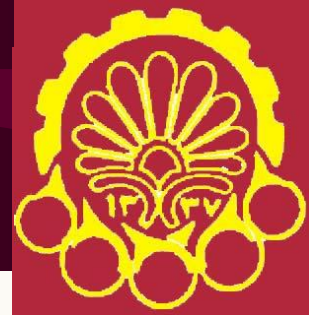


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی
امیرکبیر

دانشکده مهندسی
عمران و
محیط زیست

بتن پیش تنیده

دکتر علیرضا رهایی

عضو شورای مقررات ملی ساختمان و
کمیته تدوین آیین نامه بتن ایران

مزایای مصالح بتن آرمه

- دوام
- فراوانی اجزای تشکیل دهنده
- شکل پذیری
- مقاومت در برابر آتش سوزی
- عدم بروز ناپایداری الاستیک
- هزینه محدود تولید

معایب مصالح بتن آرمه

➤ مقاومت کششی

➤ زمان اجرا

تلاش محققان

➤ بهبود مقاومت کششی یا ایجاد فشار در مصالح
✓ عدم موفقیت به علت کاربرد مصالح معمولی

➤ جکسون (۱۸۸۶) و دورینگ (۱۸۸۱)

✓ پیش تنیدگی با مصالح معمولی

❖ افت ها ← عدم کارایی

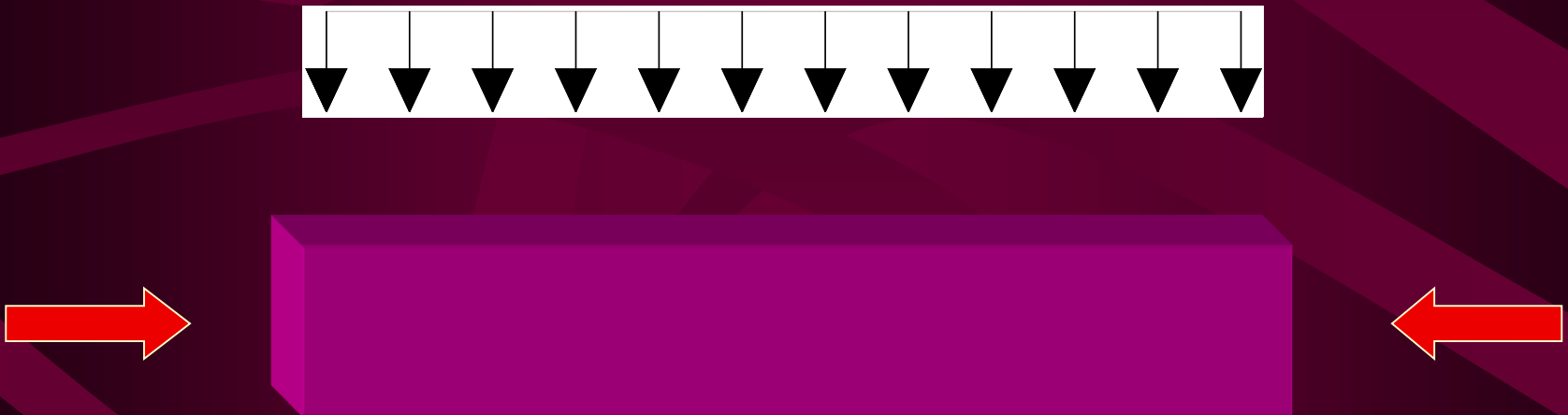
➤ سال ۱۹۲۸ ← ساخت بتن پیش تنیده با مصالح با کیفیت
و با مقاومت بالا

پیش تنیدگی

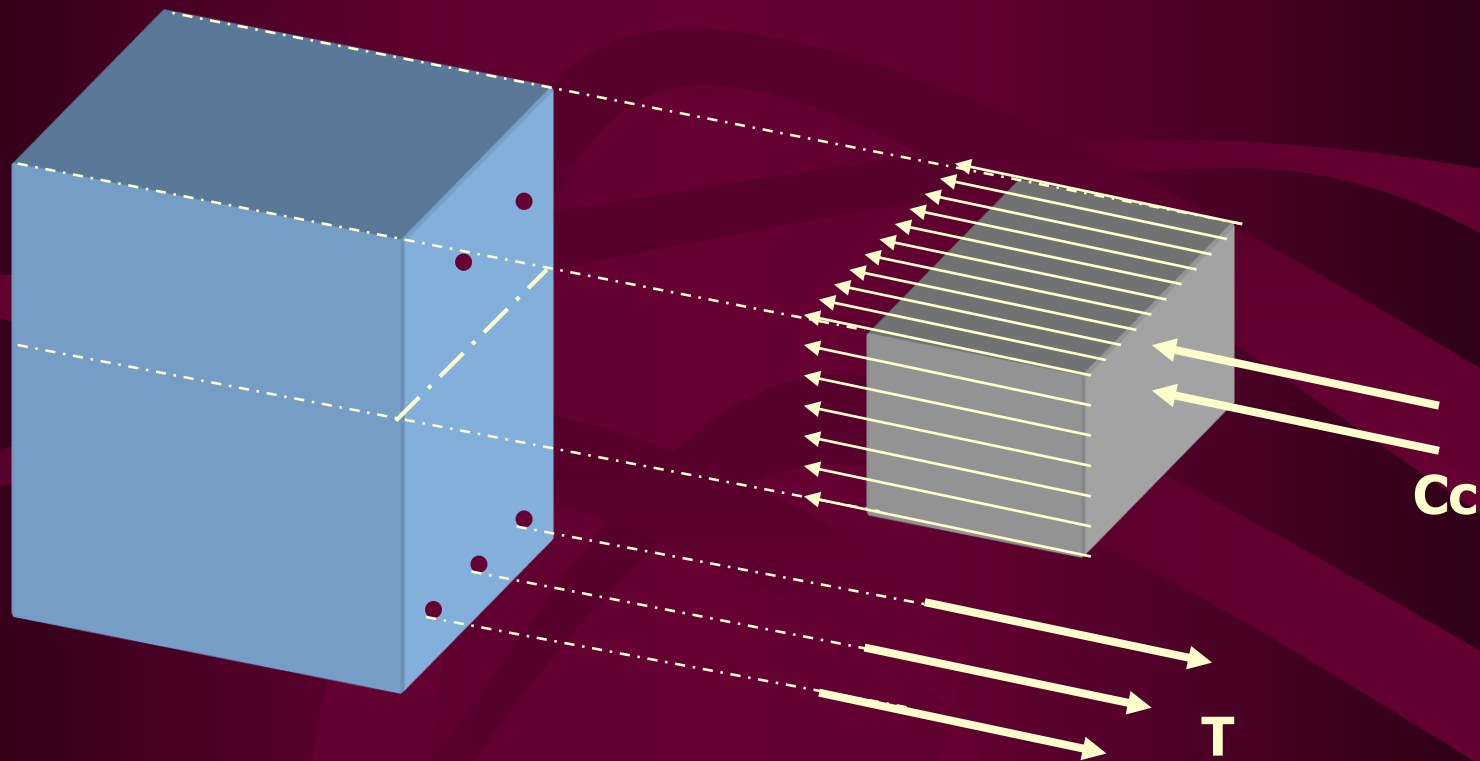
ایجاد یک فشار مصنوعی در مقاطع بتنی به طوری که تنشهای حاصله با تنش های حالت بهره برداری تنش های قابل قبولی برای مصالح بتنی بدهد .

پیش تنیدگی

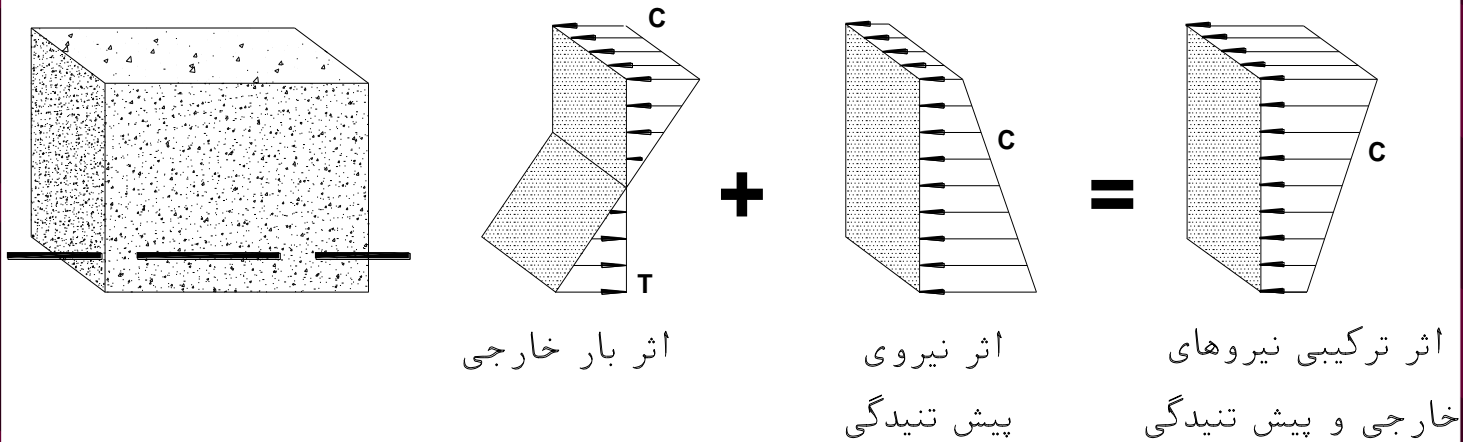
اعمال نیروهایی به سازه، علاوه بر بارهایی که سازه برای تحمل آنها طراحی می شود، به منظور افزایش ظرفیت باربری سازه



