Iranian
Organization
For Engineering
Order of Building
Province East Azarbayjan

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان آذربایجان شرقی

دوره: ۸۱۴

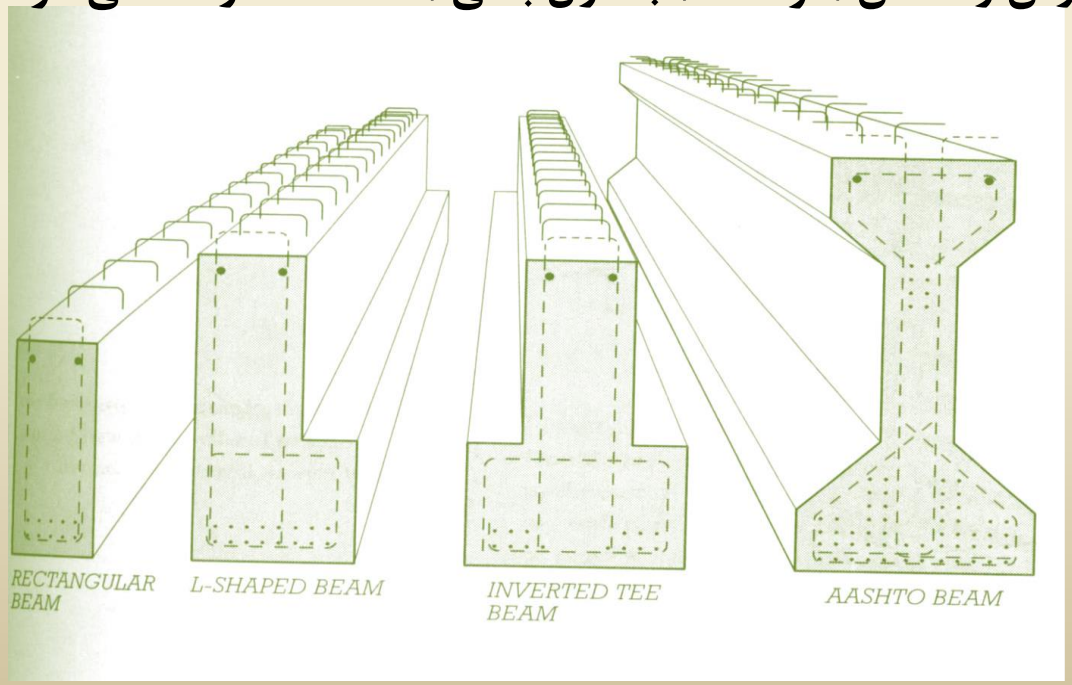
روش های ساخت، فناوری های نوین اجرای ساختمان و جزئیات اجرایی

مکان: دانشگاه تبریز، دانشکده عمران

مدرس: حسین زنوزی

محصولات بتنی پیش ساخته

قطعات بتن پیش ساخته شامل قطعاتی هستند که در کارخانه و یا در کارگاه قالب بندی شده آرماتور بندی و بتن ریزی گردیده و سپس به عمل آمده و در سازه مورد نظر بکار برده می شوند . محصولات بتنی پیش ساخته شامل انواع سقفها , تیرها , ستونها , دیوارها, تراورس راه آهن , لوله ها , جداول بتنی , Box ها و ... می گردد.



-مزایای قطعات بتنی پیش ساخته

۱- از آنجائیکه بتن ریزی در خارج از محل ساختمان انجام می گیرد دیگر نیازی به مکانهای اضافی برای انبار کردن مصالح مانند سیمان و آرماتور نخواهیم داشت ضمنا به تجهیزات جانبی دیگر جهت آرماتور بندی و قالب بندی نیازی نخواهیم داشت .اختلاط بتن نیز معمولا به صورت دقیق نسبت به بتن درجا انجام می گیرد.

۲- تولید انبوه قطعات هزینه ها را کاهش می دهد . با توجه به اینکه قالب های کارخانجات بتن پیش ساخته دارای هزینه نسبتا بالایی هستند هزینه تولید قطعات بایستی روی هزینه قالب ها سرشکن شده و از لحاظ اقتصادی توجیه اقتصادی پیدا کند .

۳- اسکلت بندی را می توان در شرایط جوی نامناسب نیز انجام داد. این مسأله باعث ایجاد برنامه ریزی در اجرای نقشه شده و به پیشرفت عملیات ساختمانی کمک زیادی می نماید و این نکته برای پیمانکاران حائز اهمیت می باشد چرا که تأخیر در انجام تعهدات پیمانکار مستلزم جرائم نقدی یا غیر نقدی می باشد .

۴- بطور کلی عملیات اسکلت بندی ساختمانهای پیش ساخته را می توان با استفاده از کارگران نیمه ماهر انجام داد حتی با یک سری آموزشهای کوتاه مدت می توان افرادی ماهر در این زمینه تربیت نمود .

۵ - با استفاره از پانل های پیش ساخته بتنی می توان دهانه های نسبتا بزرگتری را نسبت به روشهای معمول بتن درجا پوشش داد (سقف های تیرچه بلوک , دالها , سیستم تیر و ستون و ساختمانهای صنعتی)

۶- قطعات مختلف بتن پیش ساخته را می توان در کارخانه و یا حتی در کارگاه تحت آزمایش قرار داد و از قدرت باربری آنها مطمئن شد . این در حالی است که در قطعات بتنی درجا این روشها کاربردی نداشته و اجبارا بایستی از یک سری ابزار که معمولا دارای هزینه های بالایی هستند استفاده نمود و مقاومت بتن سخت شده را بدست آورد . این روشها شامل آزمایشات مخرب و غیر مخرب بتن سخت شده می باشد که در حالات مختلف انجام می پذیرد.

-معایب قطعات بتنی پیش ساخته

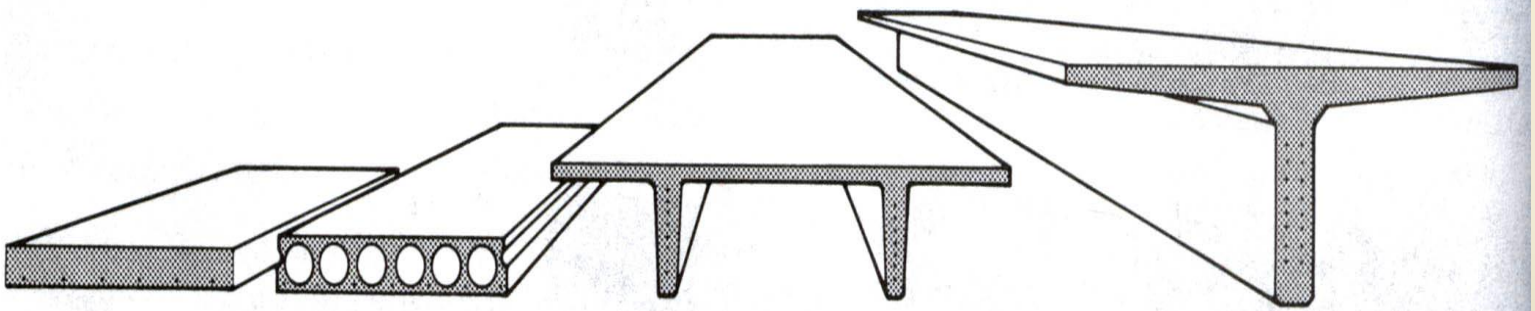
۱- طراحی ساختمانهای پیش ساخته سیستمی نسبت به ساختمانهای موردی از انعطاف پذیری کمتری برخوردار است هر چند ممکن است سیستم های بسیار متنوعی در اختیار طراحی باشد .

۲- برای مستقر کردن قطعات به ماشین آلات مختلف مثل بالابرهای مکانیکی و انواع جرثقیل ها احتیاج است واین سبب بالا رفتن هزینه های کلی قرارداد می گردد . معمولا در مقایسه با سازه های بتنی درجا قطعات پیش ساخته به ماشین آلات بزرگتر و دقیق تری نیاز دارند .

۳- اتصالات قطعات پیش ساخته می تواند یکپارچگی کمتری نسبت به بتن درجا در برابر بارهای جانبی برخوردارند.

سقف های پیش ساخته بتنی

۱- دال مسطح صلب (توپر): Solid Flat Slab
۲- دال های مجوف یا سوراخ دار : Hollow core slabs
۳- سقف های T منفرد یا دوبل: Single Tee & Double Tee
۴- سقف های صنعتی پیش ساخته
۵- انواع سقف های بتنی پوسته ای پیش ساخته



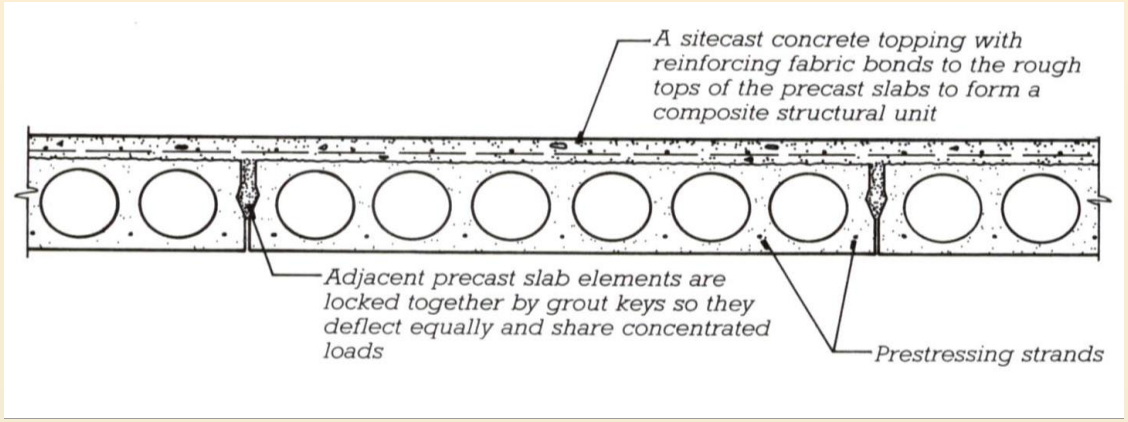
SOLID FLAT SLAB	HOLLOW CORE SLAB	DOUBLE TEE	SINGLE TEE
Widths vary	2', 4', 8' wide (610, 1220, 2440 mm) (1'-4", 3'-4" some manufacturers)	8', 10' wide (2440, 3050 mm)	8', 10' wide (2440, 3050 mm)

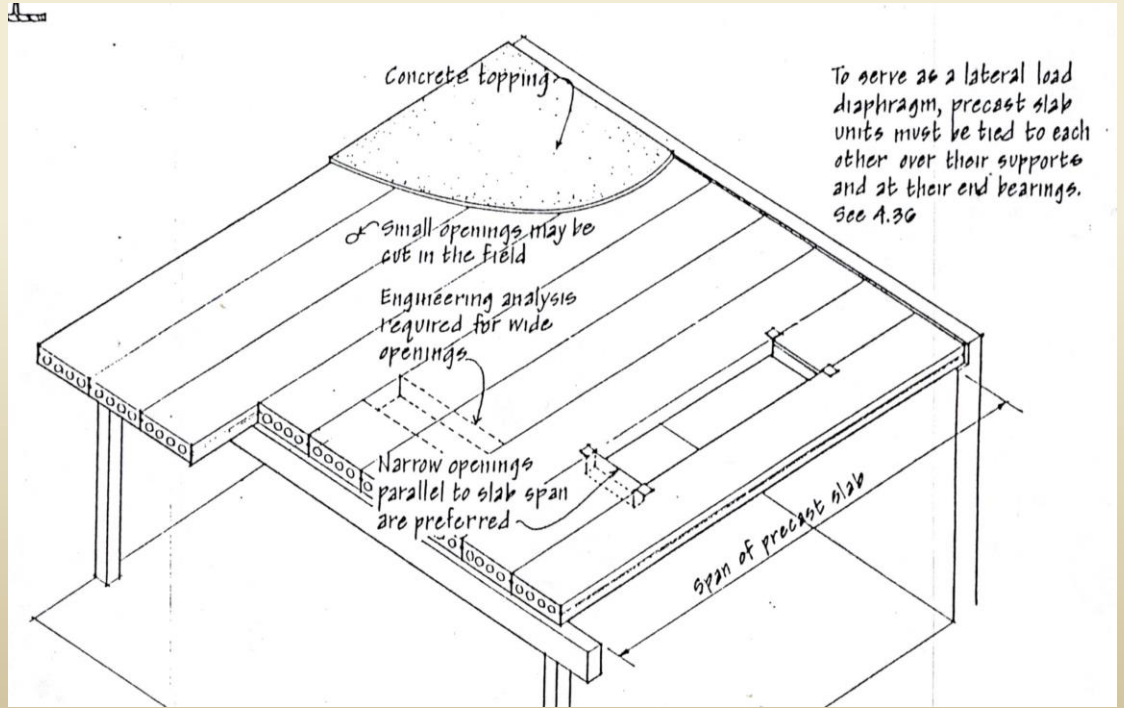
۱- دال مسطح صلب (توپر): **Solid Flat Slab**

عرض این دالها در حدود ۴ تا ۸ فوت (۱/۲ الی ۲/۴ متر) می باشد و طول این قطعات تا ۳۰ فوت (۹متر) ممکن است برسد بر اساس میزان بار وارده و همچنین محدودیتهای موجود در مورد تغییر شکل این دالها می توان دهانه های مختلف را برای این سیستم انتخاب نمود .

۲- دال های مجوف یا سوراخ دار : **Hollow core slabs**

برای پوشش دهانه های بزرگتر و همچنین داشتن عایق بندی صوتی و حرارتی مناسب و نیز صرفه جویی در وزن بتن مصرفی می توان از این دالها استفاده نمود برای ساخت این دالها روشهای خاصی وجود دارد و بتن مصرفی عموما در این دالها کم آب بوده و دارای اسلامپ تقریبا صفر می باشد. ضخامت این سقفها در حدود ۶~۱۲ اینچ بوده و پهنای آن ممکن است تا ۸ فوت برسد در مورد این سقفها نیز براساس بار وارده و محدودیت های موجود در مورد خیز دهانه هایی تا حدود ۴۴ فوت میتوانند پوشش داده شوند . نمونه ای از این سقف ها و نحوه ایجاد بازشو باریک و عریض در شکل نشان داده شده است . الزامات ارایه شده توسط مرکز تحقیقات بایستی مد نظر باشد. (ص ۱۵۱ کتاب)

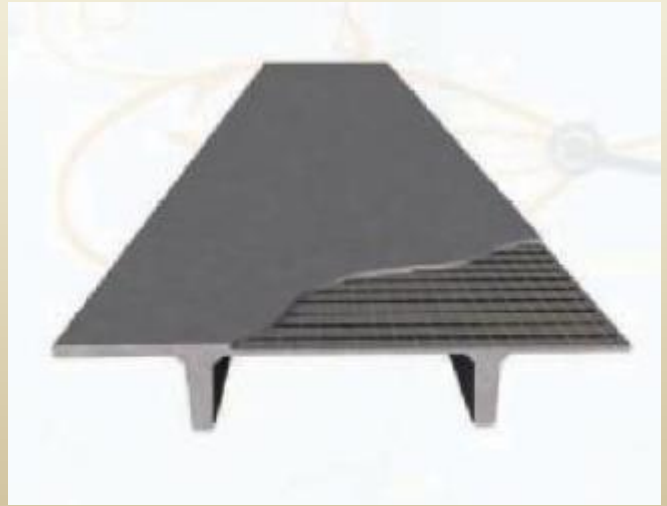




Hollow core slabs

۳.سقف های T منفرد یا مضاعف: Single Tee & Double Tee

یکی از انواع سقفهایی که به طور وسیع برای دهانه های بزرگتر مورد استفاده قرار مـی گیـرد سقف های Tشکل می باشند این سقف ها دارای ۱۲~۴۸ اینچ ارتفاع بوده و برای دهانه های تـا حدود ۱۱۰فوت به کار برده می شوند برای یکپارچه نمودن عملکرد این سقفها مـی تـوان از یـک لایه بتنی (بتن مسلح) با ضخامت حداقل ۲ اینچ روی این سقف های استفاده نمـود بـرای دهانـه های بزرگتر از ۶۲ فوت این کار الزامی است معمولا سقف های Tمضاعف هم برای طبقات و هـم برای بامها مورد استفاده قرار می گیرد در حالی که سقف های T منفرد معمولا برای بامها به کـار برده می شوند سقف های بکار برده شده در کارخانجات صنعتی نوعی از سـقف هـای T مضـاعف می باشند .



