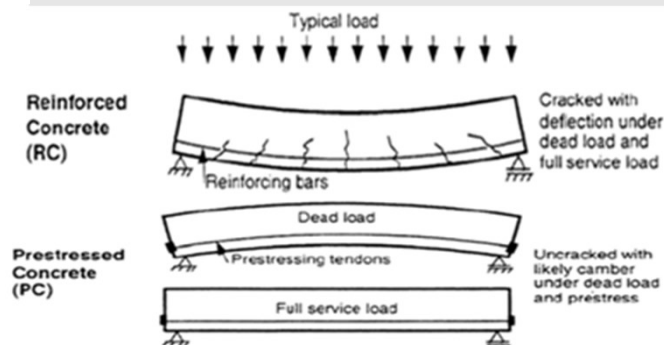


مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مفهوم پیش تنیدگی

- اما در سازه های پیش تنیده، اعضای بتنی شامل بتن، آرماتور و کابل های پیش تنیدگی می باشند. در این اعضا، آرماتور ها برای جلوگیری از ایجاد ترک های بزرگ در بتن (که عملاً موجب شکست می شوند) و تأمین الزامات حداقل مقرراتی که مبحث مقررات ملی ساختمان برای سازه های بتنی مقرر داشته است استفاده می شوند و معمولاً به عنوان قطعات باربر مورد استفاده قرار نمی گیرند.



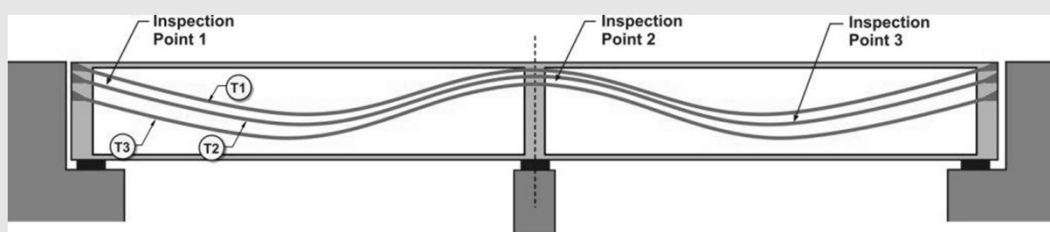
- بتن در این اعضا همچنان نقش باربری فشاری را عهده دار است با این تفاوت که به طور کامل (در کل ناحیه) تحت فشار قرار می گیرد و عملاً تمام مصالح بتن بدون ایجاد ترک، نیروهای فشاری را تحمل می کند.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مفهوم پیش تنیدگی

- دلیل این امر، استفاده از کابل های پیش تنیدگی می باشد. کابل های پیش تنیدگی با ایجاد نیروی فشاری اولیه (در زمان ساخت و قبل از بهره برداری از سازه) در ناحیه کششی بتن، موجب می شوند، بعد از آنکه بارهای مرده (از قبیل کف سازی) و زنده (از قبیل بار وسایل و کاربران) ، در زمان بهره برداری از سازه بر سازه اعمال شدند، این ناحیه تحت کشش قرار نگیرد و موجب ترک بتن و از دست رفتن کارایی بتن نشود. به این ترتیب، از حداکثر ظرفیت باربری بتن استفاده می شود و ابعاد و اندازه اعضا کاهش می یابد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

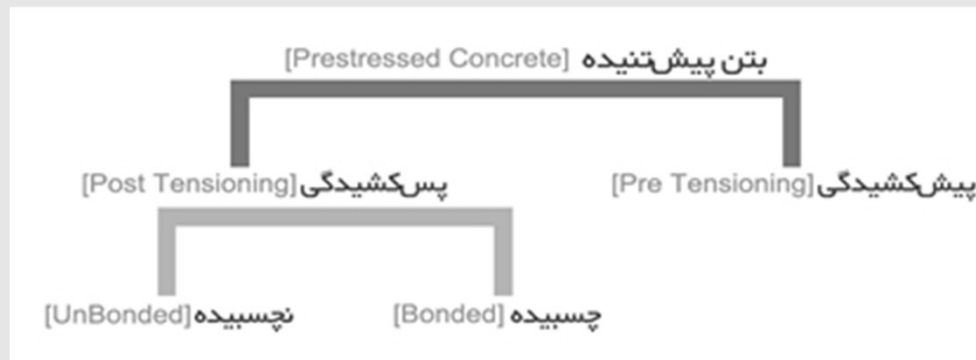
• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مزایای پیش تنیدگی