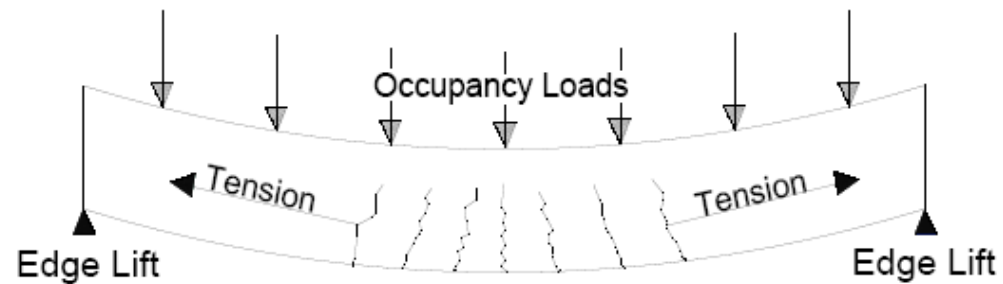
توزیع تنش در مقطع بتن مسلح



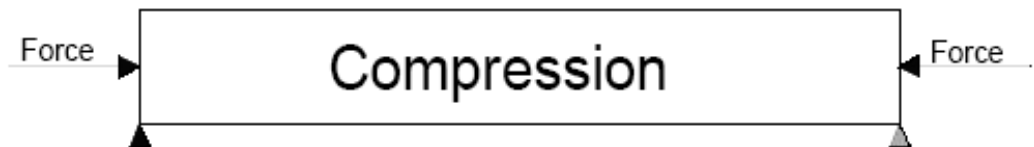
اثر ترکیبی نیروهای خارجی و پیش تنیدگی



How Prestressing Works The Basics



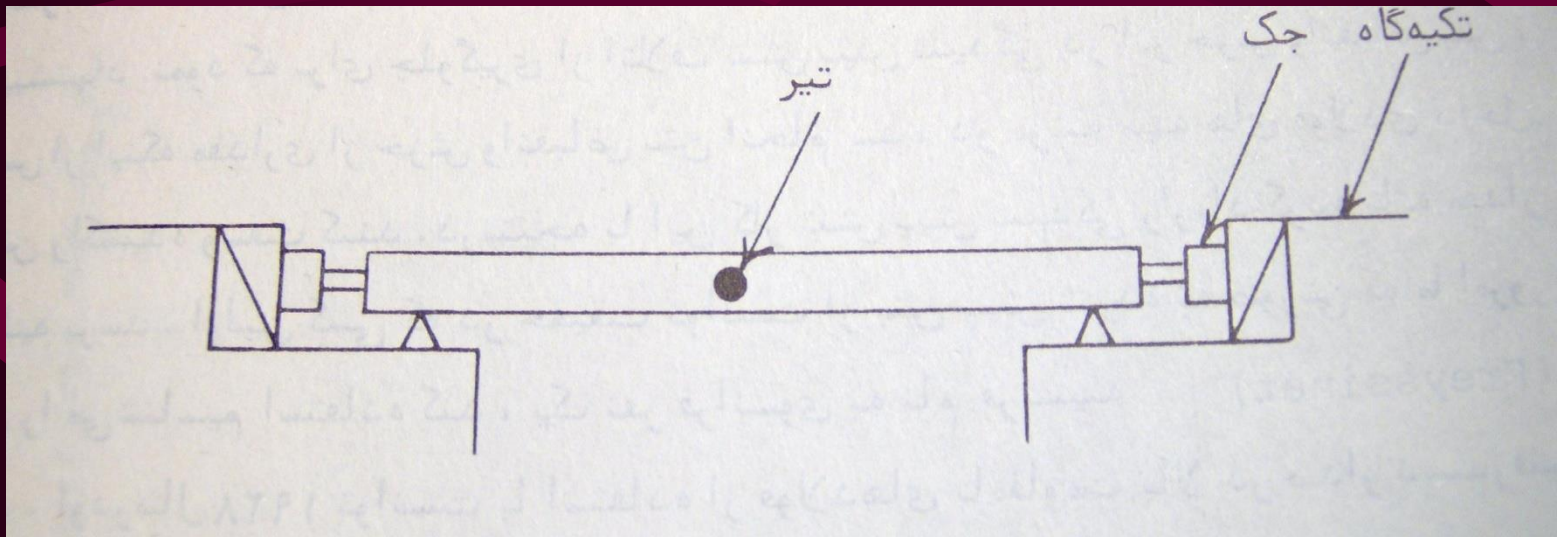
$$f_t = Mc / I \text{ or } M/S_b$$



$$f_t = M/S_b - (P/A)$$

روش های مکانیکی

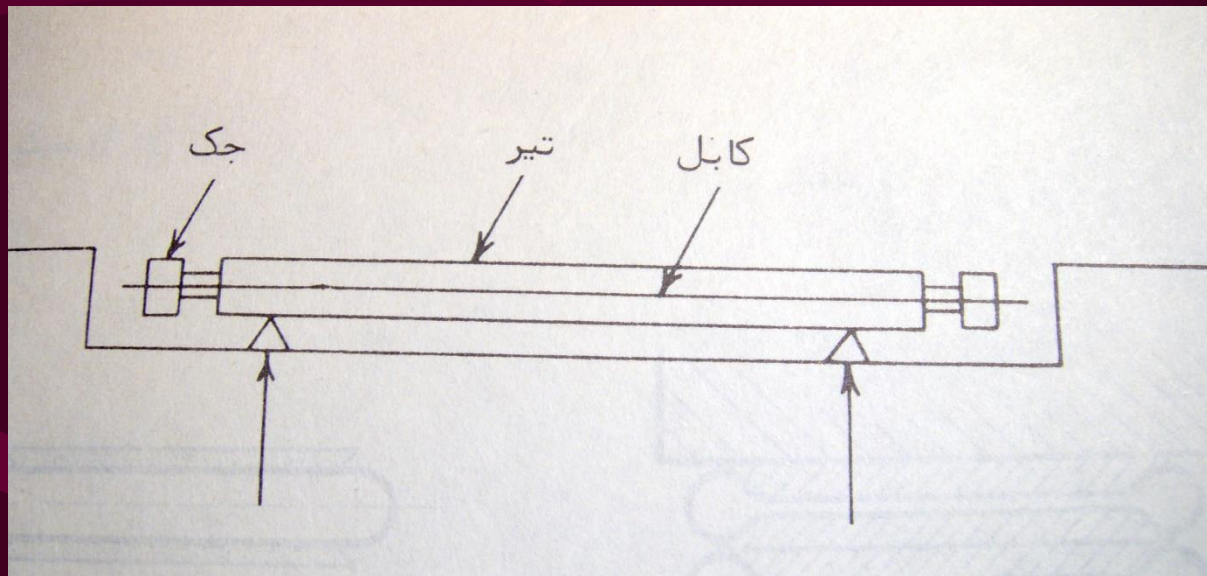
۱. ساده ترین روش فشرده ساختن یک تیر، به وسیله یک یا دو جک در مقابل دو تکیه گاه است این روش در بعضی از پروژه های بزرگ به کار میرود. در این روش پس از فشرده ساختن تیر به وسیله جک با قراردادن پلیت بین تیر و تکیه گاه جلوی برگشت تیر را به حالت اولیه گرفته سپس جک ها را آزاد میکنند.