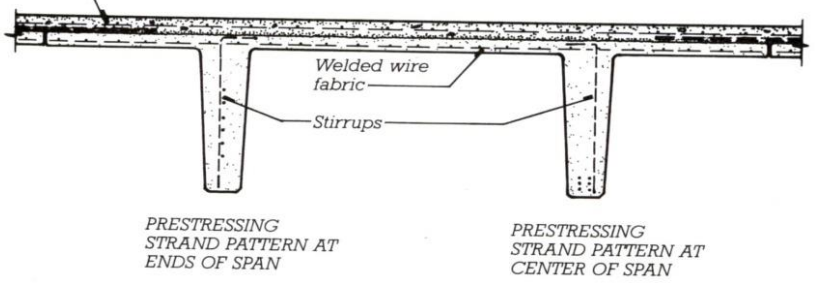
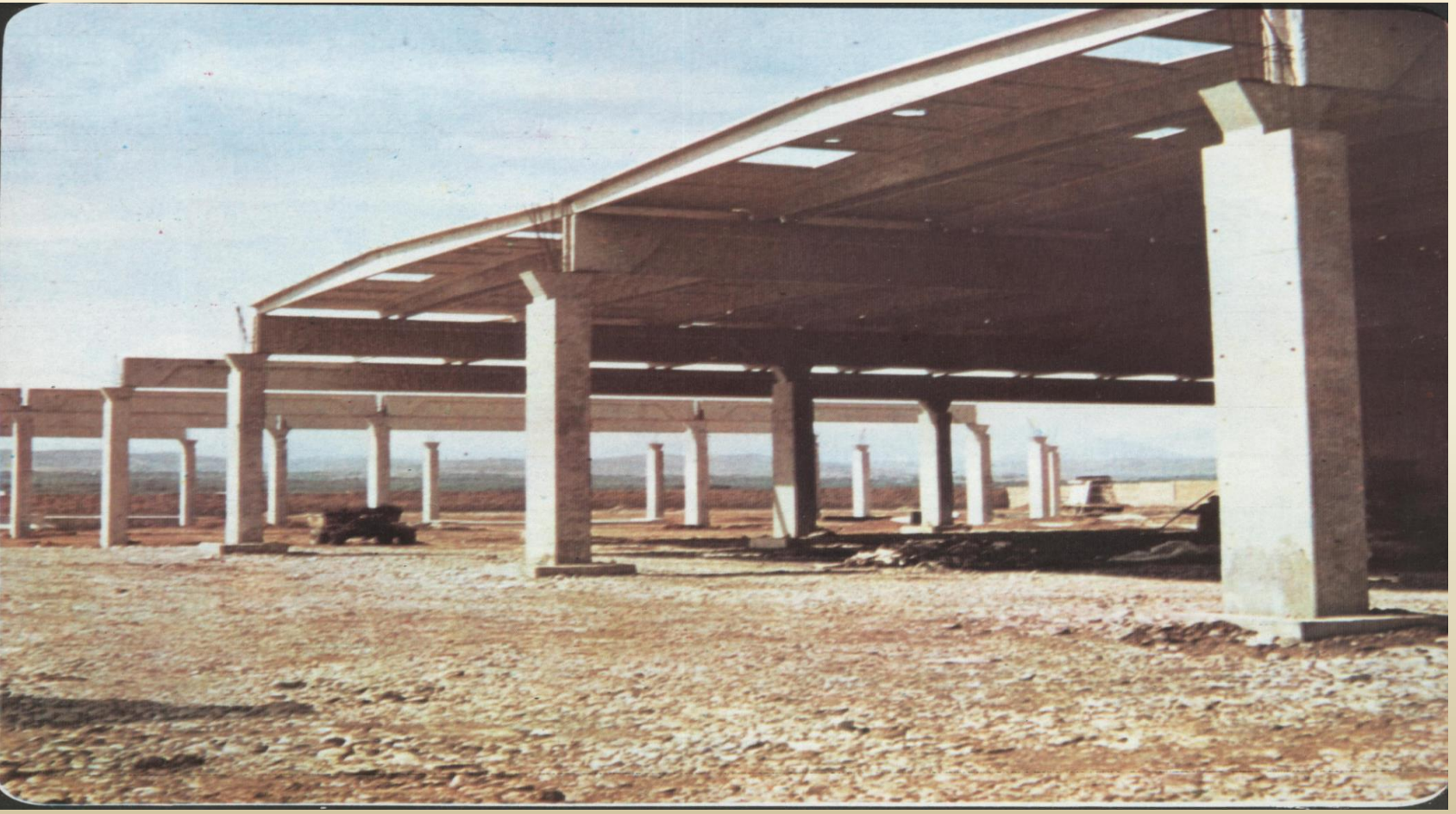
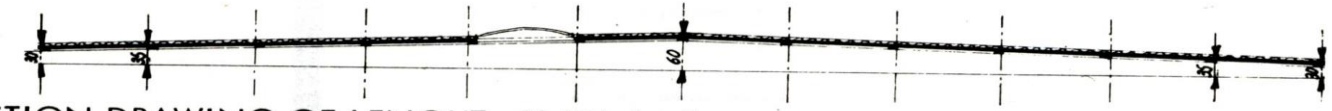


FIGURE 15.22
A cross section through a topped double-tee slab. The prestressing strands are harped in the stems of the double tee. The stirrups are made of vertical planes of welded wire fabric.

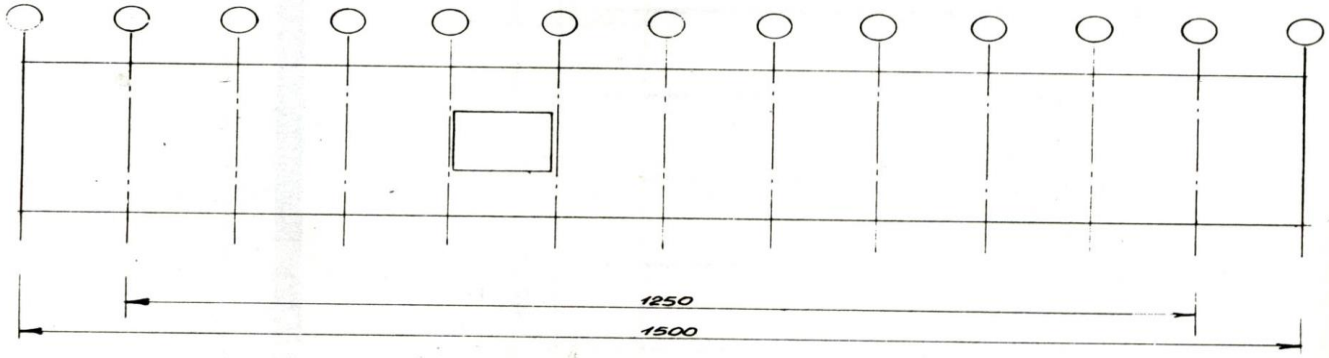
- سقف های صنعتی پیش ساخته (کارخانه ایرداک)

این نوع سقفها از نوع سقفهای T مضاعف یا دوبل T می باشند و قسمت فوقانی این سقفها دارای شیبی برای زهکشی آب باران می باشد. این سقفها در انواع مختلف و دردهانه های مختلف تولید می شوند. در برخی از چشمه های این سقف ها ممکن است بازشوهایی تعبیه شده باشد. جزئیات نمونه ای از این سقفها را به دهانه ۱۵ متر و تولیدی کارخانه ایرداک را خواهیم دید .

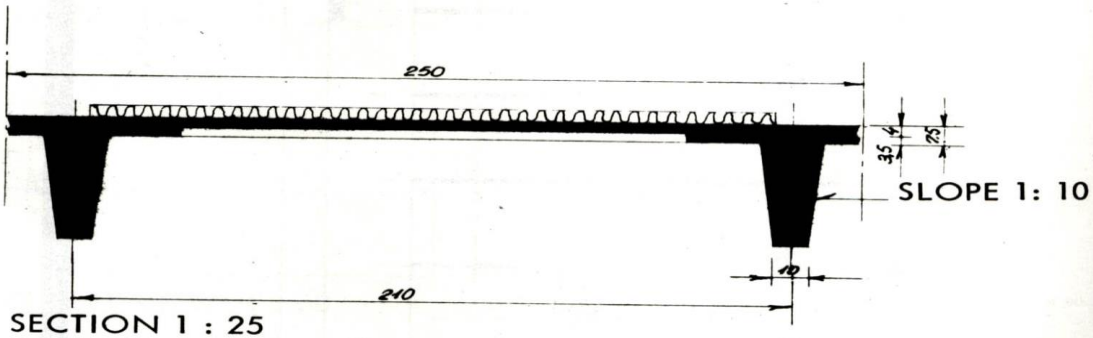




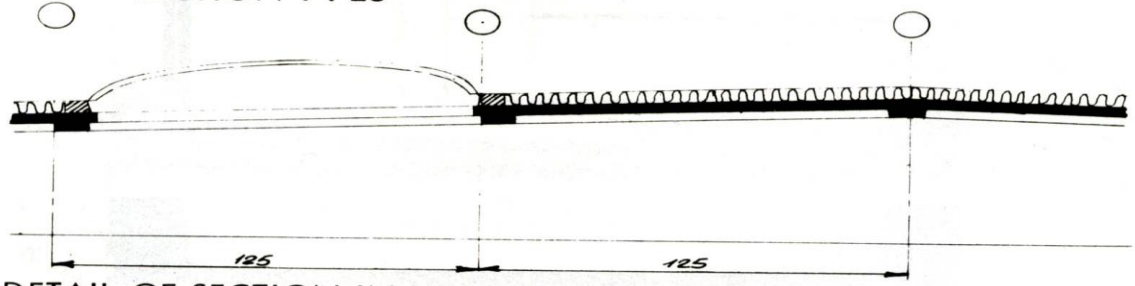
SECTION DRAWING OF LENGHT PLAN 1 : 1oo



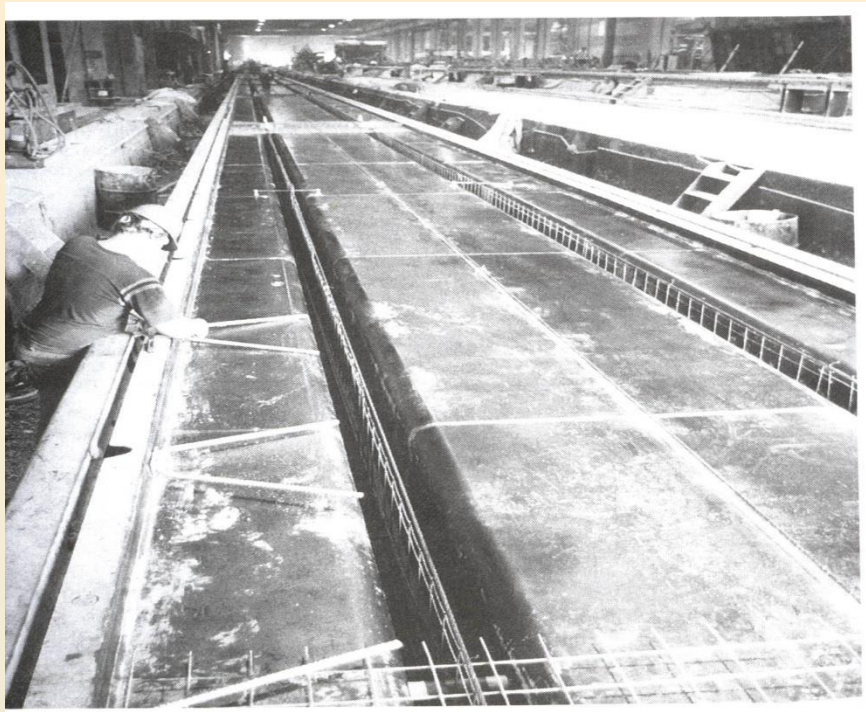
PLAN 1: 100

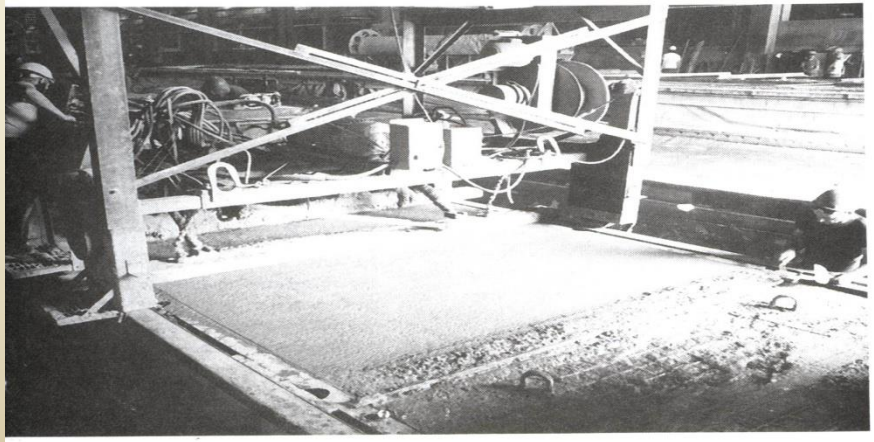


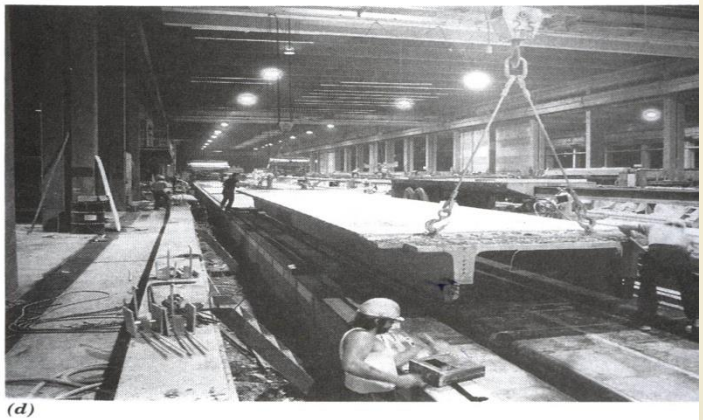
SECTION 1 : 25



DETAIL OF SECTION IN LENGTH 1 : 25







(d)

(e)

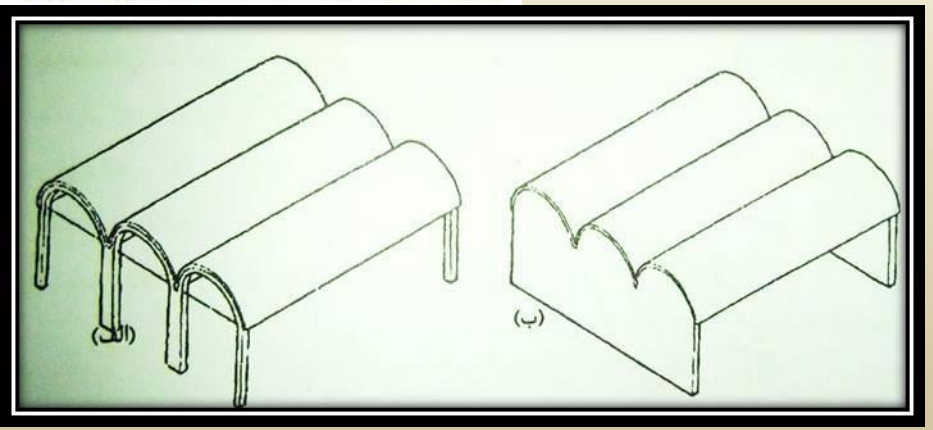
مراحل مختلف ساخت و حمل سقف های صنعتی

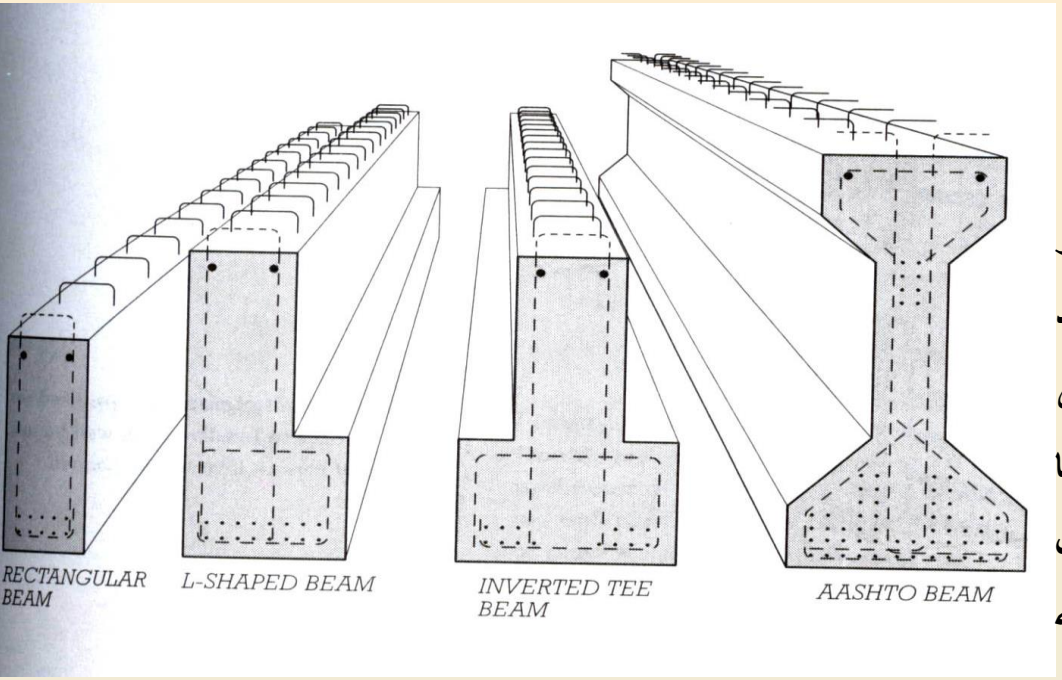
- سقف های پوسته ای پیش ساخته

در سقف های پوسته ای از موضوعات موجود در طبیعت الهام گرفته شده است ساختمان تخم مرغ, گردو , بادام و...نوعی پوسته هستند .