مزایای اقتصادی	مزایای سازه ای	مزایای معماری
• کاهش قابل ملاحظه در مقدار آرماتور و بتن مصرفی • کاهش قابل ملاحظه در زمان و هزینه نیروی انسانی بواسطه کاهش مقدار مصالح • کاهش هزینه تمامی آیتم های ارتفاعی نازک کاری بدلیل کاهش ارتفاع سازه • امکان ایجاد طبقات بیشتر تحت یک ارتفاع مجاز • کاهش فوق العاده در زمان ساخت و ساز • افزایش طول عمر مفید سازه • افزایش سود دهی پروژه های ساختمانی بواسطه افزایش تعداد پارکینگ ها • امکان احداث پروژه های تجاری با معماری خاص جهت جذب مشتری	• استفاده حداکثر و بهینه از ظرفیت مصالح بتنی و کابل ها • کاهش ارتفاع تیرها و ضخامت دال های بتنی • باربری بیشتر عضو پیش تنیده با هندسه مشابه نسبت به بتن مسلح • کاهش وزن مرده ساختمان و مصالح مصرفی • ایمنی بالاتر سقف یکپارچه بتنی در زلزله • امکان ساخت قطعات سبک تر بتنی پیش ساخته • کنترل خیز و تغییر شکل ها در سازه • کنترل ترک خوردگی در سازه • کاهش رطوبت ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی • افزایش دوام بتن	• ایجاد سهولت و انعطاف پذیری در طراحی پلان و نما • امکان ایجاد دهانه های بلندتر و وجود ستون های کمتر در سازه • کاهش ارتفاع طبقات و کل ساختمان • امکان ایجاد کنسول های بلندتر • افزایش فضای مفید بهره برداری در سازه • ایجاد فضای مناسب برای تامین پارکینگ های بیشتر • حذف آویز تیرها و امکان استفاده از سقف کاملاً مسطح • قابلیت استفاده در پلان های نامنظم و منحنی شکل • امکان ایجاد بازو های بزرگتر در سقف • قابلیت استفاده از ستونهای خارج از محور • قابلیت بیشتر عبور لوله ها و ادوات تاسیساتی

مراتب اجرایی ساختمان - جلسه ۷

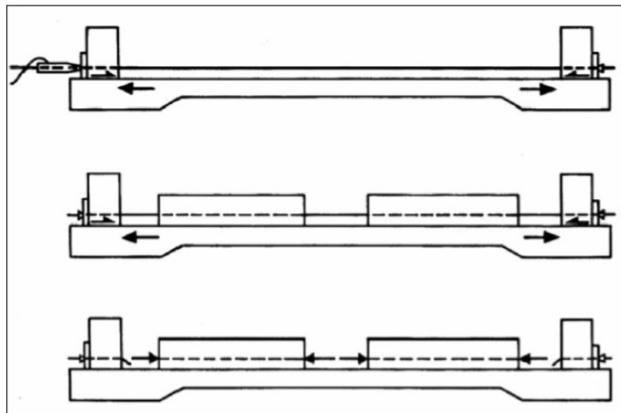
- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)



مراتب اجرایی ساختمان - جلسه ۷

- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

- الف) پیش کشیدگی : (Pre-Tensioning)