روش های مکانیکی

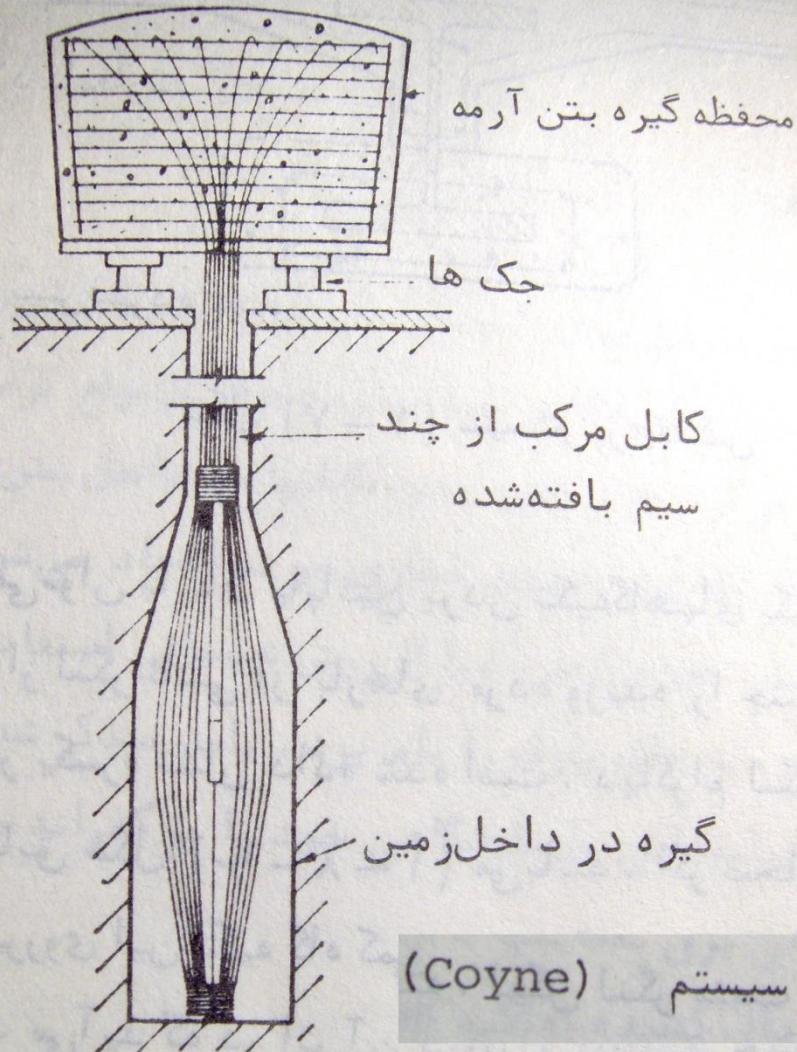
۳. روش دیگر این است که دو جک را با کابل هایی به هم متصل کنیم کابل ها میتوانند داخل یا خارج بتن قرار گیرند ولی معمولاً در داخل مجراهایی که از قبل در داخل بتن تعبیه شده قرار میگیرد. بعد از وارد کردن نیروی لازم کابل ها را توسط گیره هایی که داخل و یا خارج بتن کار گذارده میشود به تیر گیر میدهند و سپس جک ها را آزاد میکنند.

در این سیستم بر خلاف سیستم قبلی نیروی پیش تنیدگی با حرکت نسبی تکیه گاه تغییر نکرده و مستقل از آن میباشد.



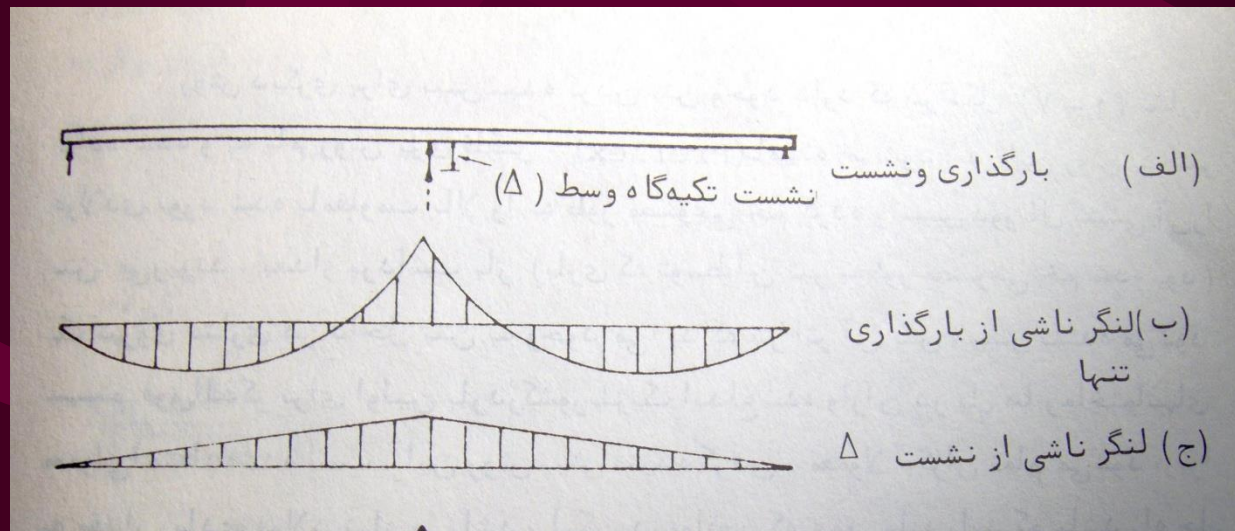
روش های مکانیکی

➤ روش (COYNE)

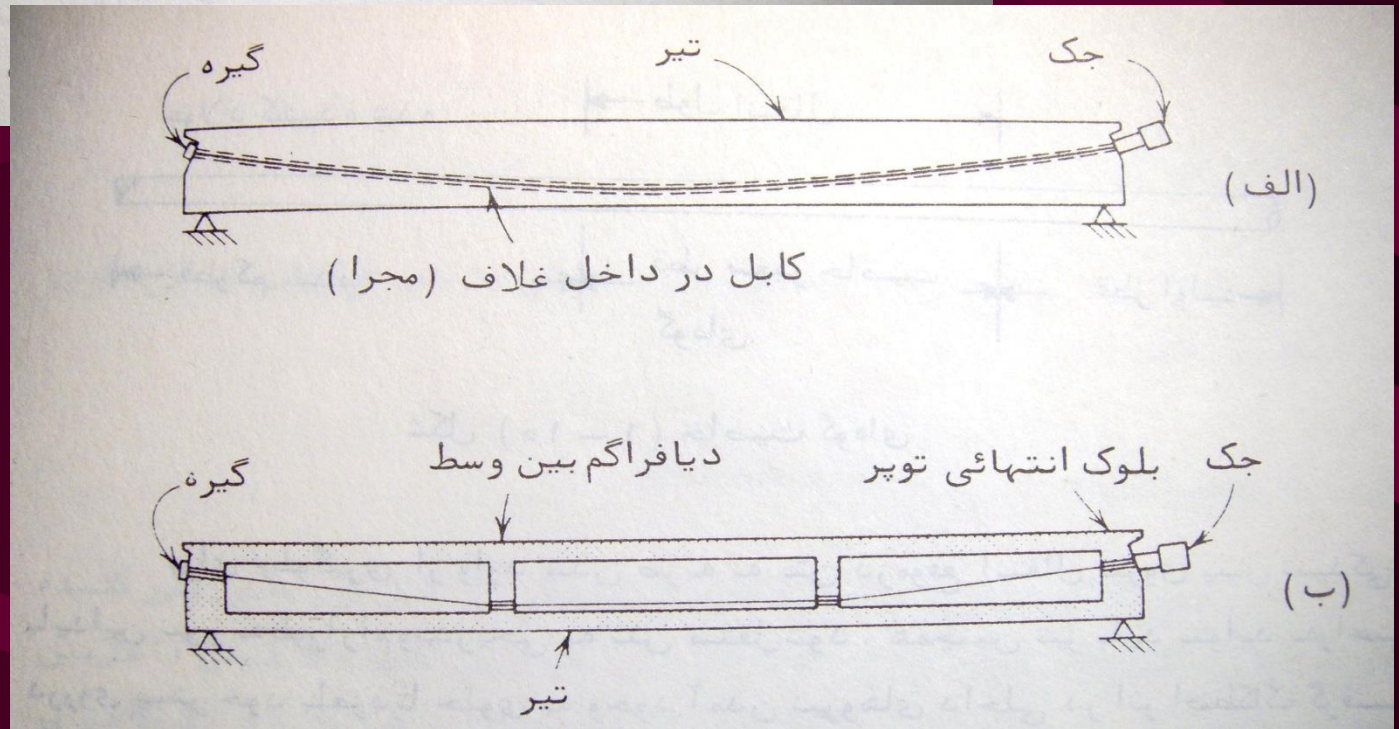
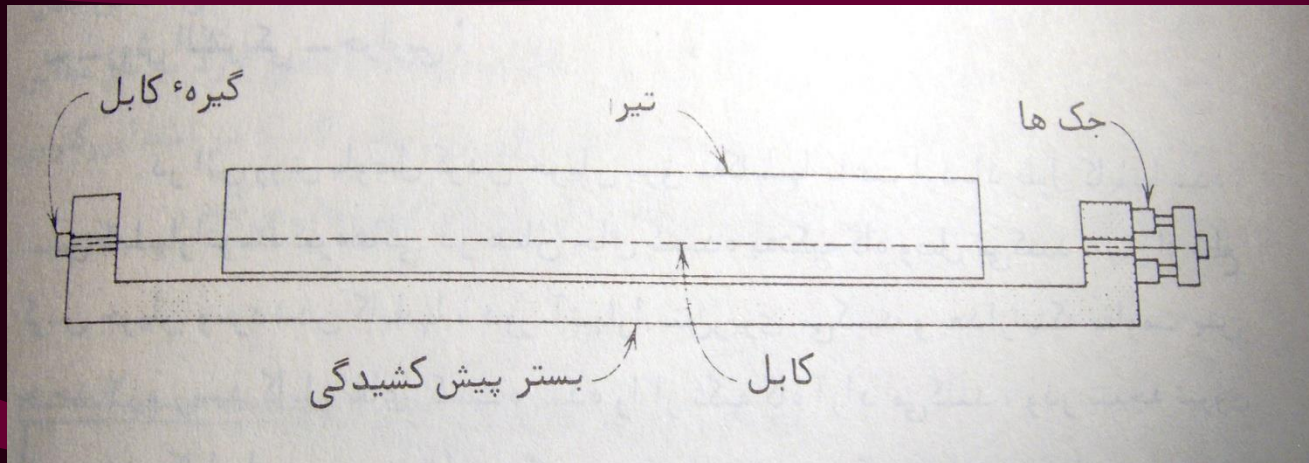


روش های مکانیکی

۷. گاهی اوقات نیز میتوان با بالا و پایین بردن تکیه گاه های یک تیر یکسره لنگرهایی ایجاد کرد که قسمتی از لنگر ناشی از بارهای مرده و زنده را خنثی کند.