دارای انحنای یک طرفه : پوسته های استوانه ای
دارای انحنای دو طرفه : مانند سه پر (مانند دیواره سدهای بتنی دو قوسی)

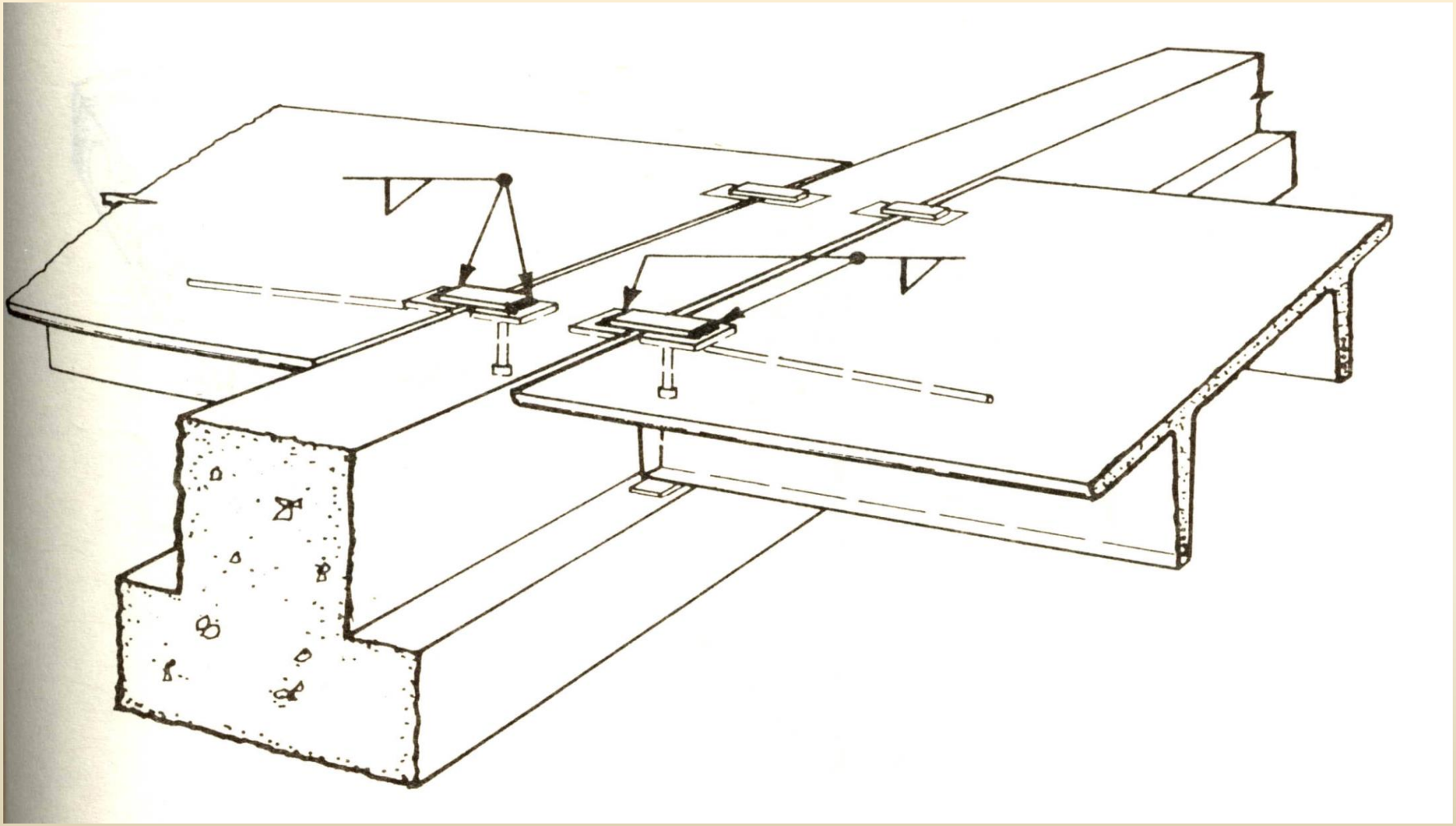
پوسته ها میتوانند در دو حالت پیش ساخته یا در جا اجرا شوند .





- تيرهاي پيش ساخته بتنی

شكل اين تيرها اساسا بستگي به نوع قاب بندي موجود در سازه دارد اگر عناصر طبقات و بام روي تيرها نشسته باشند آآنگاه تيرهايي به شكل مستطيلي به كار مي روند. براي كاهش ارتفاع تمام شده تير يا سقف. قسمت فوقاني تيرها با قسمت فوقاني سطح طبقات هم تراز مي گردد. در اين حالت براي تحمل بار. تير به شكل L شكل و يا T معكوس ساخته مي شود اين نوع تير ها عموما در ساختمان سازي مورد استفاده قرار مي گيرند. علاوه بر اين تيرها در پل سازي از تيرهاي پيش ساخته I شكل نيز استفاده مي گردد و جزئيات كامل اين تيرها در نشريه ACI آمده است. اين تيرها مي توانند دهانه هايي تا حدود 120 فوت را پوشش دهند .علاوه بر اين تيرها تيرهايي نيز وجود دارند كه به عنوان تكيه گاه سقف هاي صنعتي به كار برده مي شوند.



نمونه ای از تیر های T معکوس و اتکای سقف دوبل T بر روی آن مطابق شکل می باشد که در آن قسمت فوقاني تیرها با قسمت فوقاني سطح طبقات هم تراز شده است.

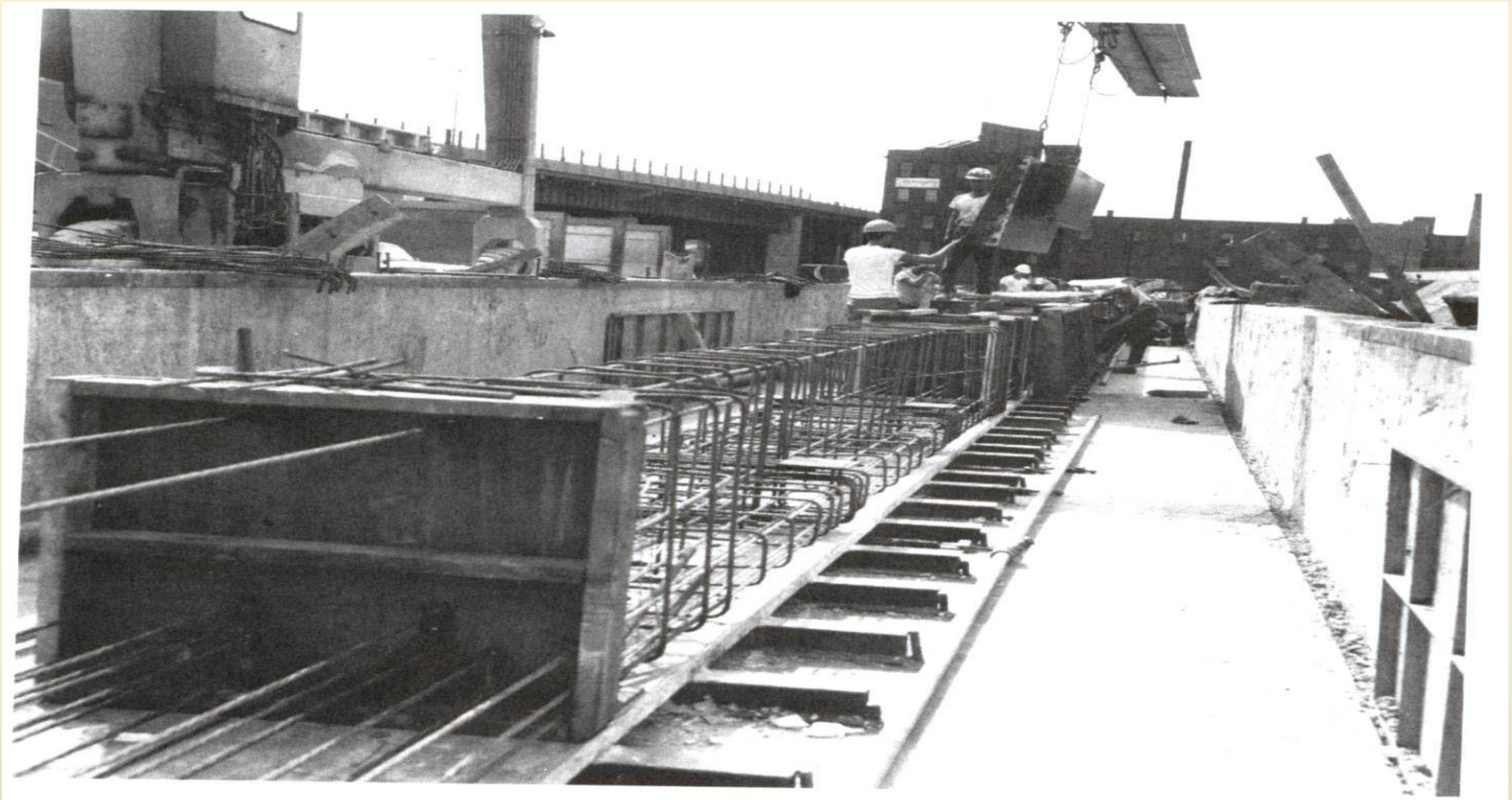


FIGURE 15.10
Workers install side forms for inverted tee beams in an outdoor casting bed. Mild steel reinforcing bars are used extensively for stirrups. (*Courtesy of Blakeslee Prestress, Inc.*)

- نمونه ای از قالب بندی و آرماتور گذاری تیر T معکوس:

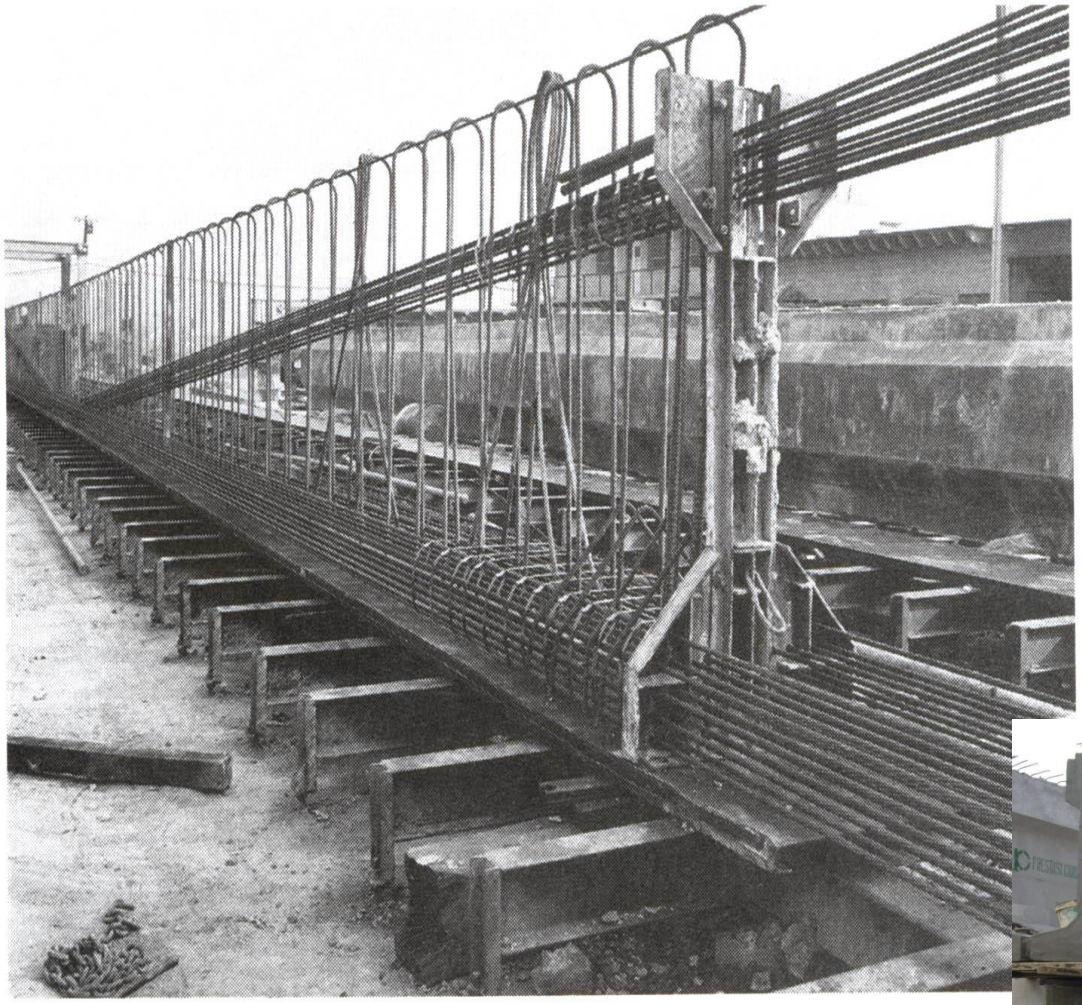
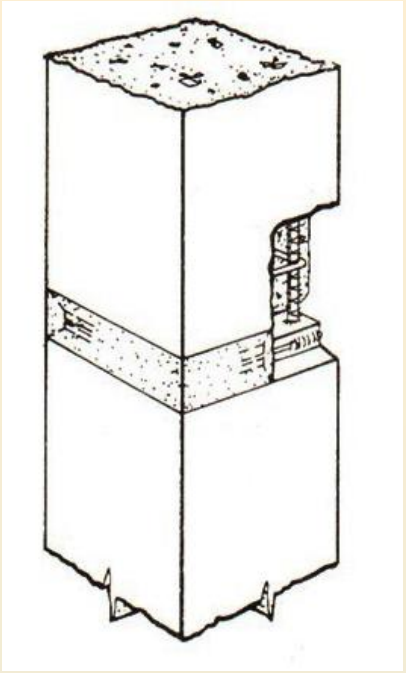


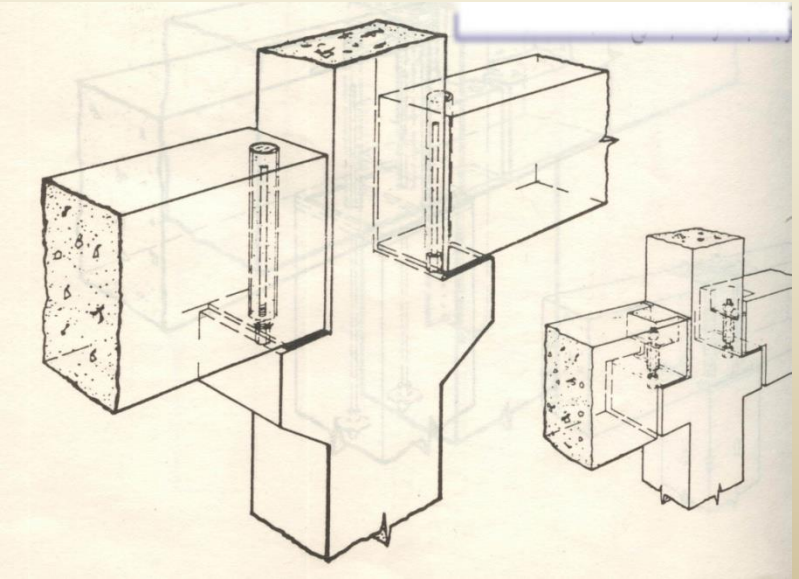
FIGURE 15.11
A precasting bed being readied for the pouring of an AASHTO girder. Side forms for the mold can be seen in the background to the right. The depressed strands are held down in the center of the beam by steel pulleys that will be l in the concrete after pouring. The bed long enough that several girders are being cast end to end, with the depres strands pulled up and down as requir Mild steel reinforcing bars are used fo stirrups. The projecting tops of the st rups will bond to the sitecast topping. Vertical twists of prestressing strand m the end of the girder will serve as lifti