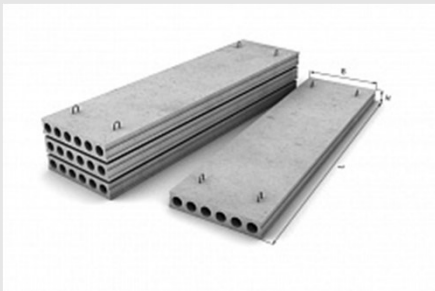
- اعمال نیروی پیش تنیدگی (Jacking) قبل از بتن ریزی صورت می گیرد.
- در این روش اعضای کششی قبل از گبرش بتن کشیده می شوند. به همین دلیل مورد استفاده این روش عمدتاً در تولید مقاطع پیش ساخته بتنی مانند دالها و تیرهای پیش ساخته بوده و سابقه استفاده از آن در ایران نیز موجود می باشد.
- مراحل انجام پیش تنیدگی در این روش عبارت است از : کشش المان های پیش تنیدگی با جکهای مخصوص ، قالب بندی و بتن ریزی در اطراف این اعضا، حفاظت از بتن و در نهایت بریدن اعضای کششی.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

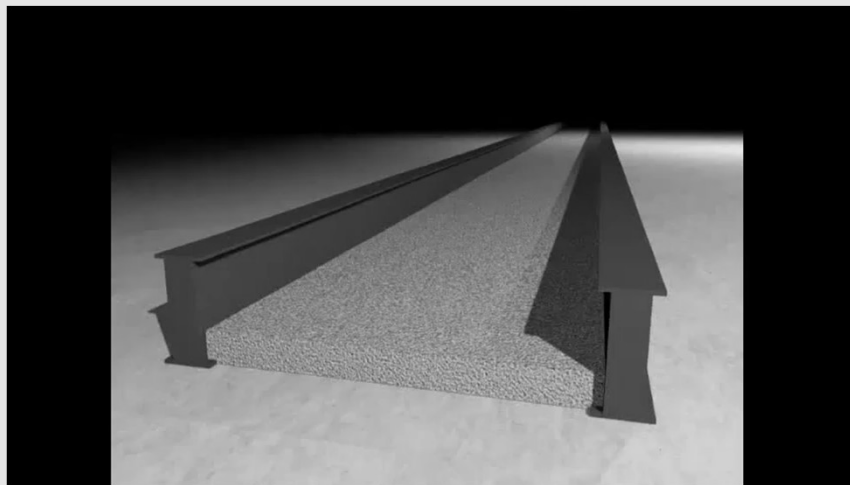
• الف) پیش کشیدگی : (Pre-Tensioning)

- از جمله مهمترین معایب روش پیش کشیدگی عدم قابلیت استفاده در پروژه‌های غیر تیپ با دهانه‌های متغیر، ضعف در اتصالات و عملکرد نامناسب دیافراگم صلب در مناطق زلزله خیز می‌باشد که موجب شده است. استفاده از این روش کمتر مورد استقبال واقع شود. بنابراین عدم قابلیت استفاده در پروژه‌های غیر تیپ با دهانه‌های متغیر، ضعف در اتصالات و عملکرد نامناسب دیافراگم صلب در مناطق لرزه خیز باعث گردیده که این روش کمتر مورد استقبال واقع گردد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• (ب) پس کشیدگی: (Post – Tensioning)

- اعمال نیروی پیش تنیدگی (Jacking) بعد از بتن ریزی صورت می گیرد.
- در این روش اعضای کششی پس از گیرش بتن کشیده می شوند. این روش با روند درجا سازی ساخت هماهنگ بوده و به همین دلیل در اکثر پروژه های ساختمانی قابلیت کاربرد دارد. به گونه ای که ابتدا قالب بندی و آرماتوربندی مورد نیاز صورت می پذیرد و در مسیرهایی از سقف که از محاسبات استخراج می شود غلاف های پلاستیکی یا فلزی قرار می گیرد. اعضای کششی از داخل این غلاف ها عبور می کنند به گونه ای که امکان حرکت در تمام طول مسیر را خواهند داشت. سپس عملیات بتن ریزی به صورت درجا انجام شده و بتن پیرامون غلاف ها را کاملاً محصور می نماید. پس از گیرش بتن عملیات کشش توسط جک های هیدرولیکی انجام می شود.
- مناسب جهت ساخت اعضای بتنی درجا مانند دال های درجا در ساختمانها و اعضای پیش ساخته با تیراژ کم یا متوسط.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• دامنه کاربرد سقف های پس کشیده:

- ۱- پارکینگ های طبقاتی : از آنجا که در سیستم دال پس کشیده فاصله ستون ها بطور قابل ملاحظه ای (دهانه های ۱۲ متری) افزایش می یابد لذا فضای باز و مفیدی را جهت پارک و جابجایی 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.
- ۲- برج ها و ساختمان های مرتفع : با توجه به اینکه استفاده از دال های پس کشیده در سازه باعث کاهش ارتفاع طبقه می شود ، لذا در یک ارتفاع ثابت می توان تعداد طبقات بیشتری را ایجاد نمود.
- ۳- ساختمان های تجاری و بیمارستان ها : مزایایی از قبیل فاصله زیاد ستون ها ، سرعت اجرا و کاهش وزن سازه در سیستم دال های پس کشیده باعث می شوند تا این نوع سیستم گزینه مناسبی برای ساختمان های تجاری و بیمارستان ها و ... باشد.
- ۴- پل ها : نیاز به اجرای دهانه های بزرگ در پل ها ، جلوگیری از لرزش ، ترک خوردگی و نفوذ پذیری بتن و همچنین سرعت مناسب اجرا در سیستم های پس کشیده از جمله عواملی است که باعث شده این سیستم از مرسوم ترین روشها در ساخت پل ها باشد.
- ۵- انبوه سازی های مسکونی: از آنجا که در این نوع مجتمع ها در هر طبقه چندین واحد مسکونی در نظر گرفته شده و طراحی می گردد لذا فاصله زیاد ستون ها شرایط بسیار مناسبی جهت معماری واحدها مهیا می نماید بطوریکه میتوان در بیشتر موارد هر واحد را بدون قرار گیری ستون در داخل آن طراحی نمود.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• روشهای اجرای سیستم پس کشیده :

• ۱- سیستم چسبیده *Bonded*

• ۲- سیستم غیر چسبیده *Unbonded*

• سیستم چسبیده : با این روش کابل های پس کشیده از میان غلاف های تخت ممتد و کوچک از جنس گالوانیزه عبور می کند که داخل غلاف ها پس از بتن ریزی و کشیده شدن کابل ها با دوغاب پر می شود.

• سیستم غیر چسبیده : در این سیستم کابل با دوغاب تزریق نمی شود و می تواند آزادانه و مستقل از بتن حرکت کند. اغلب کابل ها در یک غلاف محافظ با گریس پوشانده شده اند . پس از بتن ریزی و کسب مقاومت فشاری مشخص کابل بسادگی و با استفاده از یک جک دستی کوچک کشیده می شود که این عملیات پس کشیدگی را تکمیل میکند.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن

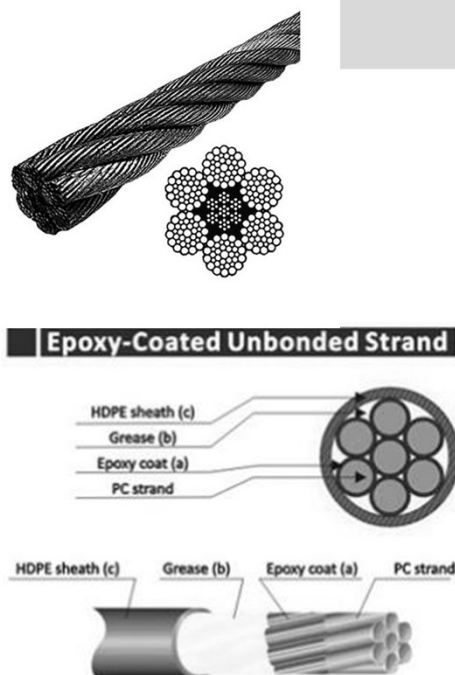
• ۱- کابل (استرند) :

• استرندها از به هم تابیدن ۷ رشته از فولاد پر مقاومت مخصوص ساخته می شوند و در دو سایز "0.5" و "0.6" تولید می گردند.