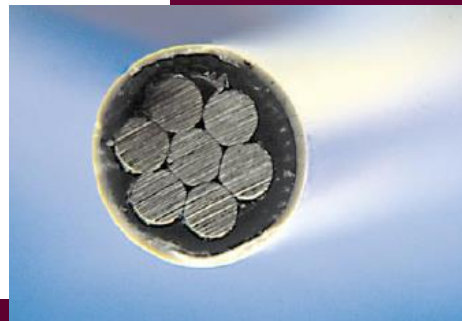
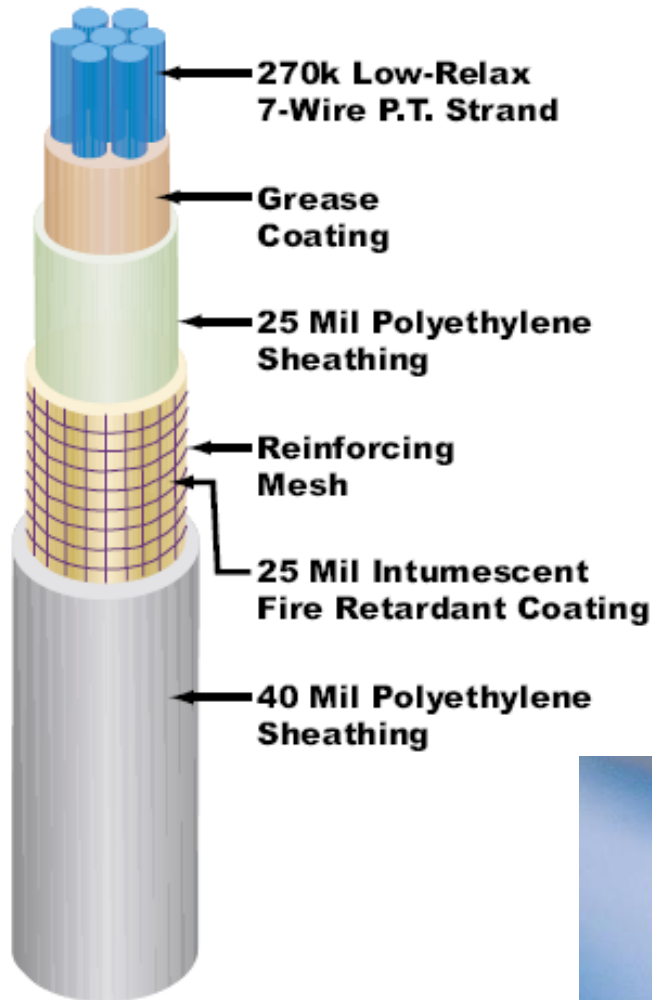


انواع بتن پیش تنیده



کابل آماده مخصوص پس کشیدگی

➤ بعضی از کارخانه ها کابل هایی تولید میکنند که در داخل لوله های پلاستیک پر از گریس قرار دارد این نوع کابل ها را میتوان مستقیما داخل بتن کار گذاشت و بعد از بتن ریزی کابل ها را کشید



انواع پیش تنیدگی

پیش تنیدگی شیمیایی

✓ استفاده از سیمان منبسط شونده

پیش تنیدگی الکتریکی

✓ انتقال جریان برق به آرماتورها ، انبساط آنها ، قطع برق و اعمال نیرو به بتن

پیش تنیدگی مکانیکی

✓ استفاده از کابل فولادی و گیره و جک ، کشش کابل ها با جک و مهار کردن کابل ها

روشهای پیش تنیدگی

Pre-Tensioned

پیش کشیدگی



Post-
Tensioned

پس کشیدگی



روش های متداول

➤ پیش تنیدگی مکانیکی :

✓ روش پیش کشیدگی ← کشیدن کابل ها قبل از بتن ریزی

✓ روش پس کشیدگی ← کشیدن کابل ها بعد از بتن ریزی

تفاوت بتن پس کشیده و پیش کشیده

پیش کشیده

قطعات در کارخانه ساخته میشوند (یا در پای کار)
هزینه سرمایه گذاری پایین جهت پیش تنیدگی

کابل ها در مسیر مستقیم هستند و نگه داشتن آن
در مسیر منحنی نیاز به تجهیزات مخصوص دارد

کل نیرو صرف پیش تنیدگی میشود

روش های ساده تری وجود دارد

پس کشیده

قطعات در پای کار ساخته میشوند
هزینه سرمایه گذاری بالا جهت پیش تنیدگی

تنظیم کابل ها بر روی هر مسیر منحنی دلخواه
بدون نیاز به وسایل مخصوص

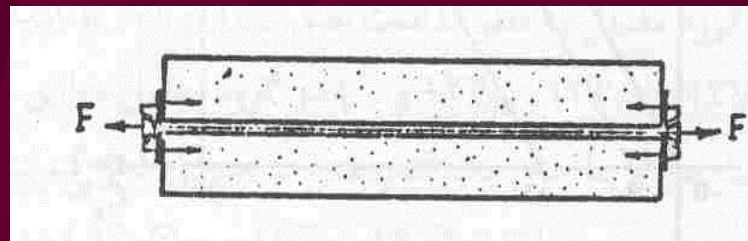
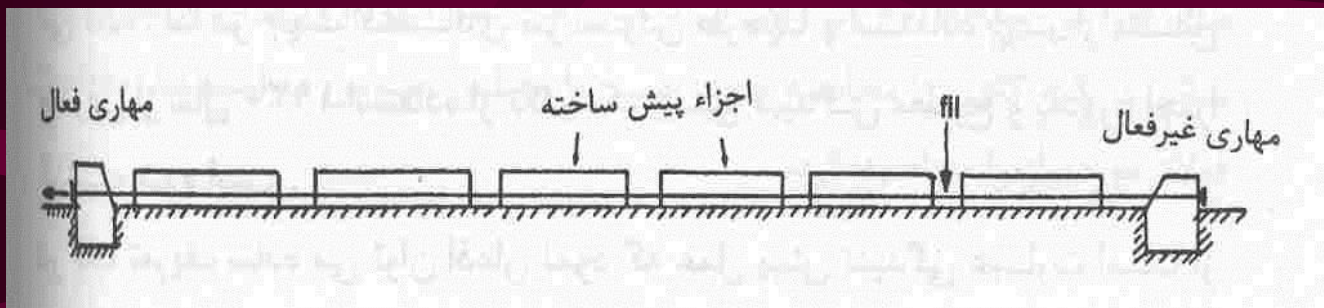
مقداری نیروی پیش تنیدگی در اثر اصطکاک
کابل با غلاف هدر میرود

سیستم های مختلف جک و گیره ثبت شده است
و ساخت آنها نیاز به تجهیزات پیچیده دارد

روشهای اجرایی

پیش کشیدگی

پس کشیدگی





2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21



2007/08/21

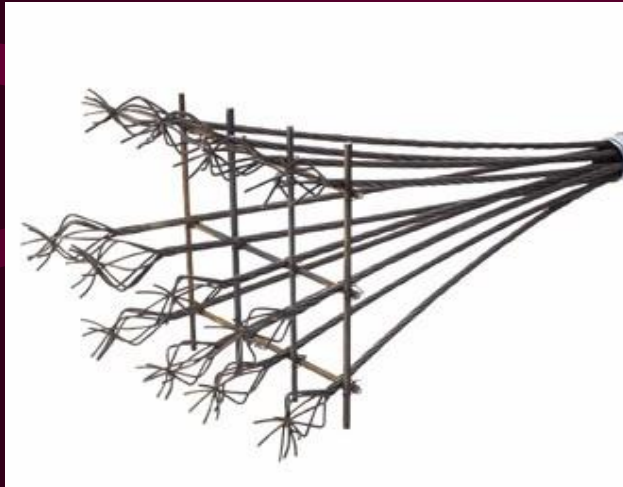


2007/08/21

ادوات و تجهیزات پس کشیدگی

1. کابل

که در قطرهای مختلف و اغلب به صورت تابیده وجود دارد.