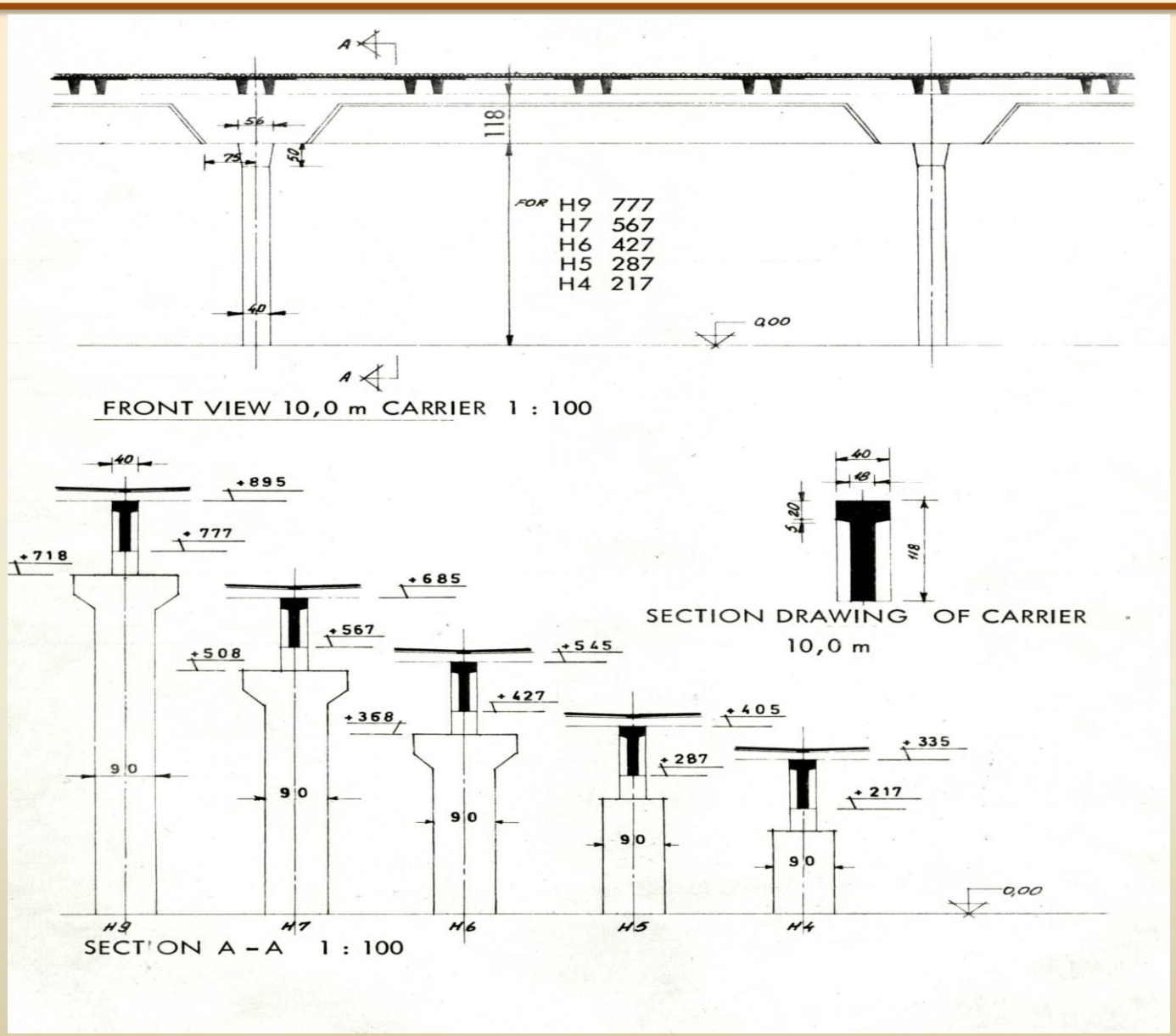
ـ نمونه ای از قالب بندی و آرماتور گذاری تیر I شکل :



- ستونهاي پيش ساخته

در صورتيكه ستون پيش ساخته براي ساختمان هاي يك طبقه به كار برود مي توان از ستونهاي منشوري شكل استفاده نمود (مقطع ثابت) در غير اينصورت در ساختمانهاي چند طبقه ستونها مي توانند به صورت پيوسته و تا 4 الي 5 طبقه ساخته شوند. در ستونهاي منشوري شكل تيرها روي سطح فوقاني ستون تكيه مي كنند در اين حالت مي توان از ستونهايي با ابعاد 12*12 اينچ تا 24*24 اينچ استفاده نمود در ساختمانهاي يك طبقه تيرها مي توانند به صورت ممتد نيز روي ستونها قرار بگيرند. اگر ستون براي ساختمانهاي چند طبقه بكار برده مي شود در فواصل متناوب تكيه گاههايي در ارتفاع ستونها ايجاد مي گردند تا تكيه گاه مناسبي براي تيرها يا دالها بوجود آورند اين تكيه گاهها را زيرسري يا كربل (corbel) نيز مي ناميم. برای بکارگیری ستون ها در ساختمان های با طبقات بیشتر می توان از اتصال قطعات ستون به یکدیگر استفاده نمود.





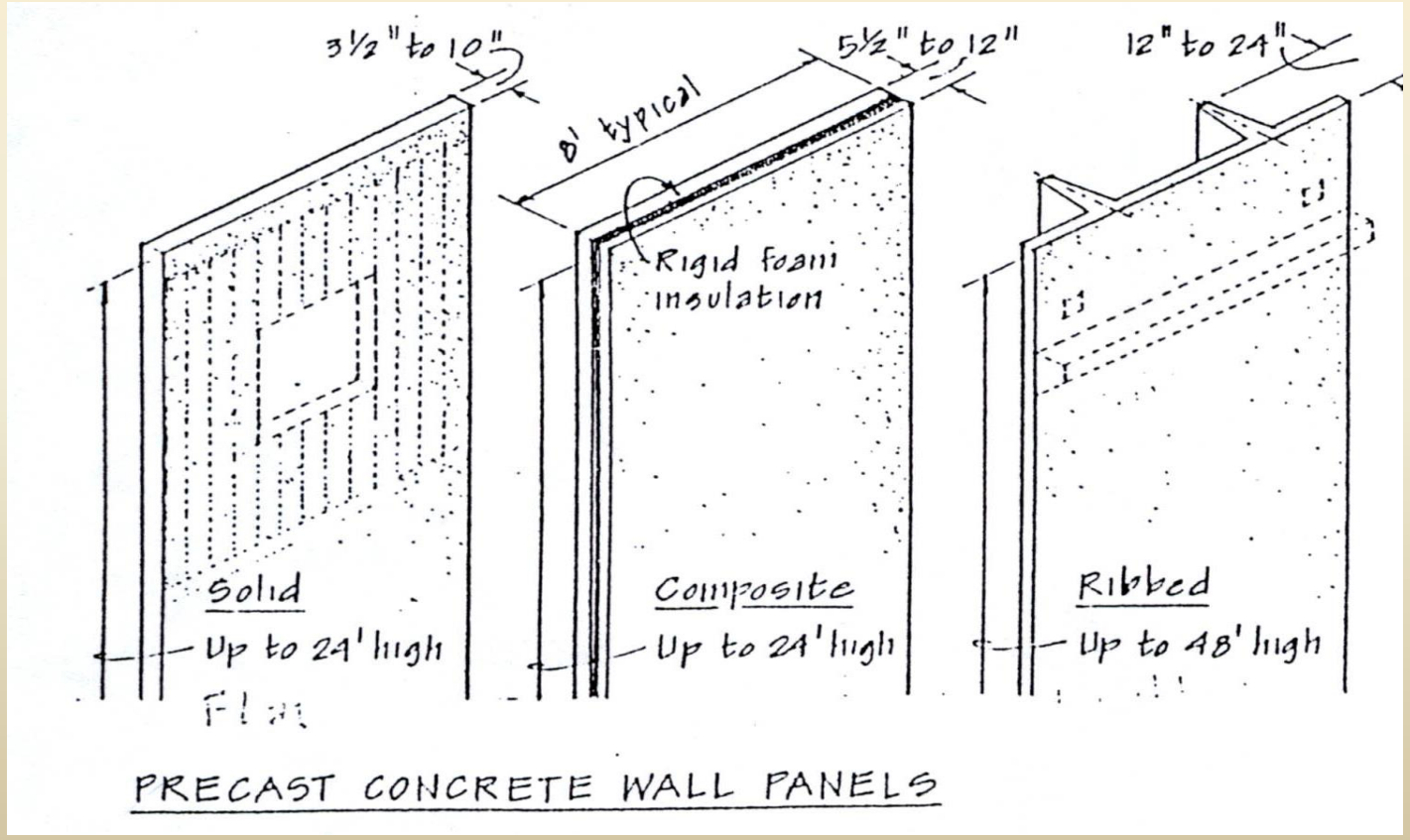
- نمونه ای از تیر و ستون صنعتی (ایرداک)

- ديوارهاي پيش ساخته بتنی

پانل هاي ديوار بر حسب نيازهاي معماري در شكل هاي مختلف ساخته شوند چهار نوع معمول اين ديوارها بررسي مي گردد

1- ديوارهاي تخت (solid_ flat) **2- ديوارهاي داراي بازشو (with opening)**

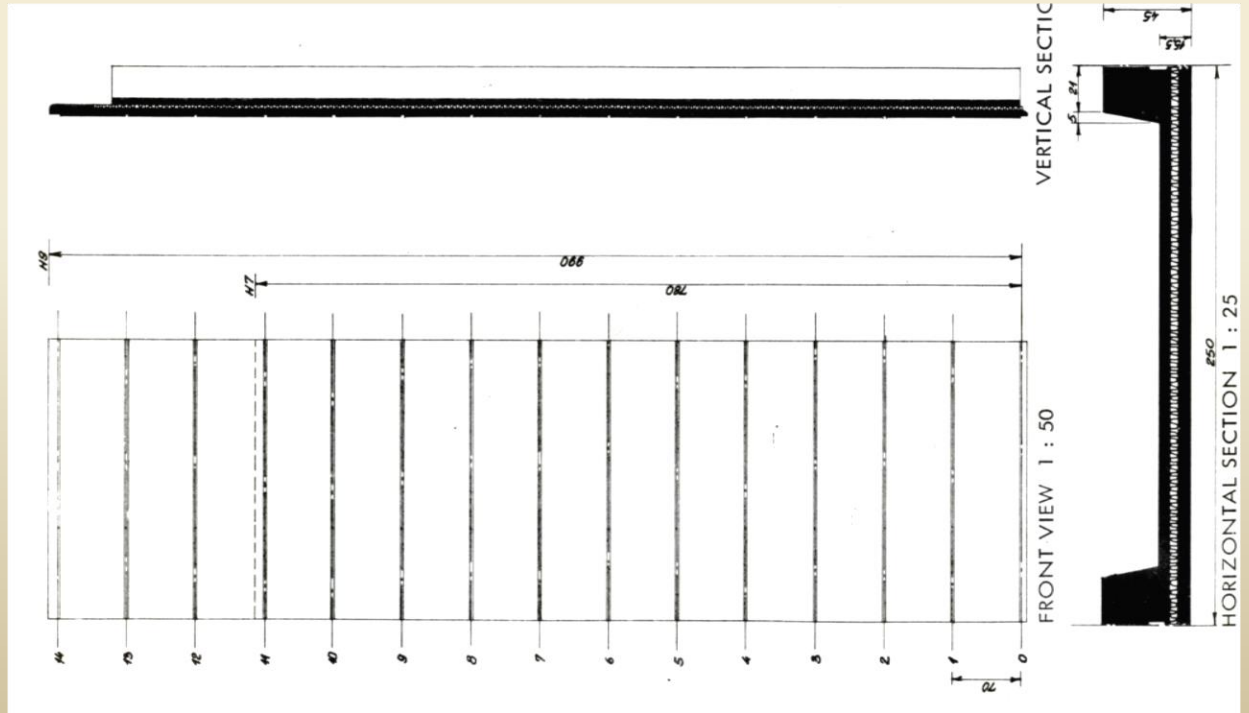
3- ديوارهاي T مضاعف (Double Tee or Ribbed) **4- ديوارهاي مركب (composite)**



اين پانل ها براي ساختمانهاي يك تا پنج طبقه طراحي مي شوند و معمولا داراي پهناي 5/2 متر مي باشند اين ديوارها ممكن است به عنوان ديوارهاي جداكننده (تيغه يا پارتيشن) و يا به عنوان ديوار باربر به كار برده شوند

ديوار نماي صنعتي

در ساختمانهاي صنعتي براي ديوارهاي خارجي بكار برده مي شود واين ديوارها بصورت مركب (composite) مي باشند .



1- ساختار های مختلف ساختمان های بتنی یش ساخته

قطعات مختلف ساختمانهای بتنی یش ساخته در حالات مختلف روی هم سوار شده و مجموعه ساختمان را تشکیل می دهند. این موضوع بستگی به نوع و کاربری ساختمان مورد نظر داشته و در تعیین نوع قطعات پیش ساخته دخیل خواهد بود . بعنوان مثال برای یک ساختمان مسکونی پنج طبقه یا کمتر شاید سیستم (دیوار بتنی + سقف مجوف + پی های بتنی درجا) مناسب باشد . با اینحال برخی سیستم های متنوعی که در این زمینه موجود است مطابق شکل ها می باشد.

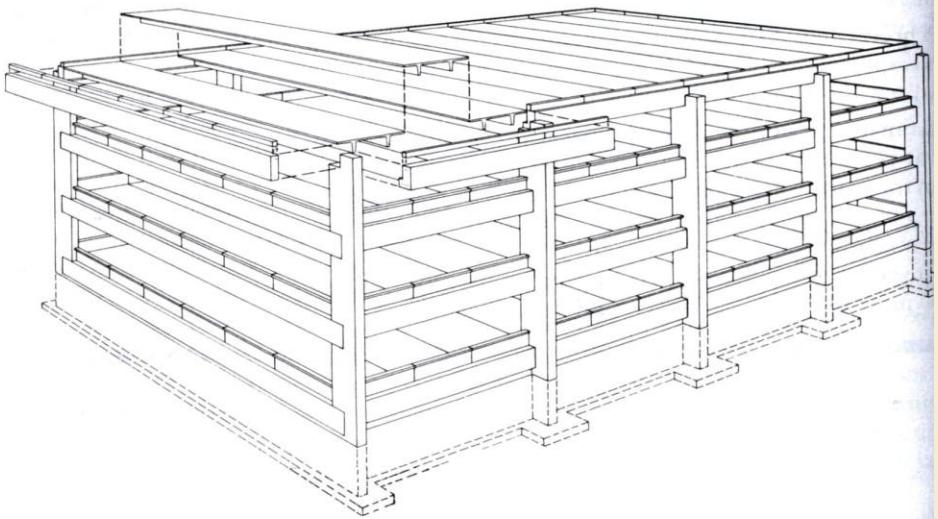


FIGURE 15.5
Double-tee slab elements supported on a frame of precast columns and L-shaped girders.
(*Courtesy of Precast/Prestressed Concrete Institute*)

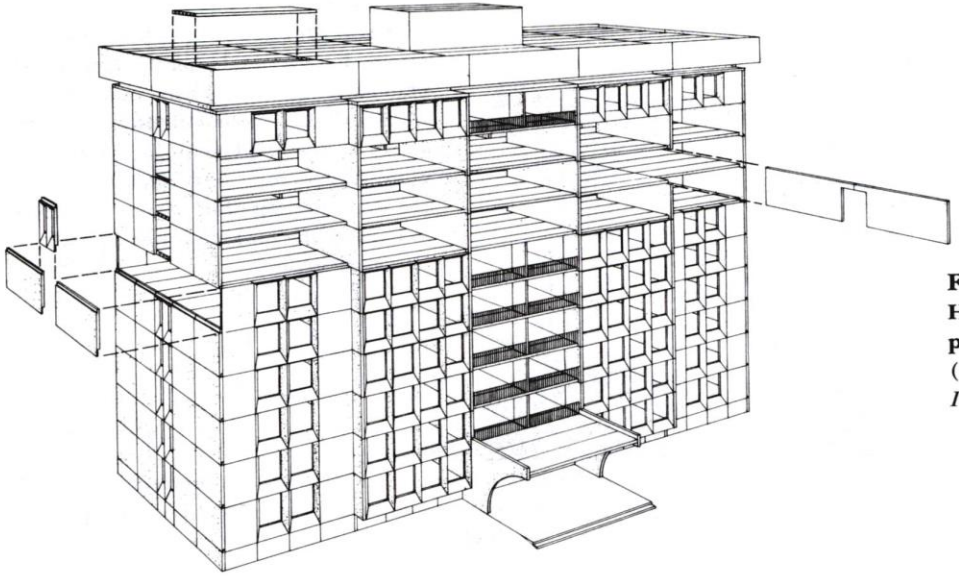


FIGURE 15.6
Hollow-core slab elements supported
precast concrete loadbearing wall pa
(*Courtesy of Precast/Prestressed Concrete Institute*)