• با توجه به کاربردهای مختلف استرند ممکنست دارای روپوش پلی اتیلن و یا معمولی باشد.

• کابلهای پیش تنیدگی در دو دسته تنش زدایی *Stress Relieved* و با وادادگی کم *Low Relaxation or Lowlax*

تولید می شوند. کابلهای با وادادگی کم پس از کشش و در دراز مدن افت کمتری دارند. در حال حاضر این کابلها بصورت معمول در کارها استفاده می شوند و کابلهای تنش زدایی شده صرفاً در موارد خاص کاربرد دارند.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن

• ۲- میلگرد: میلگردهای پیش تنیدگی مطابق استاندارد آمریکایی *ASTM A722* در رده ۱۵۰ با مقاومت نهایی ۱۰۳۵ کیلوگرم در هر سانتیمتر مربع تولید می شوند. این میلگردها در دو نوع تیپ/ بصورت ساده و تیپ II به صورت ساده و آجدار موجود هستند.

• میلگردهای پیش تنیدگی نیز مشابه کابلها و سیمهای پیش تنیدگی بوسیله جکهای هیدرولیکی کشیده شده و به صفحات مهاری انتهایی و مهره مهار می شوند.



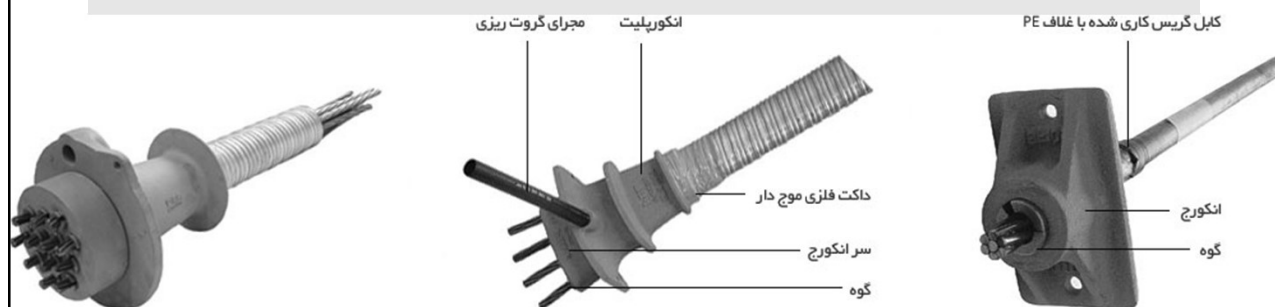
مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن

• ۳- گیره : (Anchorage)

• جهت مهار استرندها در انتهای المان سازه ای از گیره استفاده می شود. گیره ممکنست به صورت تک رشته یا چند رشته باشد.



تاندون چند رشته مدور PBL، کاربرد در پل ها

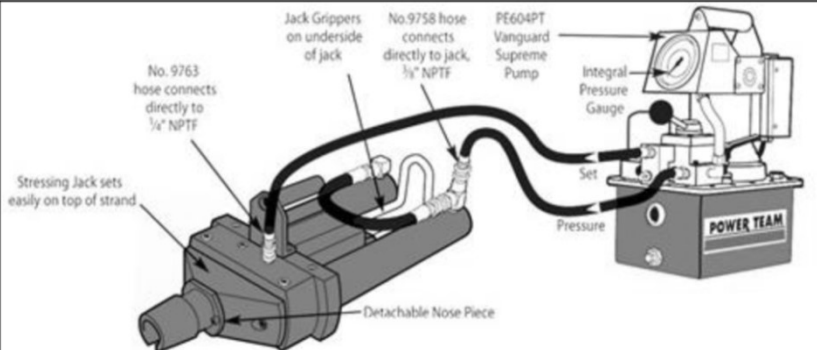
تاندون چند رشته مسطح PBL، کاربرد در ساختمان ها