کابل مورد استفاده این شرکت از 7 رشته تابیده شده با مقاومت نهایی

1400-2200MPa

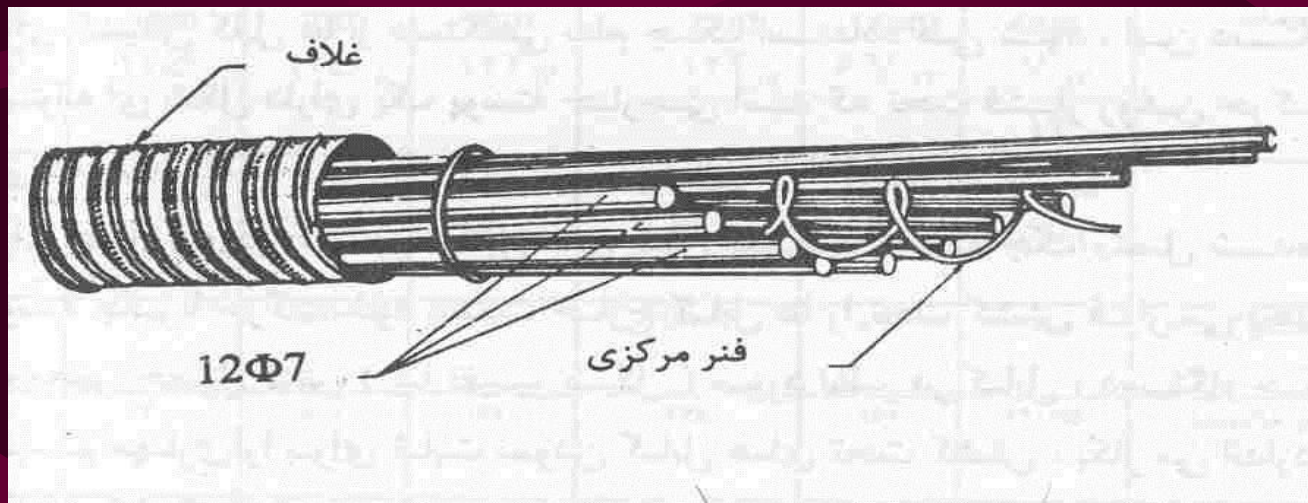
و قطر 5/0 تشکیل شده است.

انواع فولادهای پیش تنیدگی

تك مقتول

گروه مفتول

غلاف ها

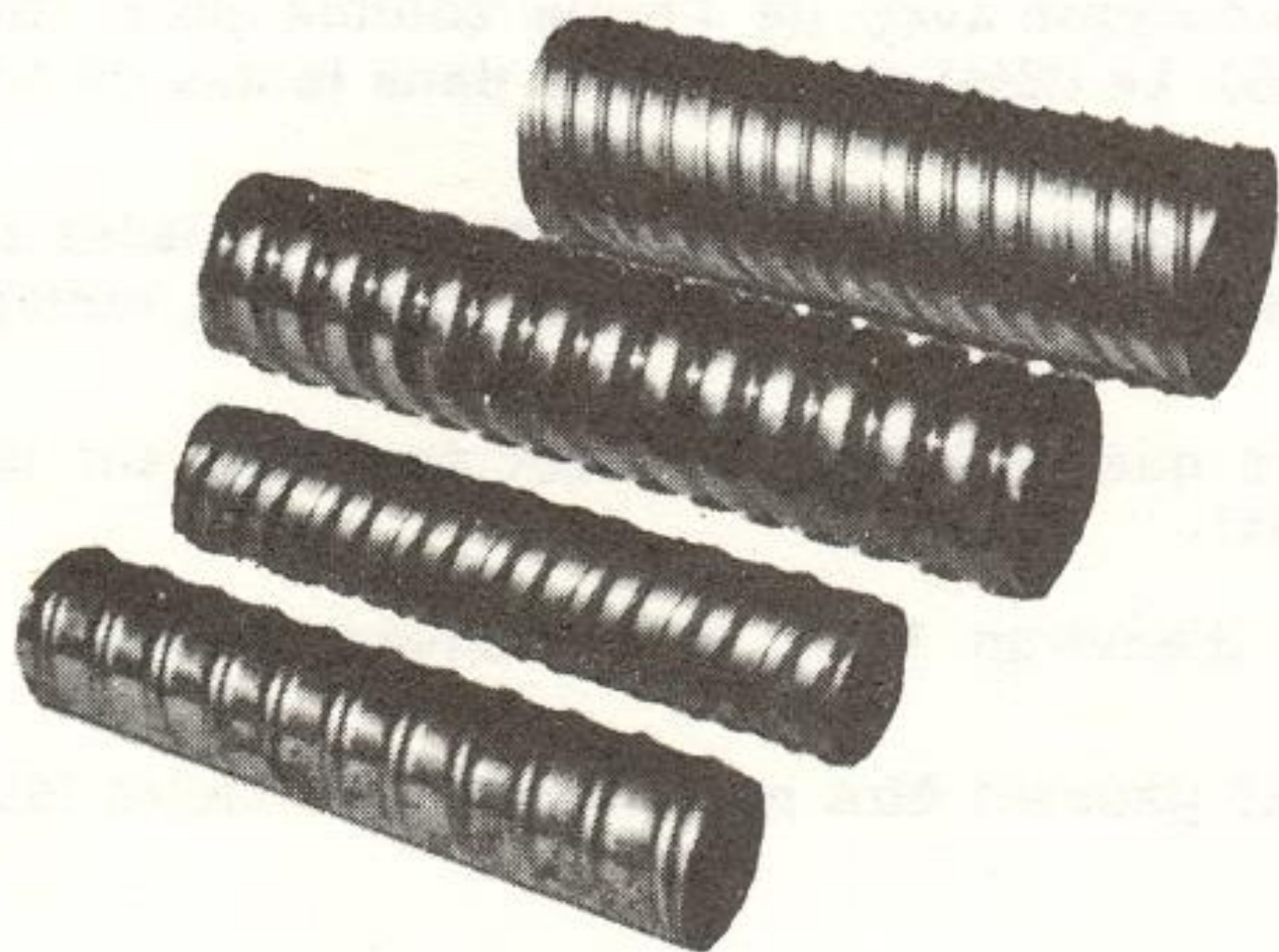


2. غلاف

از جنس فولاد ضد زنگ پلاستیک
یا آلومینیوم با سطح مقطع
بیضی برای دالها و دایره معمولاً
برای تیرها است.



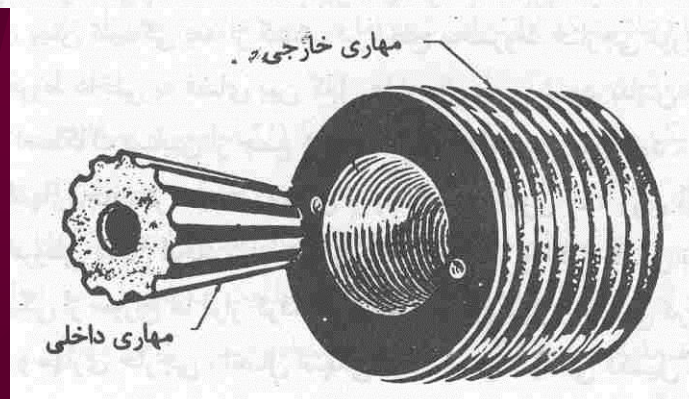
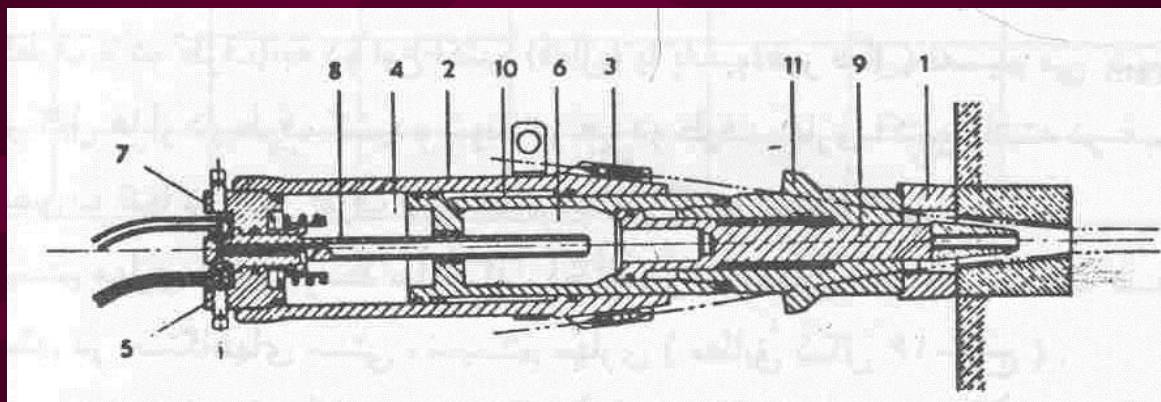
سطح آن مضرس است
و کابلها داخل آن قرار
میگیرند.