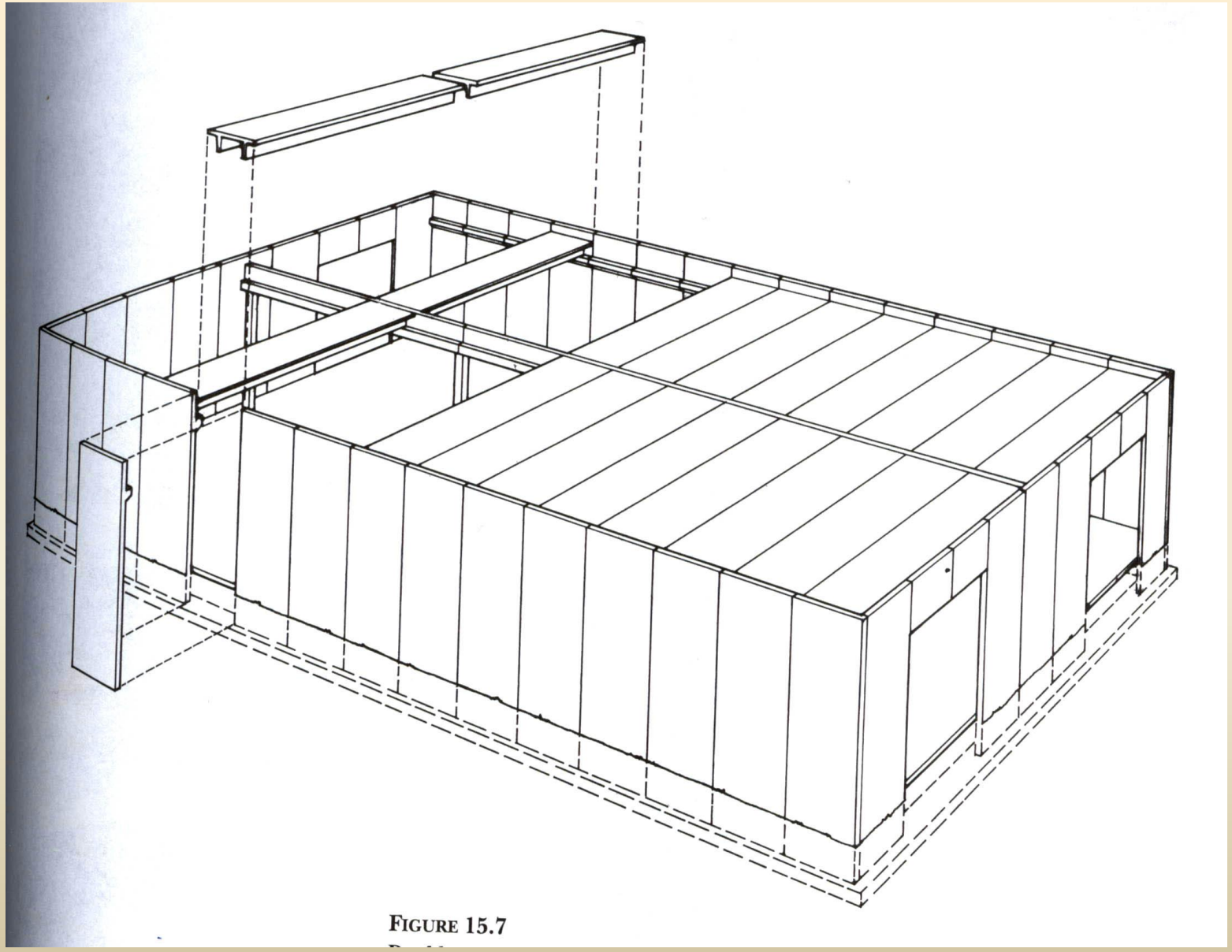


FIGURE 15.7

- سایر سیستم ها

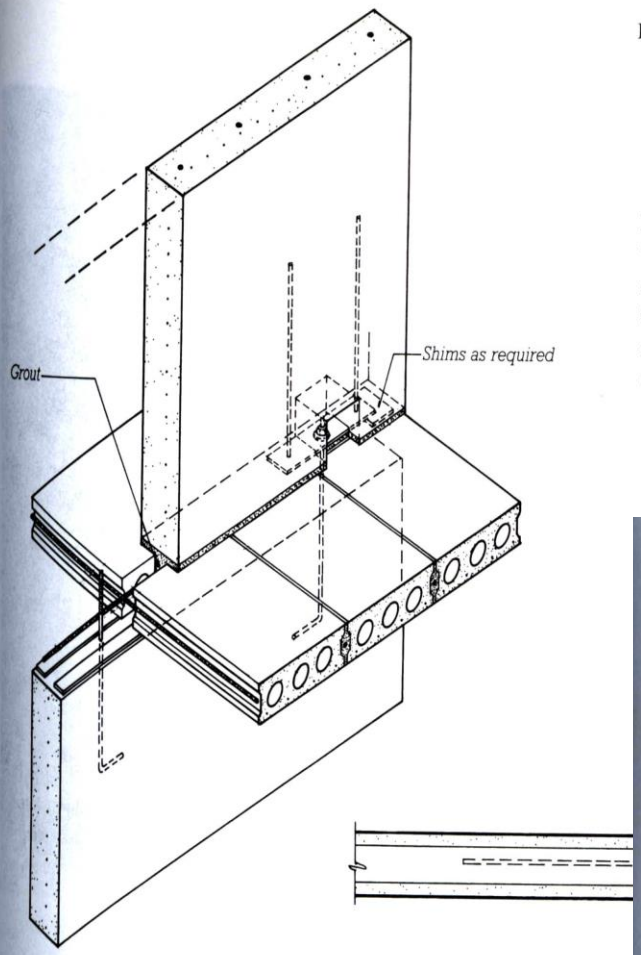


FIGURE 15.27
Typical details for slab–wall junctions in the structure shown in Figure 15.26. The reinforcing in the wall panels and the prestressing steel in the slabs has been omitted from these drawings for the sake of clarity.

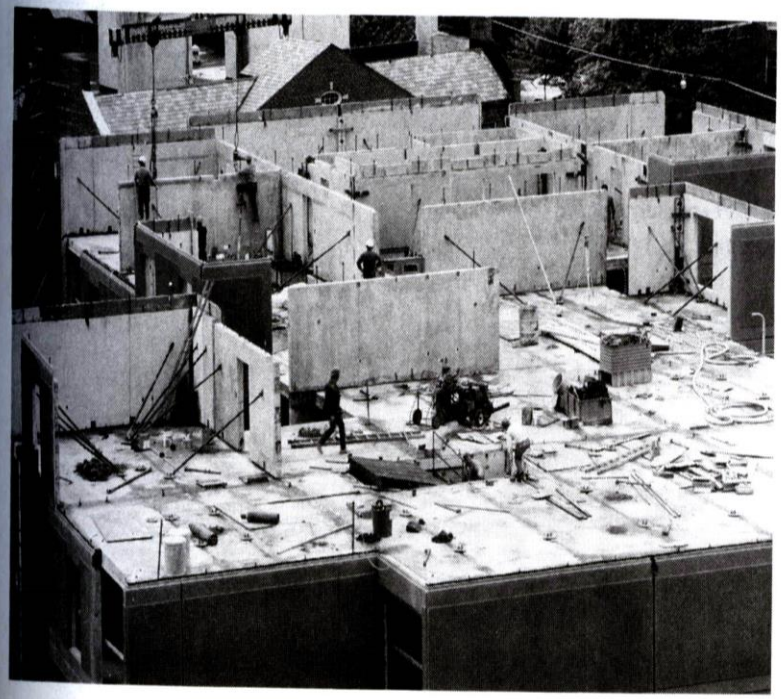


FIGURE 15.28
A closer view of a building that uses precast concrete loadbearing wall panels. The rectangular pockets at the lower edges of the wall panels are for bolted connections of the type shown in Figure 15.27. Steel pipe braces are used to support the panels until all the connections have been made and the structure becomes self-stable. (*Courtesy of Blakeslee Prestress, Inc.*)

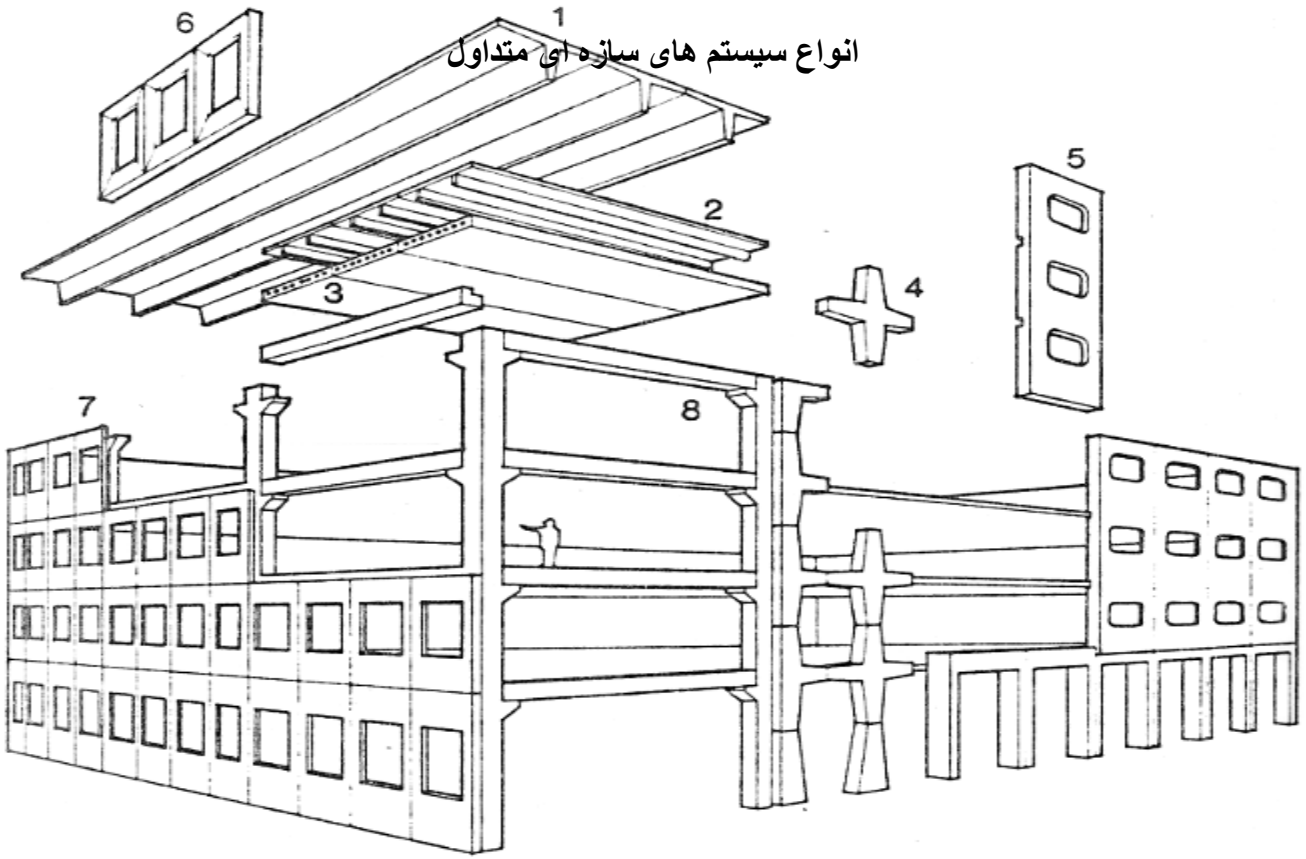
سیستم قابی به همراه دال های پیش ساخته

DEMAG
Thackray
CRANE RENTAL
1-800-34 CRANE
ABA
Safety and Quality Priorities!

Roof/floor span systems:
1. structural concrete "T" sections
2. structural double "T" sections
3. hollow core concrete slab

Wall systems:
4. load-bearing frame components (cross)
5. multi-story load-bearing panels

انواع سیستم های سازه ای متداول



Curtain wall system:
6. precast concrete panels
7. metal, glass, or stone panels

Structural system:
8. precast column and beams

بتن پیش تنیده

تاریخچه:

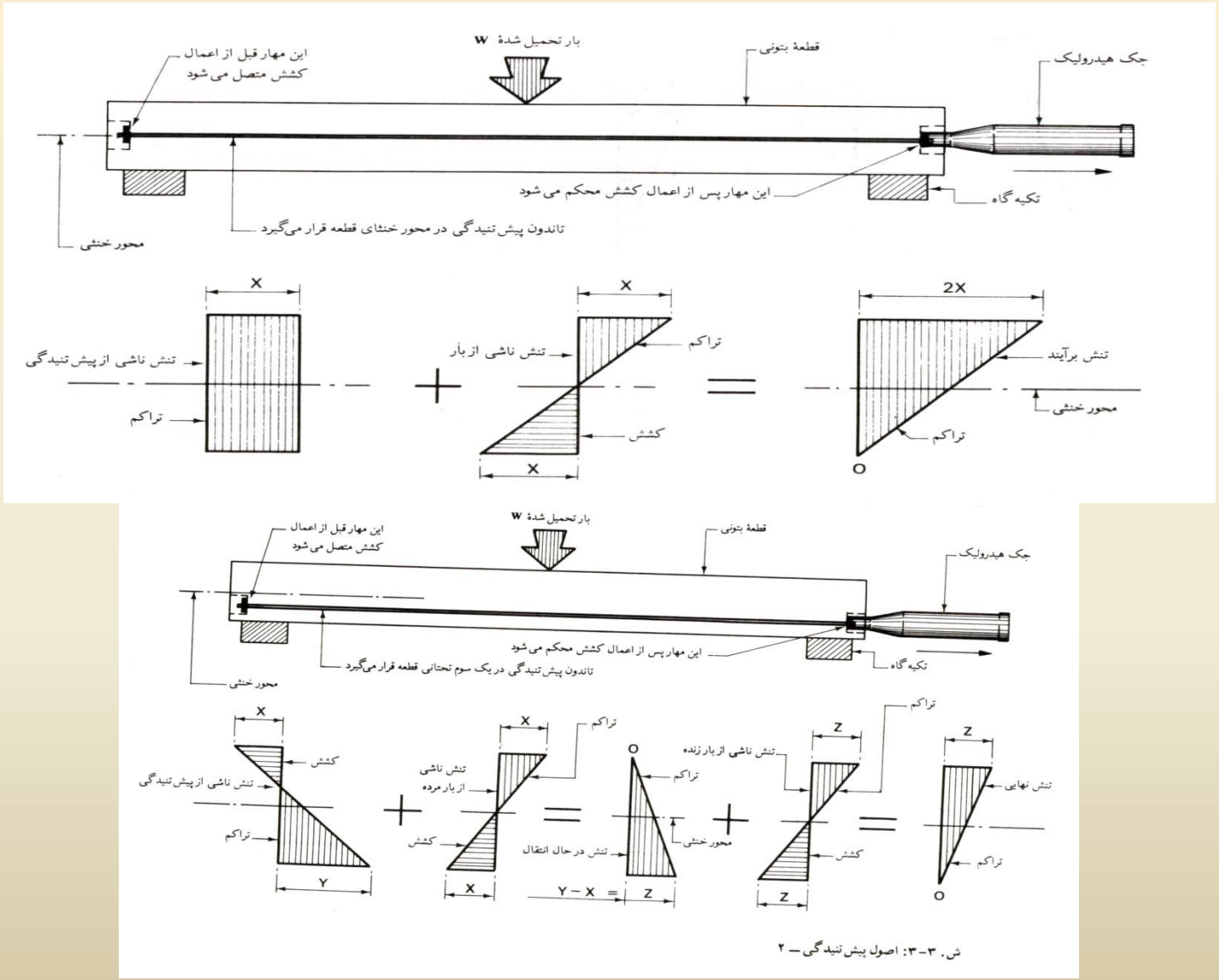
در سال 1886 براي اولين بار بتن پيش‌تنيده در ايالات متحده امريكا توسط جكسون به ثبت رسيد. دو سال بعد در آلمان اولين دال بتني پيش‌تنيده توسط دوهرينگ ساخته شد. هرچند تلاش‌هاي فراواني در اين سال‌ها براي استفاده از پيش‌تنيدگي در سازه‌هاي واقعي به عمل آمد ولي هيچ‌يك از روش‌هاي اوليه موفقيت‌آميز نبودند زيرا به علت نامناسب بودن نوع فولاد و بتن، مقدار زيادي از تنش پيش‌تنيدگي و گاهي همه آن، به مرور زمان در اثر خزش و انقباض بتن از بين مي‌رفت. تا سال 1928 كه Freyssinet توانست با استفاده از فولادهاي پر مقاومت درصد از دست رفتن تنش ناشي از خزش و انقباض بتن به تنش اوليه پيش‌تنيدگي را كاهش دهد و در نتيجه بتن پيش‌تنيده از نظر اقتصادي مقرون به صرفه شد .

معمولا بكار گيري قطعات بتن آرمه در دهانه هاي بزرگ ما را با مشكل مواجه مي سازد. به عنوان مثال اگر ما بخواهيم پلي به دهانه 80 متر بسازيم تير بتن آرمه ارتفاعي در حدود 5 الي 6 متر خواهد داشت و عرض تير نيز ۱ الي ۱/۵ متر خواهد بود. چنين تيري در هر متر طول در حدود ۲۲/۵ تن وزن خواهد داشت كه تحمل اين وزن مشكل است و از لحاظ اقتصادي به صرفه نيست و وزن پل چندين برابر باري است كه مي خواهد از روي آن عبور نمايد. پس بايستي چاره اي انديشيد كه وزن را كاهش داد. بايستي در نظر داشت كه حدود ۲/۵ متر از تير ياد شده در فشار كار مي كند و مابقي آن در كشش افتاده و فولاد تحت كشش است. با دانستن اين مطلب اين فكر به ذهن مي رسد كه آيا مي توان كاري كرد كه بتن به كشش نيفتد و تمامي مقطع در فشار كار كند و تنها راه اين مساله آن است كه قبل از اينكه بتن به كشش بيفتد آن را تحت فشار كافي قرار داد تا اينكه زماني كه مقطع بتن به كشش بيفتد با فشار ايجاد شده قبلي خنثي گردد. اين ايده عملي شد و منجر به ساخته شدن قطعات پيش تنيده گرديد . پيش تنيده كردن قطعات تقريبا در تمامي قطعات ساختماني كاربرد دارد مانند تيرها , ستونها , ديوارها , دالها , شمعها و مخازن بتنی. حال سوال اين است كه اين فشار قبلي را چگونه در مقطع بتن بوجود آورد كه بعد از بررسي تئوري پيش تنيدگي بررسي خواهيم نمود .

بتن پیش تنیده، یکی از جدیدترین فرم های ساختمان است که وارد مهندسی سازه شده است. در قرن پیش چندین حق امتیاز انحصاری برای چند الگوی پیش تنیدگی متفاوت داده شده بود، ولی به علت استفاده از فولاد با مقاومت پایین، اثرات طولانی مدت خزش و انقباض باعث کاهش نیروی پیش تنیدگی می شد و مزیت کاربرد بتن پیش تنیده را شدیدا کاهش می داد.