تاندون تک رشته PBL




مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

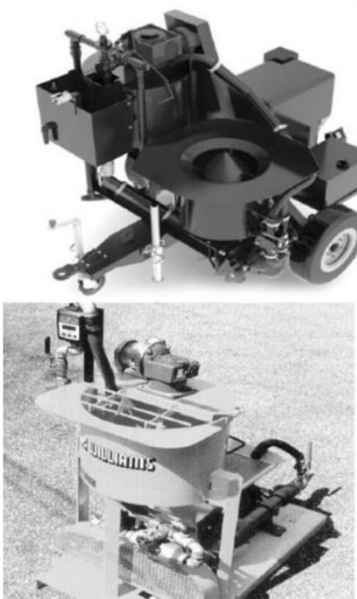
- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)
- تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن
- ۴- غلاف:
- جهت نصب استرند در المانها جهت کشش بعد از بتن ریزی (روش پس کشیده) به غلاف نیاز می باشد. غلاف می تواند به صورت گالوانیزه یا پلی اتیلن باشد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)
- تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن
- ۵- جک و پمپ: در سیستم های پس کشیده و پیش کشیده برای کشش فولاد پیش تنیده از جک و پمپ استفاده می شود. در قطعات پس کشیده جک ها به روی بتن سخت شده قرار می گیرند تا با استفاده از عکس العمل ایجاد شده فولاد را تحت کشش قرار دهند. در سیستم های پیش کشیده جک ها روی قالب یا دیواره دور قالب قرار گرفته و به آنها تکیه می کنند. به علت سادگی در نحوه ی استفاده، جک های هیدرولیکی کاربرد بیشتری نسبت به جک های دستی یا جک های برقی دارند. معمولاً از جک های دستی زمانی استفاده می شود که مقدار کمی نیروی پیش تنیدگی مورد نیاز است.
- جک ها معمولاً از یک یا دو پیستون تشکیل شده که به یک پمپ هیدرولیکی و شیر کنترل کننده متصل شده اند. بازوها دارای ظرفیت های متفاوتی در محدوده ۳ الی ۱۰۰۰ تن هستند.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷



- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)
- تجهیزات ایجاد تنیدگی در بتن
- ۵- دستگاه تزریق گروت: از دیگر وسائل و تجهیزات مورد استفاده در پیش‌تنیدگی، دستگاه تزریق گروت برای نوع پس کشیده چسبنده است.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• قالب بندی

- قالب بندی سقف مشابه دال بتنی معمولی (بتن آرمه) انجام می شود. قالب ها می تواند از جنس چوب، فلز یا *plywood* پلاک وود باشد. از آنجایی که عموماً دال های ساختمانی در این روش به صورت تخت در نظر گرفته می شود، لذا سرعت عملیات قالب بندی نسبت به سایر سیستم های بتنی افزایش می یابد.



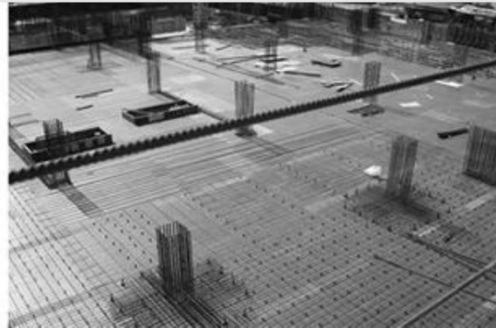
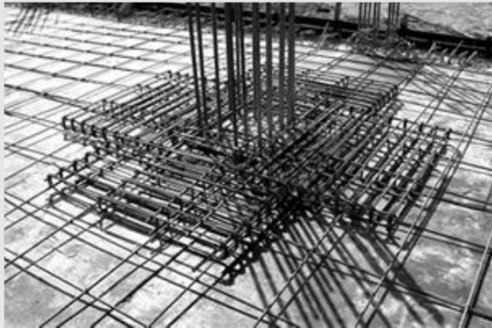
مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• آرماتور بندی

- حجم آرماتوربندی دال های پیش تنیده در مقایسه با دال بتن آرمه بسیار کمتر است. آرماتور مورد نیاز شامل کلاف های کناری، آرماتورهای تقویتی روی ستون ها و دیوارها، آرماتورهای مربوط به برش پانچ، اطراف بازشوها و ... ، در این مرحله روی سقف نصب می شوند. عملاً آرماتوربندی به صورت شبکه فوقانی و تحتانی در این روش وجود ندارد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