کشش فولادهای پیش تنیدگی

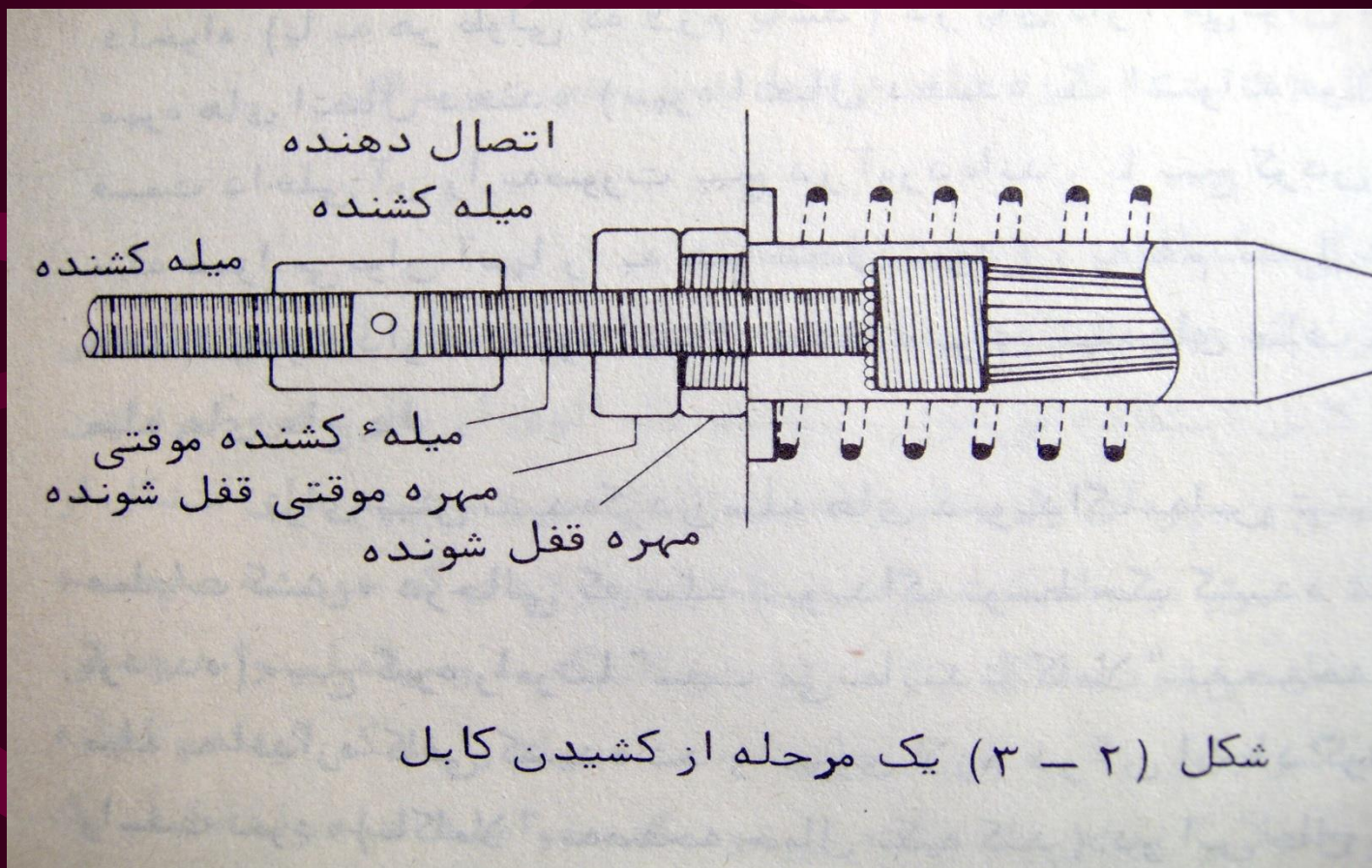
گیره ها

تزریق



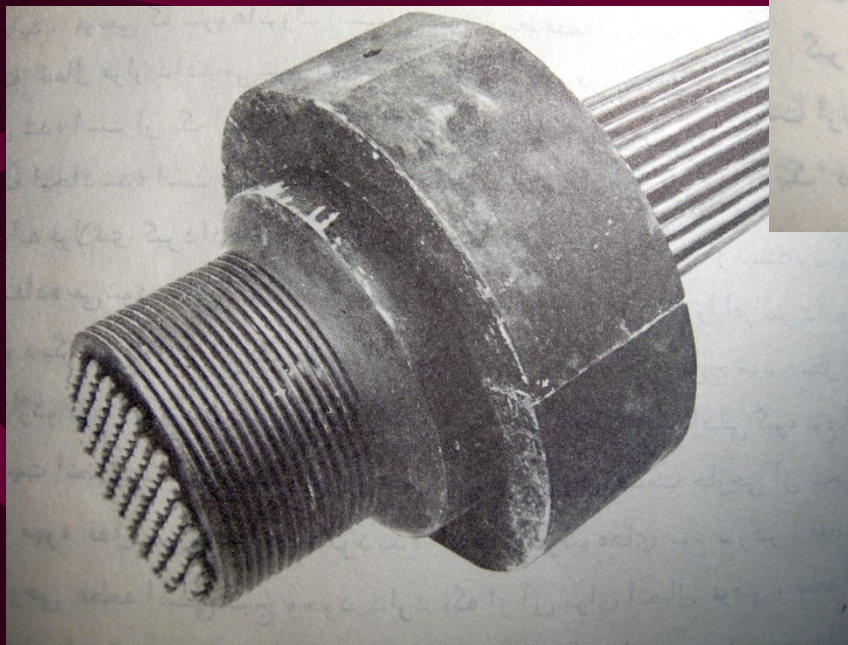
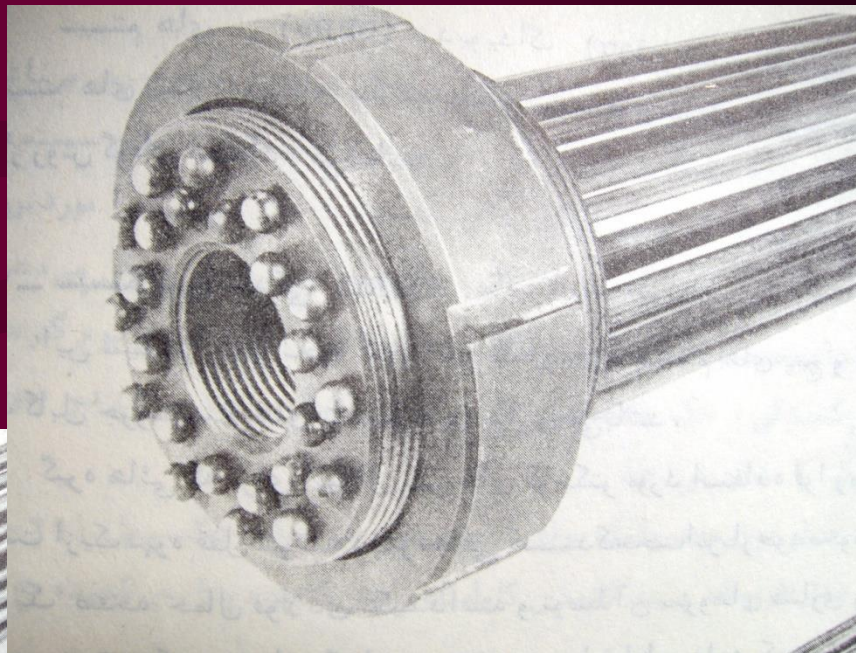
۱. سیستم پس کشیدگی (BBRV)

➤ این سیستم از نظر بستن کابل پیچ و مهره ای و از نظر وضعیت کابل جزء سیستم با کابل های موازی میباشد



۱. سیستم پس کشیدگی (BBRV)