بنیان گذار بتن پیش تنیده عملی شخصی فرانسوی بوده بنام یوجین فریسینه، وی در سال۱۹۲۸ شروع به استفاده از سیم های فولادی با مقاومت بالا برای پیش تنیدگی بتن کرد. در سال۱۹۳۶ اظهار داشت که موفق به ساخت یک ماده ساختمانی کاملا نوین شده است. این ماده ساختمانی تحت عنوان بتن پیش تنیده نوعی از بتن آرمه است که در آن آرماتور فولادی با تکیه بر بتن، کشیده شده است. حاصل این کشش، یک سیستم تنش داخلی خود متعادل است که باعث بهبود عملکرد بتن در مقابل بار های وارد می شود. بعد از این حرکت فریسینه، کاربرد بتن پیش تنیده در اروپا و آمریکای شمالی فزونی گرفت. در زمانیکه اولین کنفرانس پیش تنیده در آمریکا در سال۱۹۵۱ آغاز شد، تقریبا۱۷۵ پل بتن پیش تنیده و۵۰ قاب ساختمانی بتن پیش تنیده در اروپا و قریب ۷۰۰ مخزن آب پیش تنیده در آمریکای شمالی ساخته شده بود

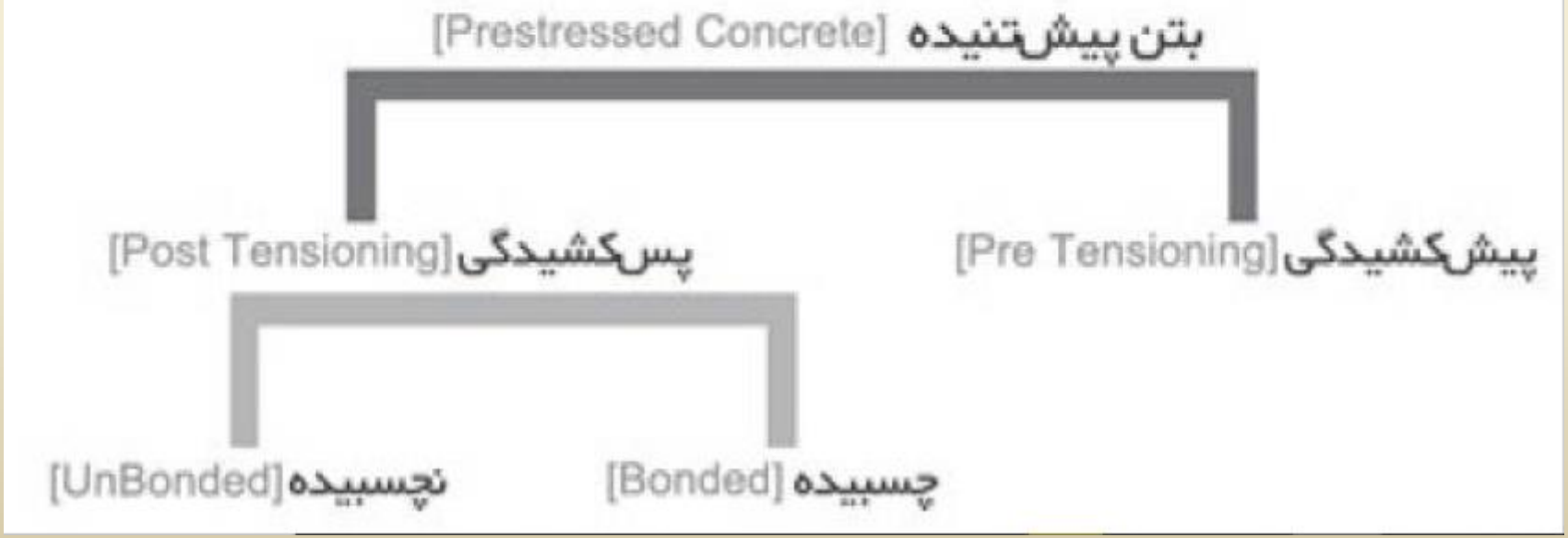
یوجین فریسینه



ش. ۳-۳: اصول پیش تنیدگی — ۲

روش های پیش تنیدگی

اعمال نیروهای پیش تنیدگی به دو روش پیش کشیده یا پس کشیده صورت می گیرد. بدین معنی که عملیات کشش کابل ها می تواند پیش از بتن ریزی یا پس از بتن ریزی انجام شود.



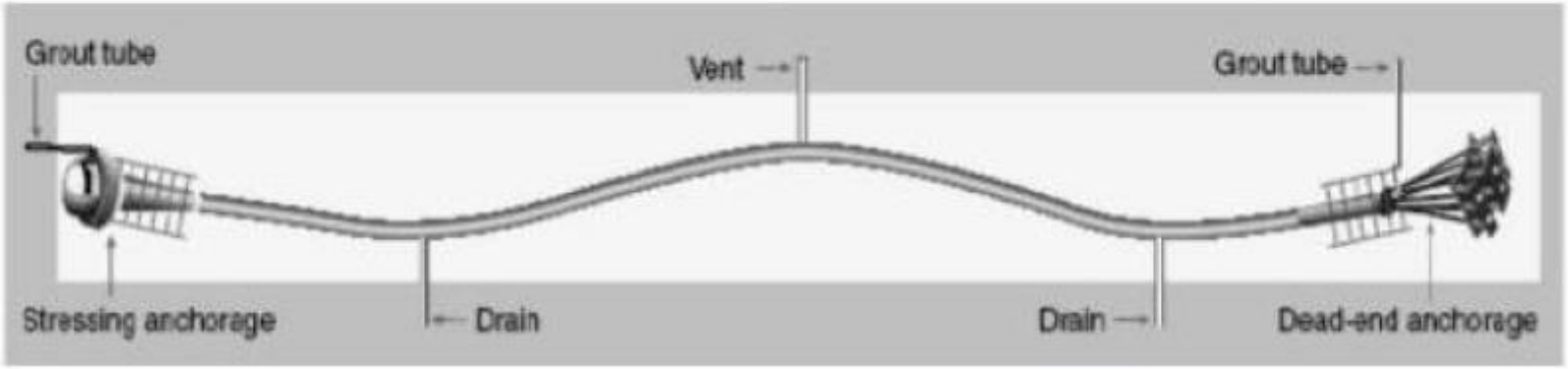
سیستم چسبیده (Bonded)

در این روش چند کابل داخل یک غلاف فلزی قرار می گیرند و معمولاً همگی به یک مهار انتهایی ختم می شوند. مجموعه این غلاف ها در محل های مناسب روی قالب نصب شده و پس از بتن ریزی و کسب مقاومت فشاری مورد نیاز، کشیده می شوند. برای ایجاد پیوند بین کابل و بتن، مواد پرکننده (گروت) داخل غلاف ها تزریق شده و به این ترتیب چسبندگی بین کابل و غلاف تامین می گردد.

آج های روی جداره غلاف نیز طوری طراحی شده اند تا درگیری مناسبی با بتن ایجاد کنند. بدین ترتیب بین کابل و بتن پیوند (Bond) قابل قبولی ایجاد می گردد.

روش چسبیده بیشتر در مواردی استفاده می شود که نیاز به نیروی زیادی برای پیش تنیده کردن اعضا وجود داشته باشد. موارد زیر از کاربردهای این سیستم است:

- پل های پیش تنیده
- تیرهای پیش تنیده برای دهانه های بزرگ
- صفحات انتقال بار (Transfer Plate)
- فونداسیون های پیش تنیده

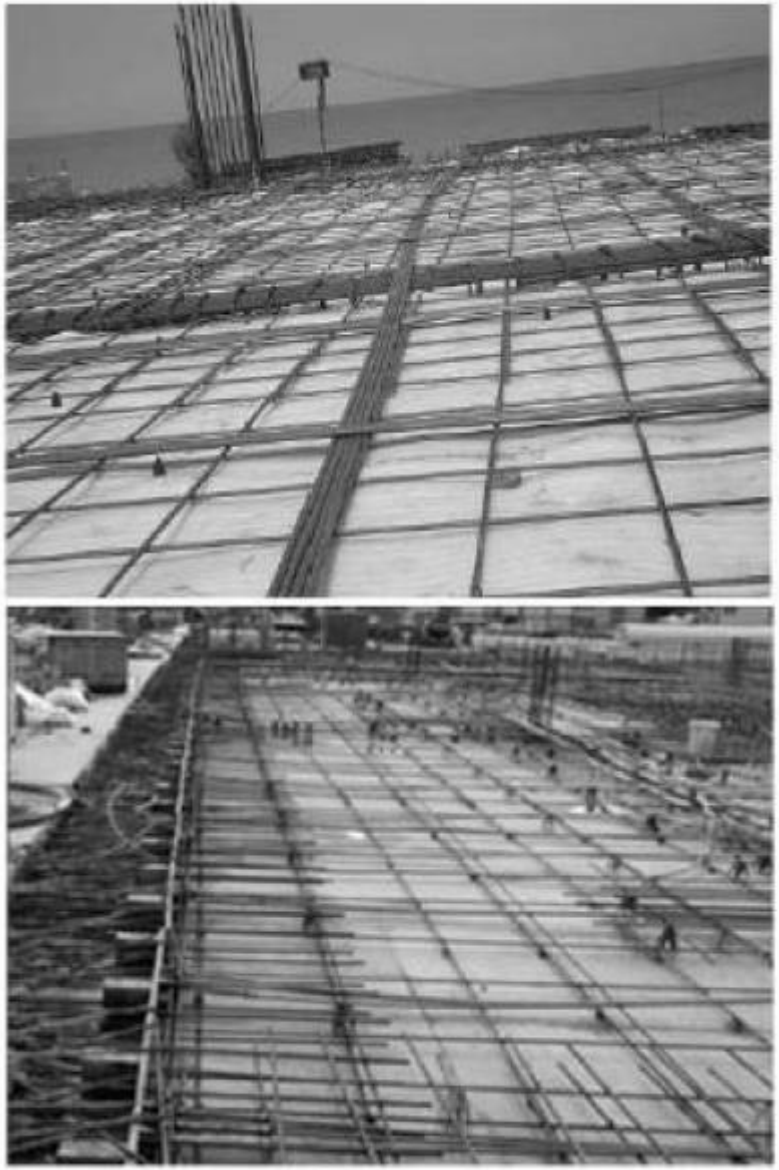


سیستم نچسبیده (UnBonded)

در این روش نیروی فشاری از طریق مهارهای انتهایی به بتن منتقل شده و کابل در طول خود پیوندی با بتن ندارد. برخلاف روش چسبیده، در این سیستم هر کابل داخل یک غلاف پلاستیکی قرار دارد و به طور مستقیم توسط یک مهار نگه داشته می شود. از آنجایی که نیازی به تأمین چسبندگی بین کابل و بتن وجود ندارد، عملیات تزریق گروت در این سیستم حذف می شود. روش نچسبیده بیشتر در مواردی استفاده می شود که اجزای بتنی دارای ضخامت کمی هستند و کارگذاری مهارهای انتهایی بزرگتر که برای مهار چند رشته کابل استفاده می شوند، امکان پذیر نباشد. موارد زیر از کاربردهای این سیستم است:

-دال های ساختمانی

-دال های روی زمین (Slab on Ground)



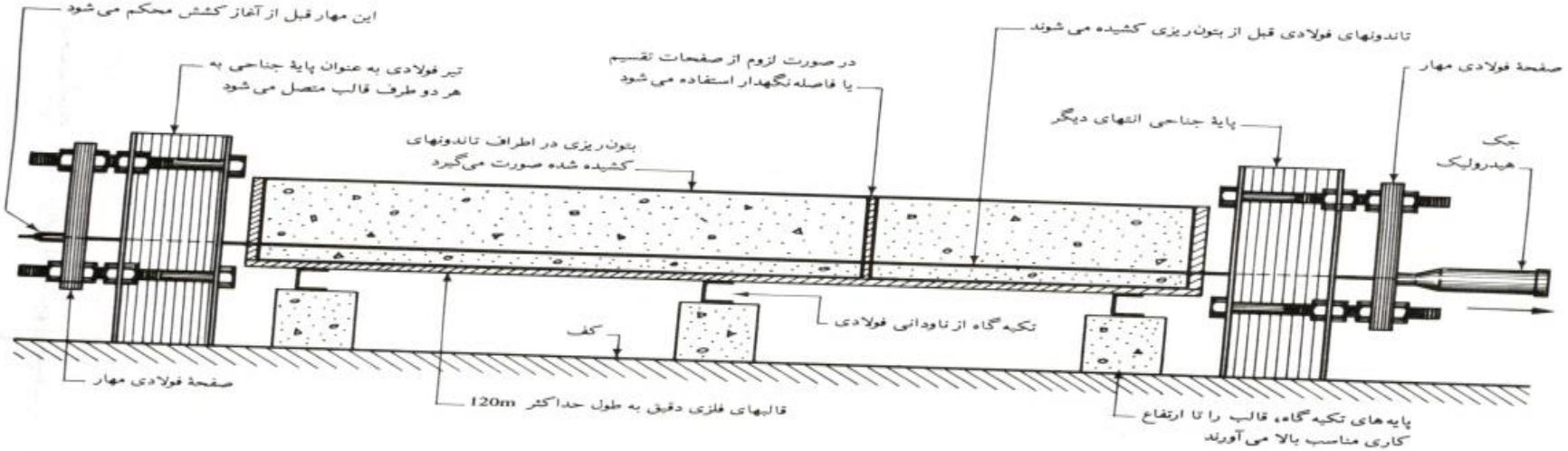
شکل ۵- اجرای دال پس کشیده در سیستم غیر چسبنده

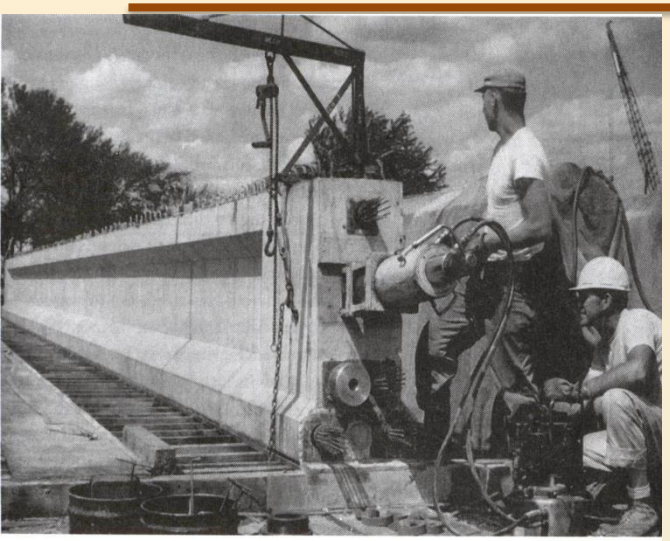
روشهاي پيش تنيده كردن قطعات:

1.تكنيك پيش كشيدگي Pre-tensioning

2.تكنيك پس كشيدگي Post- tensioning

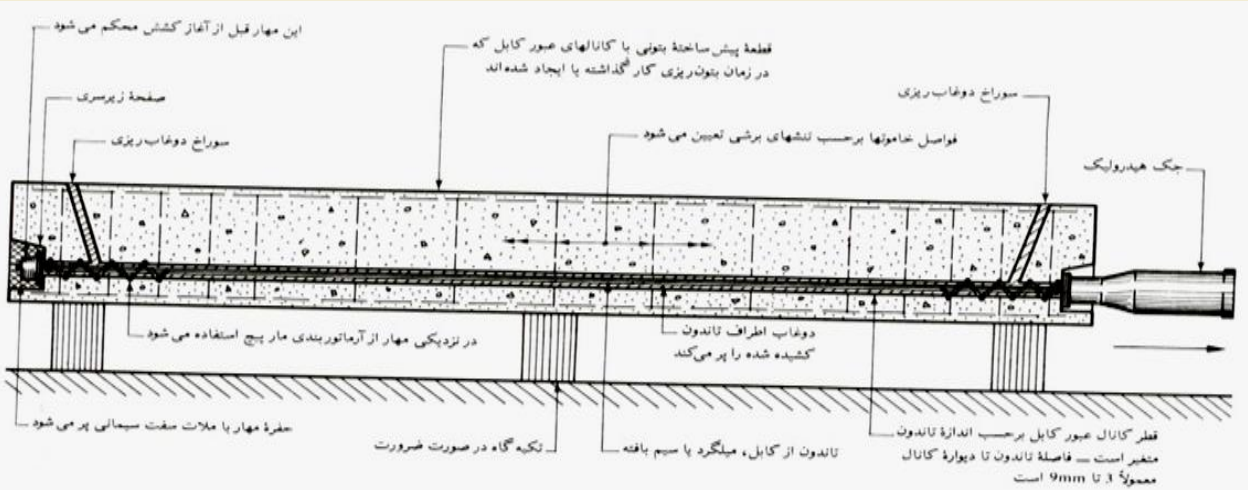
روش 1 : اين تكنيك به صورت زير عملي است : ابتدا كابل يا مفتول (به طور كلي tendon) را در داخل قالب قرار داده و سپس توسط جكهايي آن را تحت كشش قرار مي دهيم. ميزان كشش بوجود آمده از طريق تغيير طولي است كه در كابل بوجود مي آيد. به عنوان مثال براي تير يك پل به دهانه 25 متر ممكن است كشيدگي كابل 10 سانتي متر تعيين شده باشد پس از ايجاد اين كشش عمليات بتن ريزي انجام مي گيرد و پس از اينكه بتن به مقاومت خود رسيد جكهاي طرفين را باز مي نماييم. كابل مي خواهد به وضعيت اوليه خود قبل از كشش باز گردد ولي با مانع بتن مواجه مي شود. نتيجتا بتن تحت فشار اوليه قرار مي گيرد يعني آن پيش فشردگي مورد نظر در بتن تامين مي گردد. براي انجام اين تكنيك به كارخانه نياز داريم چرا كه كشيدن كابل نياز به تشكيلات ثابت و تجهيزات مكانيكي دارد و انجام آن در كارگاه عملي نيست بنابرين چون قطعات كارخانه أي هستند و مشكل حمل و نقل به كارگاه وجود دارد ساخت قطعات بزرگ در اين روش مقرون به صرفه نمي باشد. پس كاربرد اين تكنيك محدود بوده و فقط قطعات كوچك را با اين روش پيش تنيده مي نماييم .