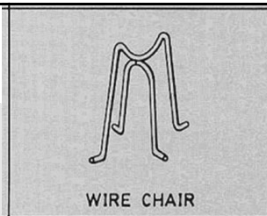
• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• نصب کابل ها و مهارهای انتهایی

- با توجه به نقشه های اجرایی، کابل ها روی قالب قرار گرفته و مهارهای انتهایی به لبه قالب متصل می شوند. معمولاً کابل ها در دو جهت عمود برهم روی سقف قرار می گیرند. تعداد و فاصله کابل ها تابع طول دهانه و بارگذاری می باشند. در حالت معمول، در یک جهت، کابل ها به صورت متمرکز روی نوارهای ستونی قرار میگیرند *Tendons Banded* و در جهت دیگر با فاصله های یکنواخت حدود ۱/۵۰ متری توزیع می گردند *Tendons Distributed*





مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• نصب *Chair* ها و تامین پروفیل کابل ها :

• همانطور که در ابتدا اشاره شد، برای استفاده بهینه از پیش تنیدگی، موقعیت کابل نسبت به تار خنثی مقطع در طول مسیر تغییر می کند. معمولاً روی نقطه تکیه گاهی کابل ها به تار فوقانی، و در وسط دهانه به تار تحتانی نزدیک می شوند. به این انحنا در اصطلاح پروفیل *profile* می گویند. جهت تامین این پروفیل، *chair* هایی در اندازه های متفاوت با فاصله های مشخص قرار داده می شوند و کابل روی آنها قرار می گیرد. به این ترتیب پروفیل مورد نظر تامین می گردد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• بتن ریزی

• بعد از بستن آرماتورها و قرارگیری کابل ها روی سقف، بتن ریزی انجام می شود. در این مرحله باید در مورد ویبره زدن اطراف مهارهای انتهایی دقت لازم صورت گیرد.



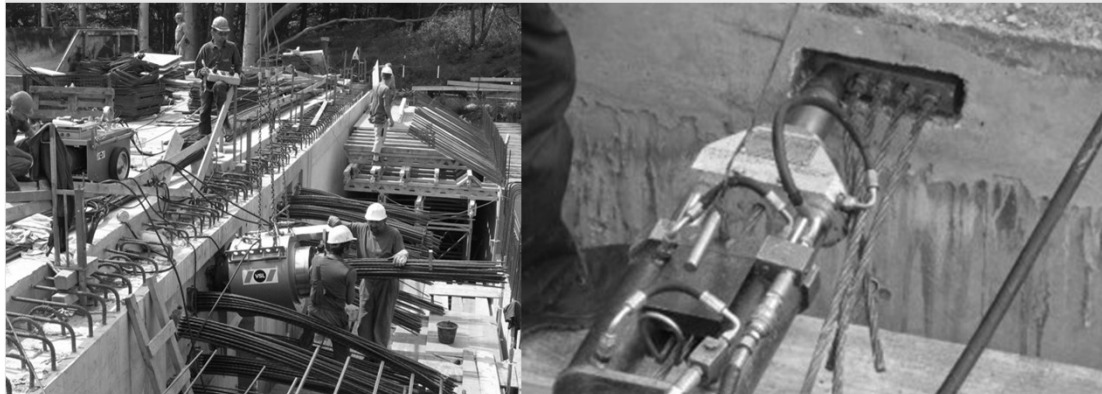
مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• عملیات کشش

- بعد از اینکه بتن به مقاومت فشاری مورد نیاز رسید، می توان عملیات کشش کابل ها را آغاز نمود. هر کابل از یک طرف یا هر طرف کشیده می شود. میزان افزایش طول هر کابل با توجه به طول و پروفیل آن محاسبه شده و پس از کشش نیز اندازه گیری می شود. بدین ترتیب صحت اجرای عملیات کنترل می گردد.



مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

• مراحل اجرا

• مقایسه سیستم چسبیده و نچسبیده

- هر یک از این روشها دارای خصوصیتی می باشند که موارد استفاده از آنها را متفاوت می گرداند. به عنوان نمونه نکات ذیل ذکر می گردد:
- -در سیستم چسبیده ضخامت زیاد غلاف و همچنین قرار گرفتن استرندها پس از کشش در یک وجه غلاف باعث می شود تا مقدار خروج از مرکزیت کم و به تبع آن اثر پیش تنیدگی کاهش یافته و در نتیجه حجم مصالح مصرفی شامل ادوات پیش تنیدگی و بتن و آرماتور افزایش می یابد. به عنوان مثال اگر محاسبات ضخامت سقفی را با سیستم چسبیده ۲۵ سانتیمتر نشان دهد ، با سیستم غیر چسبیده این ضخامت به ۲۳ سانتیمتر کاهش می یابد.
- - در سیستم چسبیده یک گروه استرندها از داخل یک غلاف فلزی عبور میکنند در صورتیکه در روش غیر چسبیده استرندها بصورت جداگانه داخل غلافهای پلاستیکی عبور مینمایند. همین کیفیت باعث می شود استرندها در دال توزیع مناسبتری داشته باشند و دال نهایتاً عملکرد مطلوبتری داشته باشد.
- -در سیستم چسبیده به دلیل شکل مقطع غلاف و اینرسی بالای آن در پلان حرکت غلافها به صورت منحنی در منحنی غلافها در پلان به سختی امکان پذیر بوده و به همین جهت اجرای سازه هایی با پلانهای دارای انحنا ، خارج کردن ستونها از محور و همچنین ایجاد بازشو در مسیر استرندها ناممکن یا بسیار محدود میگردد.
- -در سیستم چسبیده عملیات قراردادن استرندها داخل غلاف و همچنین تزریق گروت در محل کارگاه انجام می شود در صورتیکه در سیستم غیر چسبیده کلیه عملیات فوق در کارخانه انجام شده لذا از کیفیت بالاتری برخوردار است.

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)

- در سیستم چسبیده به دلیل اینکه عملیات تزریق گروت در محل انجام می‌شود به دلیل امکان محبوس شدن هوا و آب در مسیر غلافها موارد بسیار زیادی از خوردگی استرندها گزارش گردیده است. همچنین یخ زدن آب در داخل غلاف احتمال ترکیدن غلاف و تخریب بتن مجاور آن را به همراه خواهد داشت.
- در سیستم چسبیده به دلیل اصطکاک بیشتر غلافها و کابلها عملاً افت نیروی بیشتری اتفاق افتاده و راندمان پیش‌تندگی آن کمتر خواهد بود.
- -سیستم چسبیده عملیاتی همچون ساخت و نصب غلاف ، عبور استرندها از داخل غلاف ، نصب آرماتورهای انفجاری ، نصب هواکش‌ها، جزئیات خاص در نواحی انتهایی ، سوراخکاری لبه قالب دال ، سنگین بودن غلاف و گروه استرندها ، عملیات ساخت و تزریق گروت ، نیاز به بالابر و جرثقیل جهت حمل دستگاه تزریق از جمله پارامترهایی هستند که زمان اجرا عملیات پیش‌تندگی را بیشتر نموده و نیروی انسانی بیشتری را طلب می‌کنند.
- موارد فوق که به عنوان نمونه ذکر گردید باعث شده سیستم غیرچسبیده با وجود گران‌تر بودن مصالح مصرفی نسبت به سیستم چسبیده دارای کاربرد بیشتر باشد و عملاً در ایالات متحده به عنوان منطقی‌ترین روش اجرا در پروژه‌های ساختمانی ارائه گردیده است

مراتب اجرایی ساختمان – جلسه ۷

• بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)



مراتب اجرایی ساختمان - جلسه ۷

- بتن پیش تنیده و پس کشیده (Pre-stressing & Post-Tensioning)



? ??? ????? ?? ????? ????? ?? ?? ??? ?? ????? - ????? ????? ????? ? ?????? 808.webm