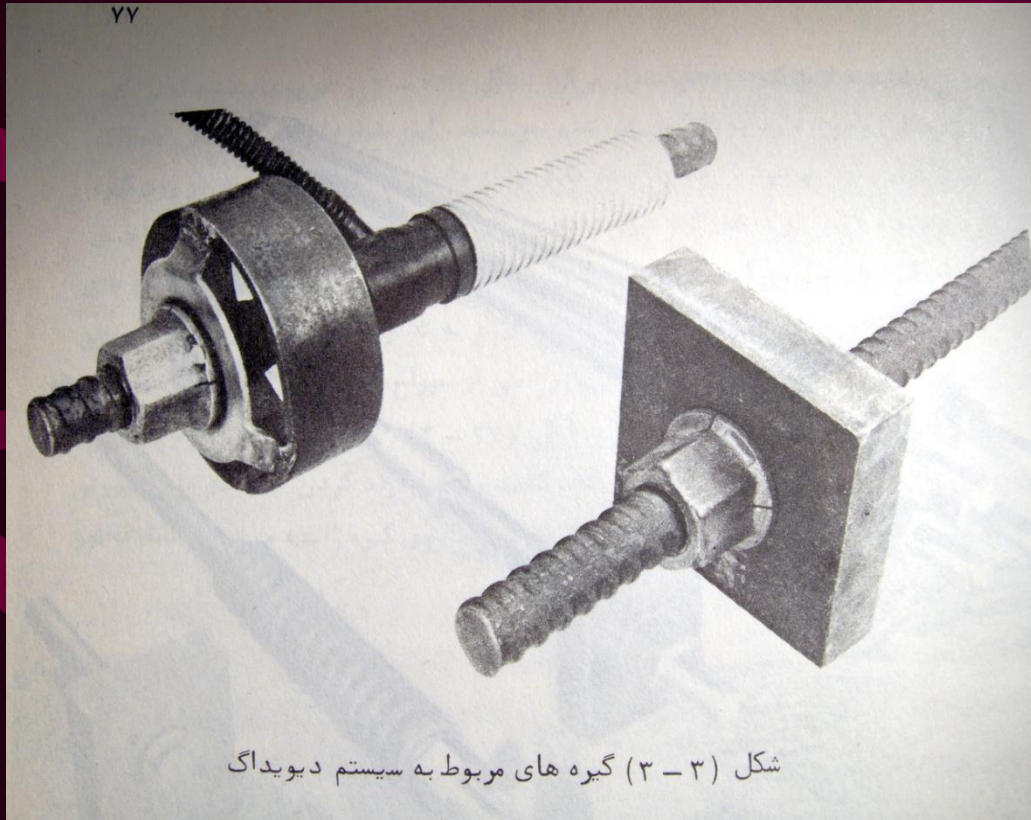
➤ سیم ها باید خاصیت
دگمه شدن داشته باشند
(سیم نوع BA آمریکایی)



➤ برای کشیدن میله اتصال
دهنده را به گیره پیچ میکنند

۲. سیستم پس کشیدگی دیویداگ (Dividag)

➤ این سیستم از نظر بستن کابل پیچ و مهره ای و از نظر وضعیت کابل جزء سیستم متشکل از میله های آلیاژدار میباشد



شکل (۳-۳) گیره های مربوط به سیستم دیویداگ

- ✓ میله های صاف را همیشه به صورت تکی میکشند
- ✓ میله های عاج دار را معمولا به صورت تک میکشند
- ✓ ولی بعضا به صورت گروهی نیز کشیده میشوند

دو نوع فولاد

- ✓ آلیاژ زیاد (high alloy)
- ✓ آلیاژ کم (low alloy)

- ✓ برای کشیدن اتصال دهنده را به سر میله پیچ میکنند
- ✓ سر میله های صاف را به صورت دندانه دار در می آورند

گیره نوع صفحه صلب و زنگوله ای (Bell type)

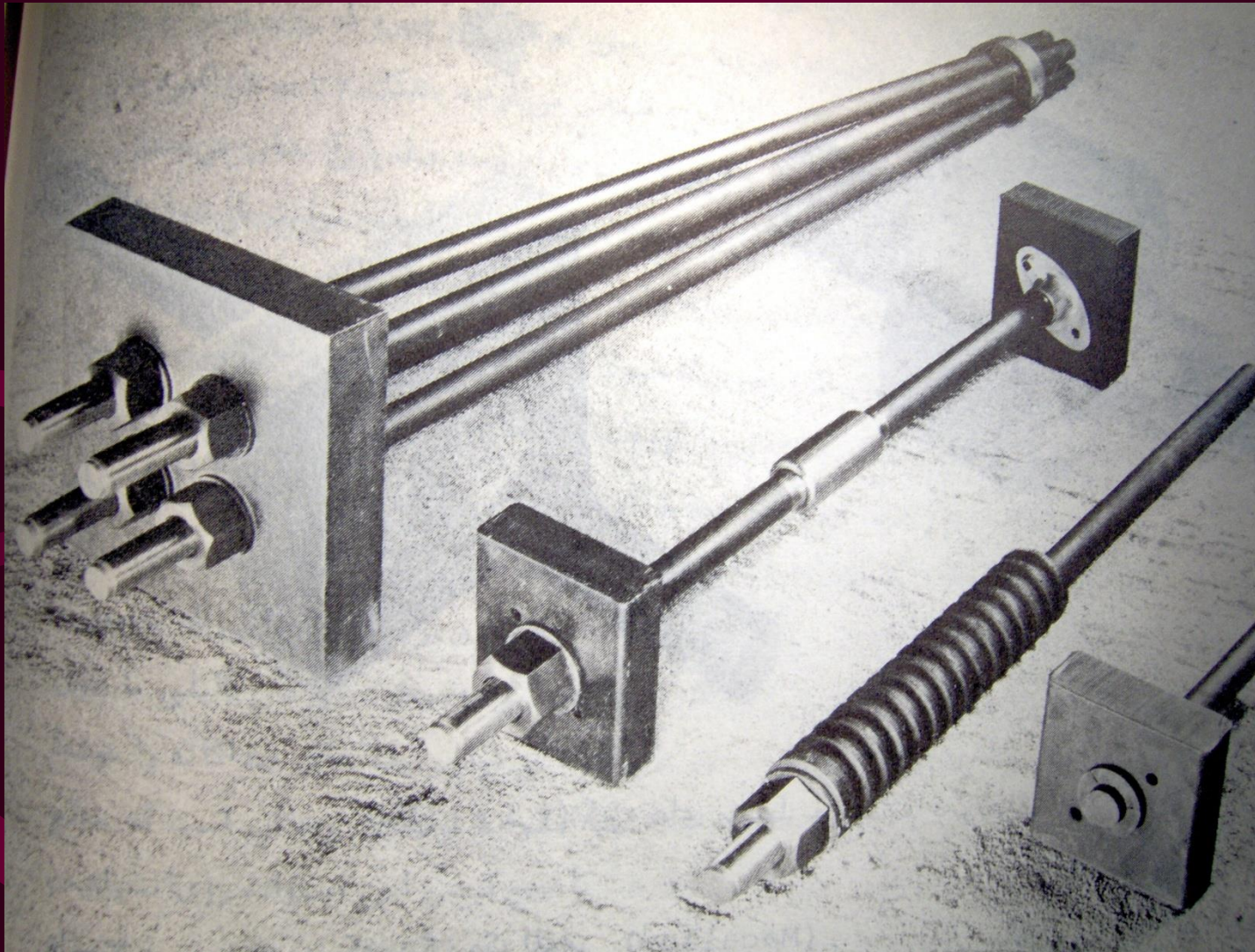
۳. سیستم پس کشیدگی مک الوی (Macalloy)

➤ این سیستم از نظر بستن کابل پیچ و مهره ای و از نظر وضعیت کابل جزء سیستم متشکل از میله های آلیاژدار میباشد

➤ نیرو توسط یک مهره به واشر فولادی که خود به صفحه حمال تکیه دارد به بتن منتقل میشود و یا توسط گیره کور (گیره ای که میله را محکم گرفته و اجازه حرکت به آن نمیدهد و معمولا موقعی استفاده میشود که بخواهند میله را فقط از یک طرف بکشند، واضح است که از طرف گیره کور میله را نمیتوان کشید)

➤ این میله ها را همیشه به صورت تکی میکشند ولی میتوان کابل ها را به صورت ۱ تا ۴ میله تنظیم کرد

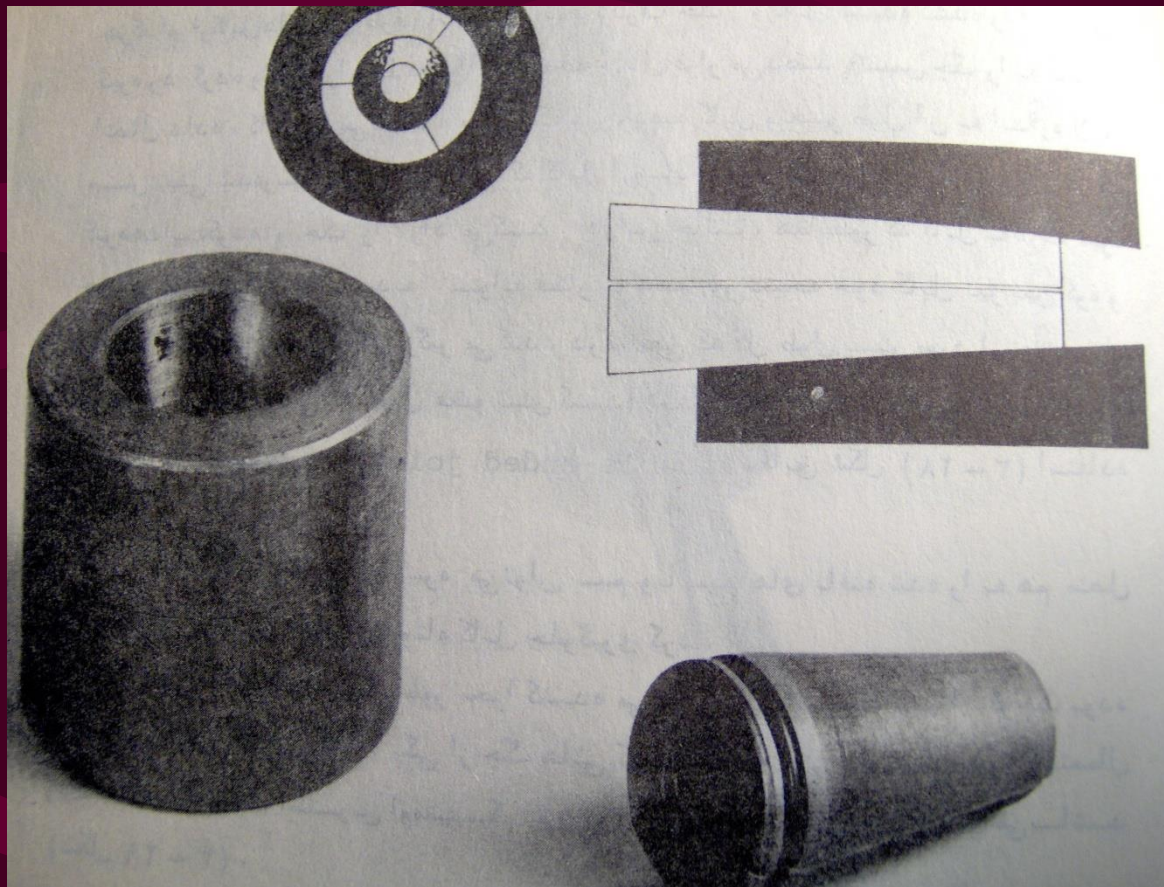
۳. سیستم پس کشیدگی مک الوی (Macalloy)