روش 2 :

در اين روش قبل از انجام بتن ريزي غلاف ها يا لوله هايي را كه در داخل قالب تعبيه مي نماييم كه مشخص كننده مسير كابلهاي پيش تنيدگي مي باشد. سپس عمليات بتن ريزي انجام مي گردد در محل كارگاه كابلها را از داخل لوله ها عبور مي دهيم و انتهاي كابل را بنحوي مهار مي نماييم. سر ديگر كابل را به كمك جكهايي مي كشيم و بعد به كمك قطعات مخروطي شكلي مهار مي نماييم. بدين معني كه كابلها را از داخل يك قالب مخروطي شكل عبور داده و بعدا به مجرد اينكه كابل تحت كشش را رها مي كنيم. مخروط حركت نموده و دهانه سوراخ را مي بندد و مانع حركت كابل مي گردد و در نتيجه كشش موجود در كابل به صورت فشار به قطعه بتن آرمه منتقل مي گردد. قطعات مهار كردن كابلها در انحصار شركتهايي است كه اين تكنيك را اختراع نمودند و امروزه تعداد آنها در سطح جهان از انگشتان دست تجاوز نمي نمايد و اگر بخواهيم از اين تكنيك استفاده نماييم ناگزيريم اين قطعات را از اين شركتها خريداري كنيم و در واقع بطور غير مستقيم حق استفاده از اين اختراع را بپردازيم .



ش. ۵ـ۳.: نمونهٔ روش کارپس ــ کشش

پس کشیده	پیش کشیده
قطعات در پای کار ساخته میشوند	قطعات در کارخانه ساخته میشوند (یا در پای کار)
هزینه سرمایه گذاری بالا جهت پیش تنیدگی	هزینه سرمایه گذاری پایین جهت پیش تنیدگی
تنظیم کابل ها بر روی هر مسیر منحنی دلخواه بدون نیاز به وسایل مخصوص	کابل ها در مسیر مستقیم هستند و نگه داشتن آن در مسیر منحنی نیاز به تجهیزات مخصوص دارد
مقداری نیروی پیش تنیدگی در اثر اصطکاک کابل با غلاف هدر میرود	کل نیرو صرف پیش تنیدگی میشود
سیستم های مختلف جک و گیره ثبت شده است و ساخت آنها نیاز به تجهیزات پیچیده دارد	روش های ساده تری وجود دارد

مزایای سیستم های پیش تنیده

درمعماری

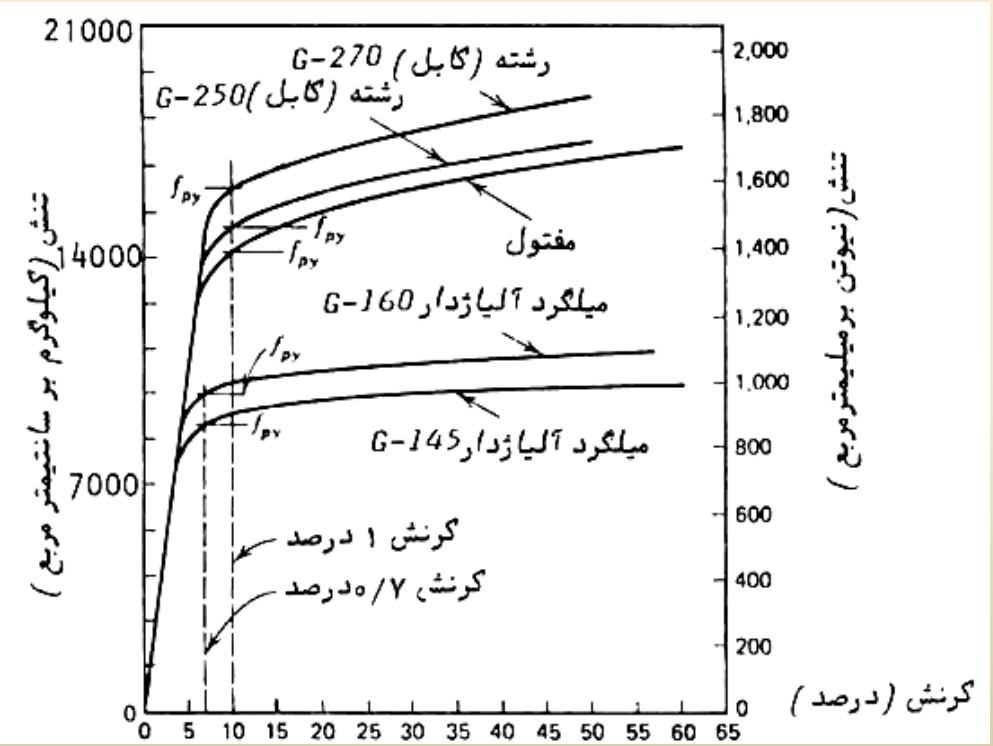
- ایجاد سهولت و انعطاف پذیری در طراحی پلان و نما
- امکان ایجاد دهانه های بلندتر و وجود ستون های کمتر در سازه
- کاهش ارتفاع طبقات و کل ساختمان
- امکان ایجاد کنسول های بلندتر
- افزایش فضای مفید بهره برداری
- ایجاد فضای مناسب برای تأمین پارکینگ های بیشتر
- حذف آویز تیرها و امکان استفاده از سقف کاملاً مسطح
- قابلیت استفاده در پلان های نامنظم و منحنی شکل
- امکان ایجاد بازشوهای بزرگتر در سقف
- قابلیت استفاده از ستونهای خارج از محور
- قابلیت بیشتر عبور لوله ها و ادوات تأسیساتی

در سازه

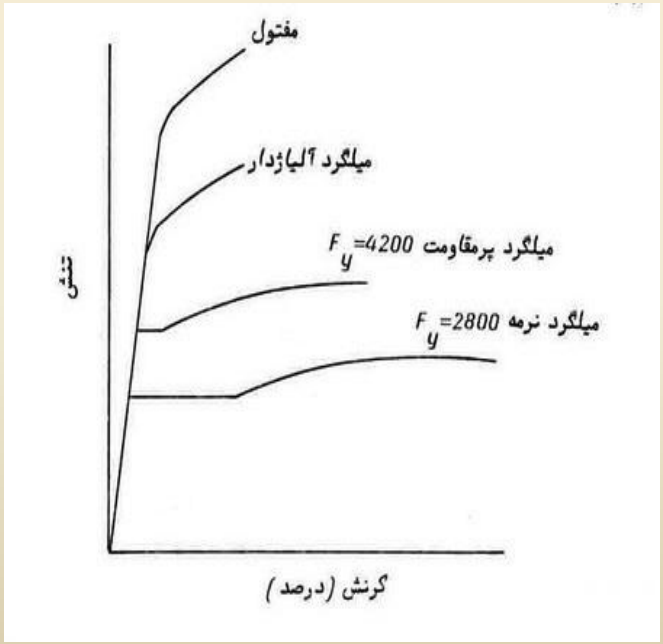
- افزایش دوام بتن
- کاهش ابعاد فونداسیون
- کنترل ترک خوردگی در سازه
- باربری بیشتر عضو پیش تنیده با هندسه مشابه نسبت به بتن مسلح معمولی
- کنترل خیز و تغییرشکل در سازه ها
- ایمنی بالاتر سقف یکپارچه بتنی در زلزله
- کاهش وزن مرده ساختمان و مصالح مصرفی
- کاهش ارتفاع تیرها و ضخامت دال های بتنی
- امکانساخت قطعات بتنی پیش ساخته سبک تر
- کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی(کاهش ارتفاع تیرها و ضخامت دال های بتنی)
- استفاده حداکثر و بهینه از ظرفیت مصالح بتنی و کابل ها

-2- فولادهاي پيش‌تنيدگي:

فولادهاي پيش‌تنيدگي به سه صورت مفتول، رشته يا كابل و ميلگردهاي آلياژدار توليد مي‌شوند. مشخصه مهم فولادهاي پيش‌تنيدگي در مقايسه با ميلگردهاي معمولي، نقطه گسيختگي بسيار بالاي آنها مي‌باشد. در شكل 3-4 نمودار تنش كرنش فولادهاي پيش‌تنيدگي با ميلگردهاي معمولي مورد مقايسه قرار گرفته است و در شگل 3- 5 نمودار تنش كرنش فولادهاي پيش‌تنيدگي متداول ارائه شده است. اصولاً نقطه جاري شدن مشخصي براي ميلگردهاي پيش‌تنيدگي وجود ندارد و در مفتول‌ها و كابل‌ها، تنش نظير كرنش1% و در ميلگردهاي آلياژدار، تنش نظير كرنش 7/0% به عنوان تنش جاري شدن (تنش تسليم) مورد استفاده قرار مي‌گيرد.



نمودار تنش و كرنش فولادهاي پيش‌تنيدگي



مقايسه نمودار تنش و كرنش ميل گرد هاي معمولي و فولاد هاي پيش‌تنيدگي

- مفتول:

مفتول در كارهاي پس كشيده و پيش كشيده مورد استفاده قرار مي‌گيرد. مفتول از نورد گرم فولاد بيلت (billet) به صورت ميلگرد و سپس كشيدن سرد ميلگرد كه با كاهش قطر آن همراه است، ساخته مي‌شود. كشيدن سرد ميلگرد باعث بالا بردن مشخصات مكانيكي فولاد مي‌شود. تنش‌هاي پس ماند مفتول، با حرارت دادن يكنواخت از بين مي‌رود. در امريكا مفتول‌ها طبق ASTM-A421 تحت عنوان Uncoated Stress-Relieved Wire for prestressed Concrete توليد و استاندارد مي‌شود. مفتول‌ها در نوع BA , WA در چهار قطر طبق جدول 3-2 طبقه‌بندي مي‌شوند. ضريب الاستيسته مفتول همانند فولاد معمولي، مساوي 2×10^6 (kg/cm²) در نظر گرفته مي‌شود.

قطر اسمی (mm)	حداقل تنش نهایی		حداقل کرنش جاری شدن در کرنش ٪۱	
	نوعBA	نوعWA	نوعBA	نوعWA
۸۸/۴	تولید نمی‌شود	۱۷۵۰۰	تولید نمی‌شود	۱۴۰۰۰
۹۸/۴	۱۶۸۰۰	۱۷۵۰۰	۱۳۴۴۰	۱۴۰۰۰
۳۵/۶	۱۶۸۰۰	۱۶۸۰۰	۱۳۴۴۰	۱۳۴۴۰
۰۱/۷	تولید نمی‌شود	۱۶۴۵۰	تولید نمی‌شود	۱۳۱۶۰

جدول3-2 مشخصات مفتول طبق استاندارد ASTM-A421

- رشته (مفتول بافته شده_ کابل) Strand:

رشته‌ها که فقط در کارهاي پس کشيده مورد استفاده قرار مي‌گيرند، از تابيده شدن تعدادي مفتول دور يك‌ديگر ساخته مي‌شوند و در زبان فارسي به آن مفتول بافته شده يا کابل نيز گفته مي‌شود. معمول‌ترين رشته، رشته 7 مفتوله است که قطر اسمي آن در حدود 3 برابر قطر مفتول تشکيل دهنده آن مي‌باشد. رشته مفتوله از تابيده شدن 6 مفتول حول مفتول مياني ساخته شده و طبق ASTM-A416 تحت عنوان Uncoated Seven Wire Stress-Relieved for presstressed Concrete استاندارد مي‌شود. با توجه به سر خوردن مفتول‌ها روي يك‌ديگر هنگام کشيده شدن، ضريب الاستيسيته رشته اندکي کمتر از فولاد معمولي و حدوداً مساوي

قطر اسمی in،mm	سطح مقطع اسمی	نیروی مقاوم نهایی(تن)	نیروی جاری کرنش ۱٪(تن)
Grade250( )			
۳۵/۶ (۲۵/۰)	۲۳۲۲/۰	۷/۴	۵/۳
۹۴/۷ (۳۱۳/۰)	۳۷۴۵/۰	۶/۶	۶/۵
۵۳/۹(۳۷۵/۰)	۵۱۶۱/۰	۱/۹	۷/۷
۱۱/۱۱ (۴۳۸/۰)	۶۹۶۸/۰	۳/۱۲	۴/۱۰
۷۰/۱۲(۵۰/۰)	۹۲۹۰/۰	۳/۱۶	۹/۱۳
۲۴/۱۵(۶۰/۰)	۳۹۳۵/۱	۵/۲۴	۸/۲۰
Grade270			
۵۳/۹(۳۷۵/۰)	۵۴۸۴/۰	۴/۱۰	۹/۸
۱۱/۱۱ (۴۳۸/۰)	۷۴۱۹/۰	۱/۱۴	۰/۱۲
۷۰/۱۲(۵۰/۰)	۹۸۷۱/۰	۸/۱۸	۹/۱۵
۲۴/۱۵(۶۰/۰)	۴۰۰۰/۱	۶۰/۲۶	۶/۲۲

جدول 3-3- مشخصات رشته 7 مفتولي طبق استاندارد ASTM-A416

- ميلگردهاي آلياژدار:

با اضافه كردن آلياژهاي مخصوص هنگام توليد فولاد و سپس اصلاح سرد ميلگرد توليد شده، ميلگردهايي با مقاومت بالا براي كارهاي پيش‌تنيده توليد مي‌شود. در امريكا ميلگردهاي آلياژدار طبق ASTM-A722 تحت عنوان Uncoated High- Stress Steel bar for presstressing Concrete استاندارد مي‌شوند. ضريب الاستيسيته آلياژدار با توجه به تأثير آلياژها روي خواص فولاد، مساوي

قطر اسمی (میلی‌متر)	سطح مقطع اسمی (میلی‌متر مربع)	نیروی نهایی(تن)	نیروی جاری شدن در کرنش ۰/۷٪ (تن)
۸۸/۱۵	۱۹۸	۲۰	۸/۱۷
۰۵/۱۹	۲۸۵	۵/۲۸	۸/۲۵
۲۳/۲۲	۳۸۸	۷/۳۸	۷/۳۴
۴۰/۲۵	۵۰۷	۷/۵۰	۴/۴۵
۵۸/۲۸	۶۴۲	۱/۶۴	۴/۵۷
۷۵/۳۱	۷۹۲	۲/۷۹	۲/۷۱
۹۳/۳۴	۹۵۸	۷/۹۵	۹/۸۵
۸۸/۱۵	۱۹۸	۸/۲۱	۱/۱۹
۰۵/۱۹	۲۸۵	۶/۳۱	۶/۲۷
۲۳/۲۲	۳۸۸	۷/۴۲	۴/۳۷
۴۰/۲۵	۵۰۷	۱/۵۶	۴۹
۵۸/۲۸	۶۴۲	۸/۷۰	۹/۶۱
۷۵/۳۱	۷۹۲	۲/۸۷	۵/۷۶
۹۳/۳۴	۹۵۸	۹/۱۰۵	۶/۹۲

جدول3-4 مشخصات ميلگ

- **وسایل پس‌کشیدگی:**

1- غلاف که باید قبل از بتن‌ریزی در مسیر مشخص شده در نقشه قرار گیرد

2- گیره‌های مخصوص مهار کابل در انتها

3- جک مخصوص کشیدن کابل‌های سازگار با گیره مورد استفاده

4- پمپ هیدرولیک برای ایجاد نیرو در جک

5- پمپ فشار قوی برای تزریق دوغاب سیمان به منظور پر کردن فضای داخلی غلاف

4-4 - سیستم های پس‌کشیدگی:

در کارهای پس‌کشیده، فولادهای پس‌کشیدگی به صورت یکی از سیستم‌های زیر انتخاب می‌شوند:

1- سیستم با مفتول‌های موازی

2- سیستم مرکب از چند کابل

3- سیستم تک کابلی

4- سیستم متشکل از میلگردهای آلیاژدار

4- 5 - مهار انتهایی فولادهای پس‌کشیدگی:

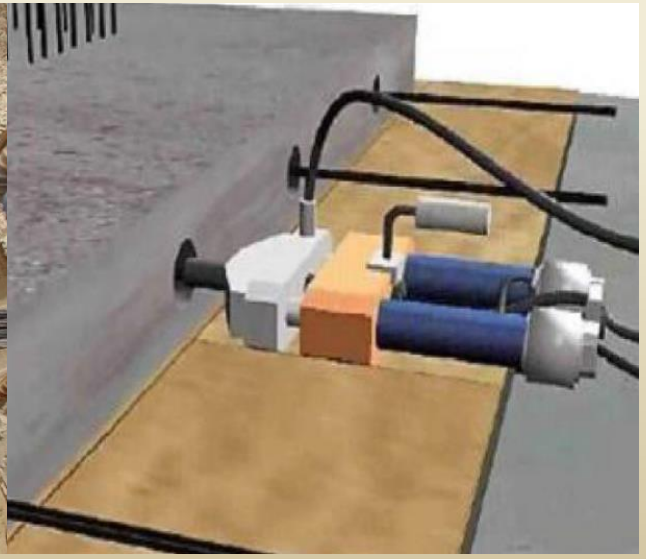
فولادهای پس‌کشیده در دو انتهای تیر باید به نحو مناسبی مهار گردند. مشخصات وسایل مهارکننده (گیره)، بستگی به مشخصات ارائه شده از طرف سازنده دارد. در شکل زیر چند نمونه معمول از گیره‌ها به دو دسته؛

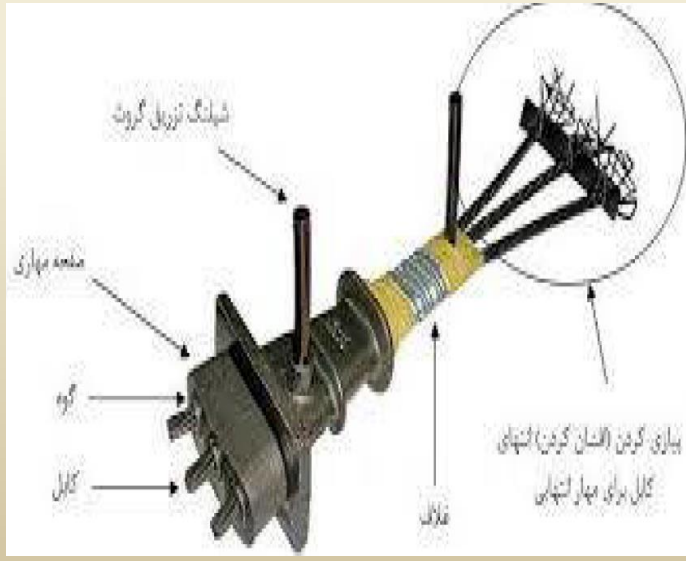
الف: گیره مهره ای

ب: گیره گوه‌ای

تقسیم می‌شوند. در شکل 4-3 چند نمونه از گیره‌های ارائه شده توسط سازندگان مختلف ارائه شده است .

محصولات بتنی پیش ساخته

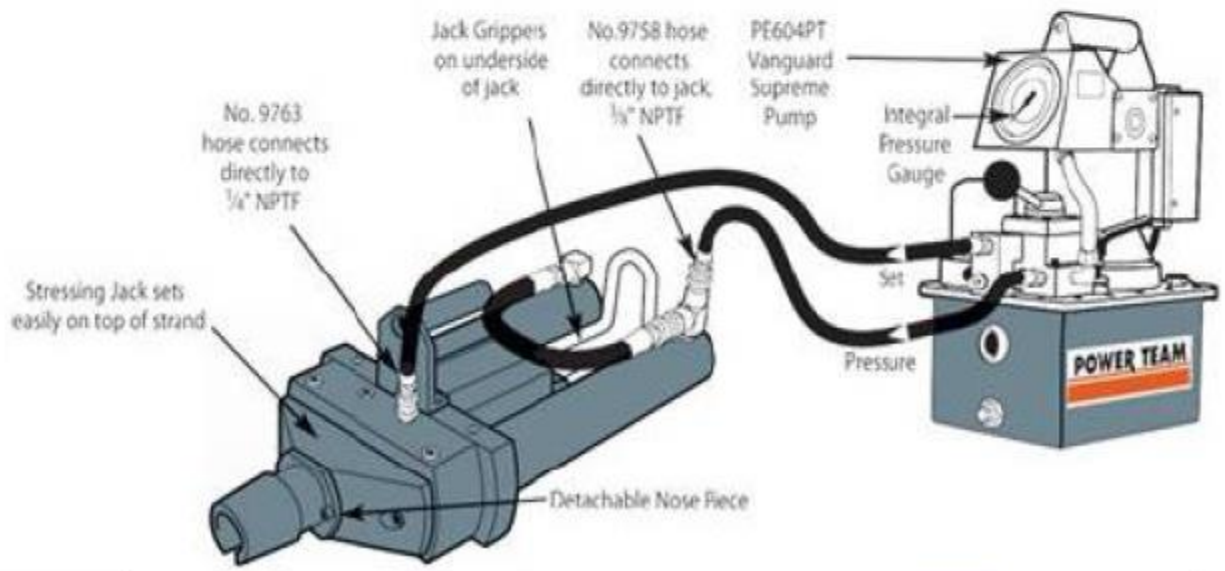




جک و پمپ

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.



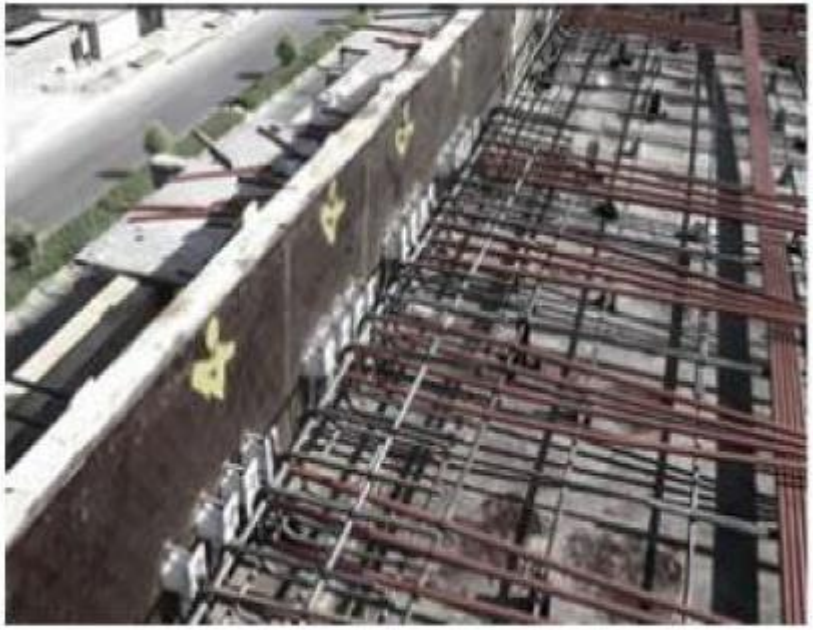
دستگاه تزریق گروت:

از دیگر وسایل و تجهیزات مورد استفاده در پیش تنیدگی دستگاه تزریق گروت برای نوع پس کشیده چسبنده است.

آرماتوربندی:

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.

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 می گیرند (Banded Tendons) و در جهت دیگر با فاصله های یکنواخت حدود ۱/۵۰ متری توزیع می گردند (Distributed Tendons).

نصب Chairها و تامین پروفیل کابل ها:

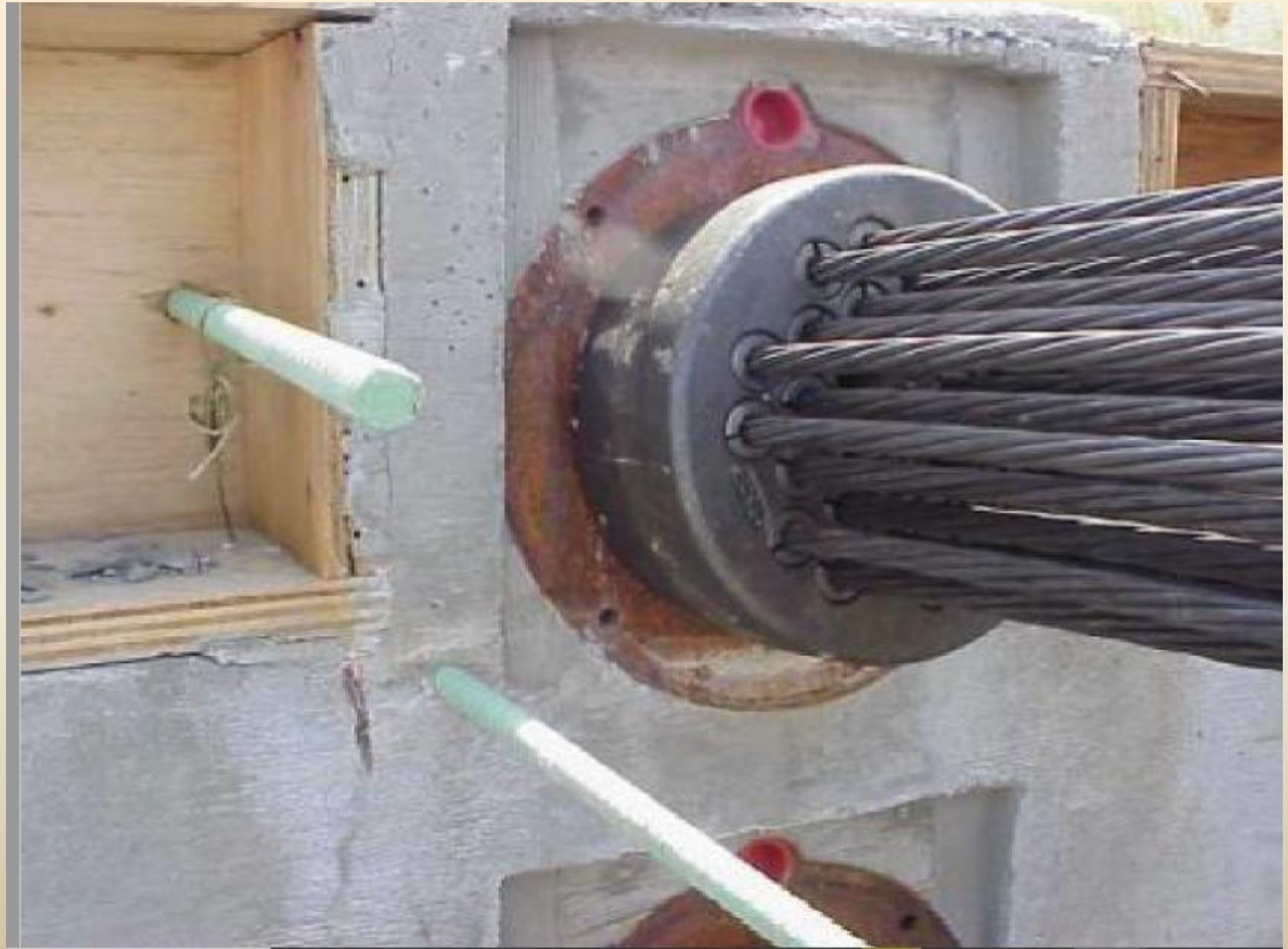
همانطور که در ابتدا اشاره شد, برای استفاده بهینه از پیش تنیدگی, موقعیت کابل نسبت به تار خنثی مقطع در طول مسیر تغییر می کند. معمولاً روی نقطه تکیه گاهی کابل ها به تار فوقانی, و در وسط دهانه به تار تحتانی نزدیک می شوند. به این انحنا در اصطلاح پروفیل(profile) می گویند. جهت تامین این پروفیل, chairهایی در 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.

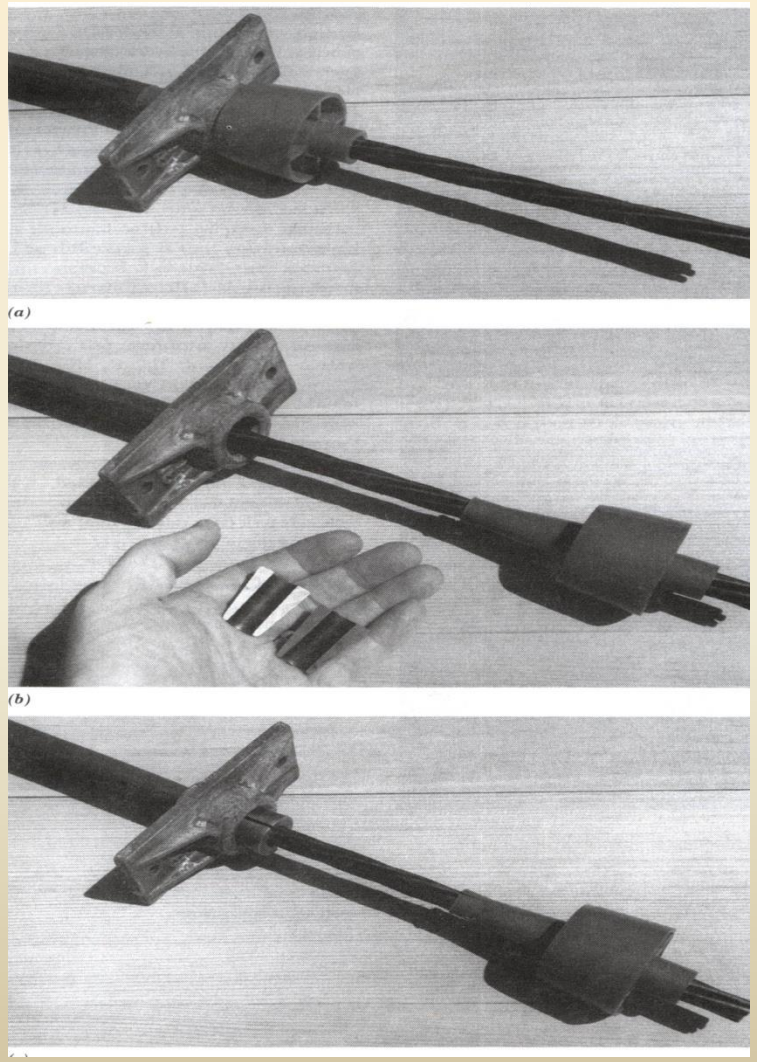
بتن ریزی:

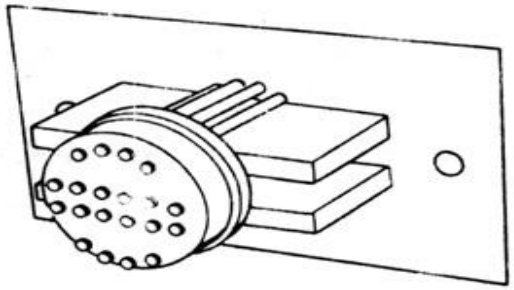
بعد از بستن آرماتورها و قرارگیری کابل ها روی سقف، بتن ریزی انجام می شود. در این مرحله باید در مورد ویبره زدن اطراف مهارهای انتهایی دقت لازم صورت گیرد.

عملیات کشش:

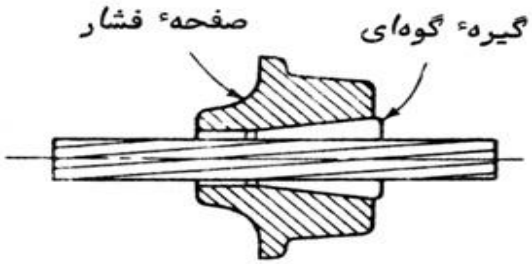
بعد از اینکه بتن به مقاومت فشاری مورد نیاز رسید، می توان عملیات کشش کابل ها را آغاز نمود. هر کابل از یک طرف یا هر طرف کشیده می شود. میزان افزایش طول هر کابل با توجه به طول و پروفیل آن محاسبه شده و پس از کشش نیز اندازه گیری می شود. بدین ترتیب صحت اجرای عملیات کنترل می گردد.



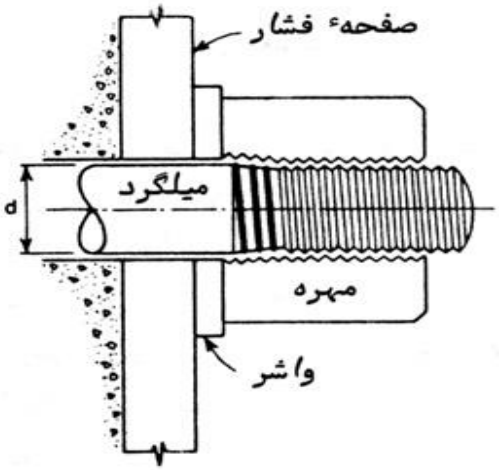

(a)
(b)



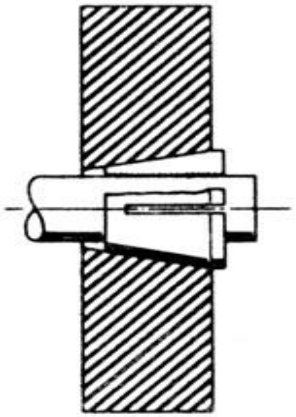
الف : گیرهٔ مهره‌ای برای مهار
سیستم با مفتول‌های موازی



ب : گیرهٔ گوه‌ای برای
مهار سیستم کابلی



پ : گیرهٔ مهره‌ای برای
مهار سیستم میلگرد آلیاژدار



ت : گیرهٔ گوه‌ای برای
مهار میلگرد آلیاژدار

با تشکر از توجه شما