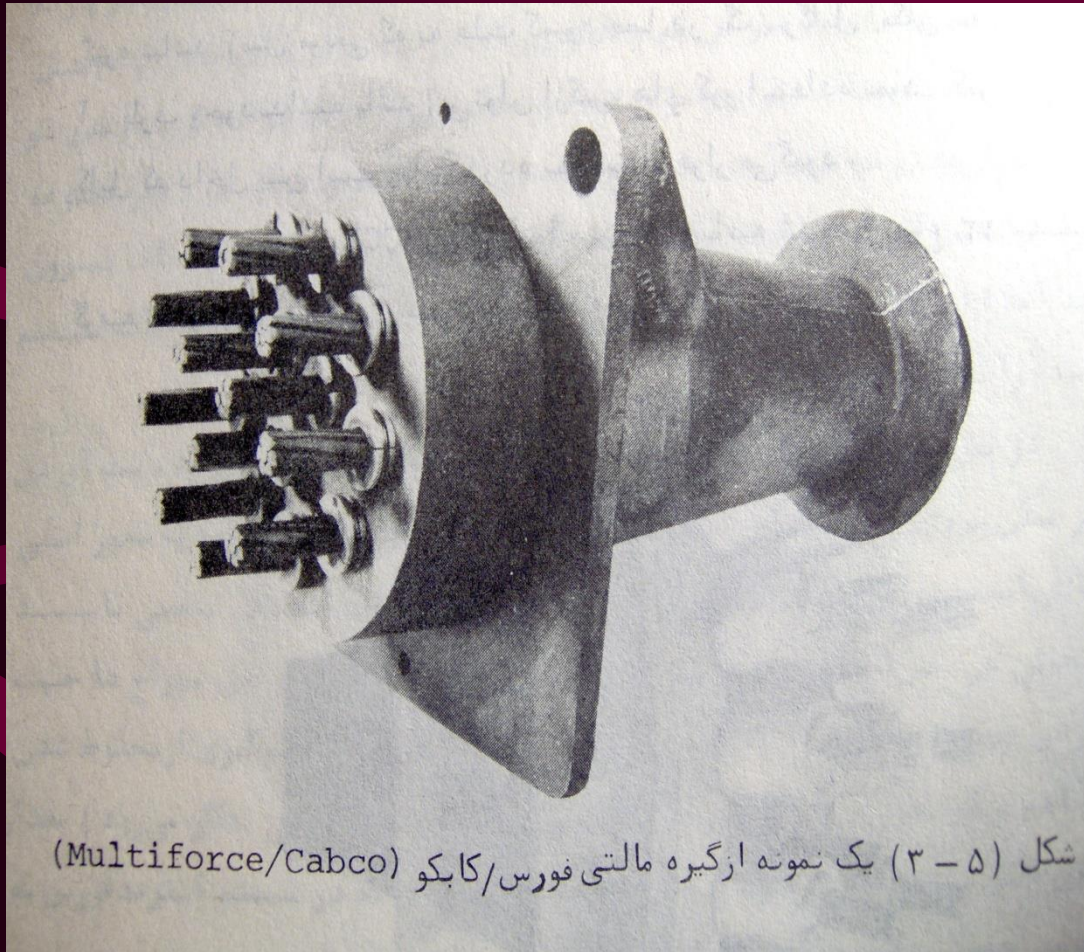
گیره مک الوی برای کابل های ۱ و ۴ میله

۴. سیستم پس کشیدگی (CCL)

❧ CCI سه سیستم اصلی دارد که در تمام آنها از سیم های بافته شده استفاده میشود و سیستم گیر داری آنها گوه ای میباشد



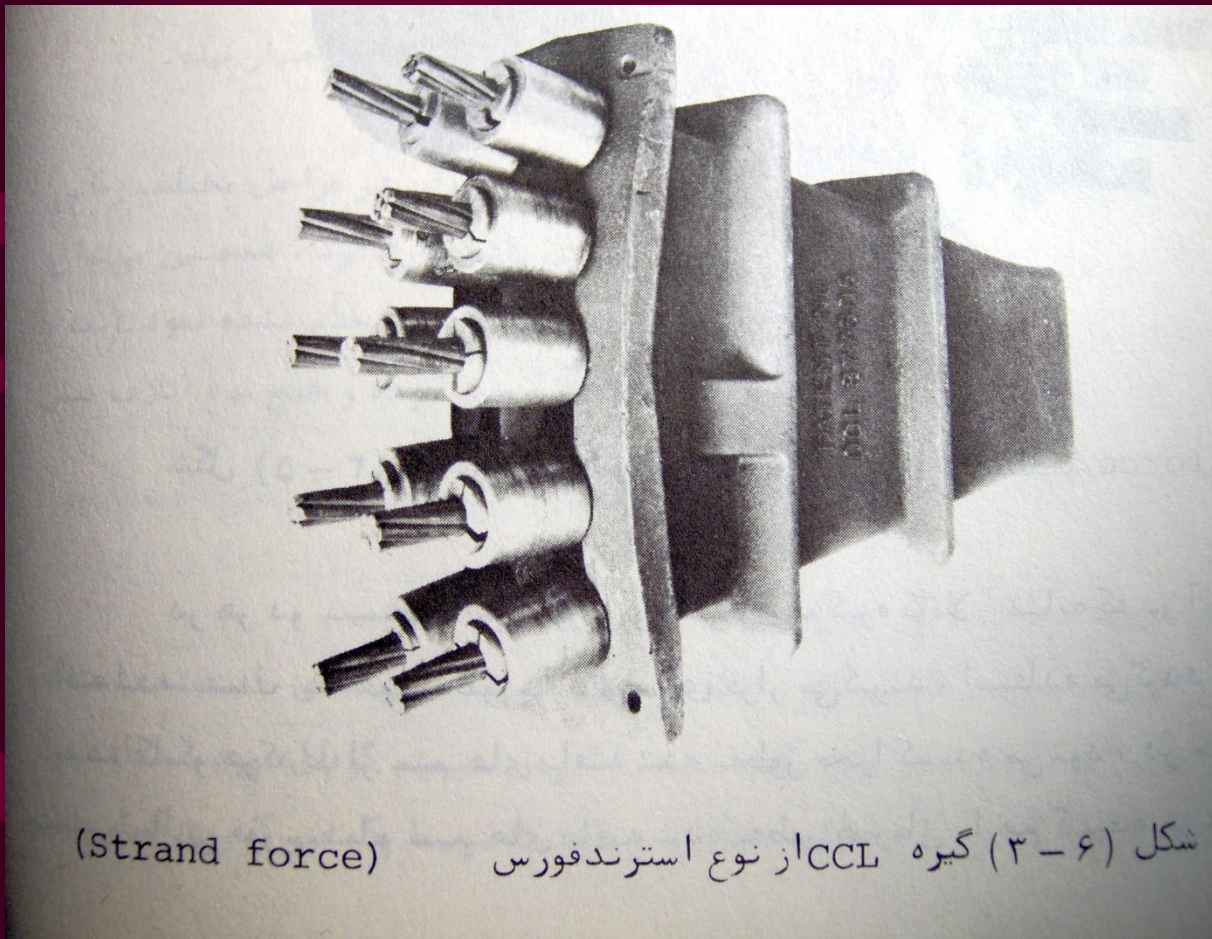
۴. سیستم پس کشیدگی (CCL)



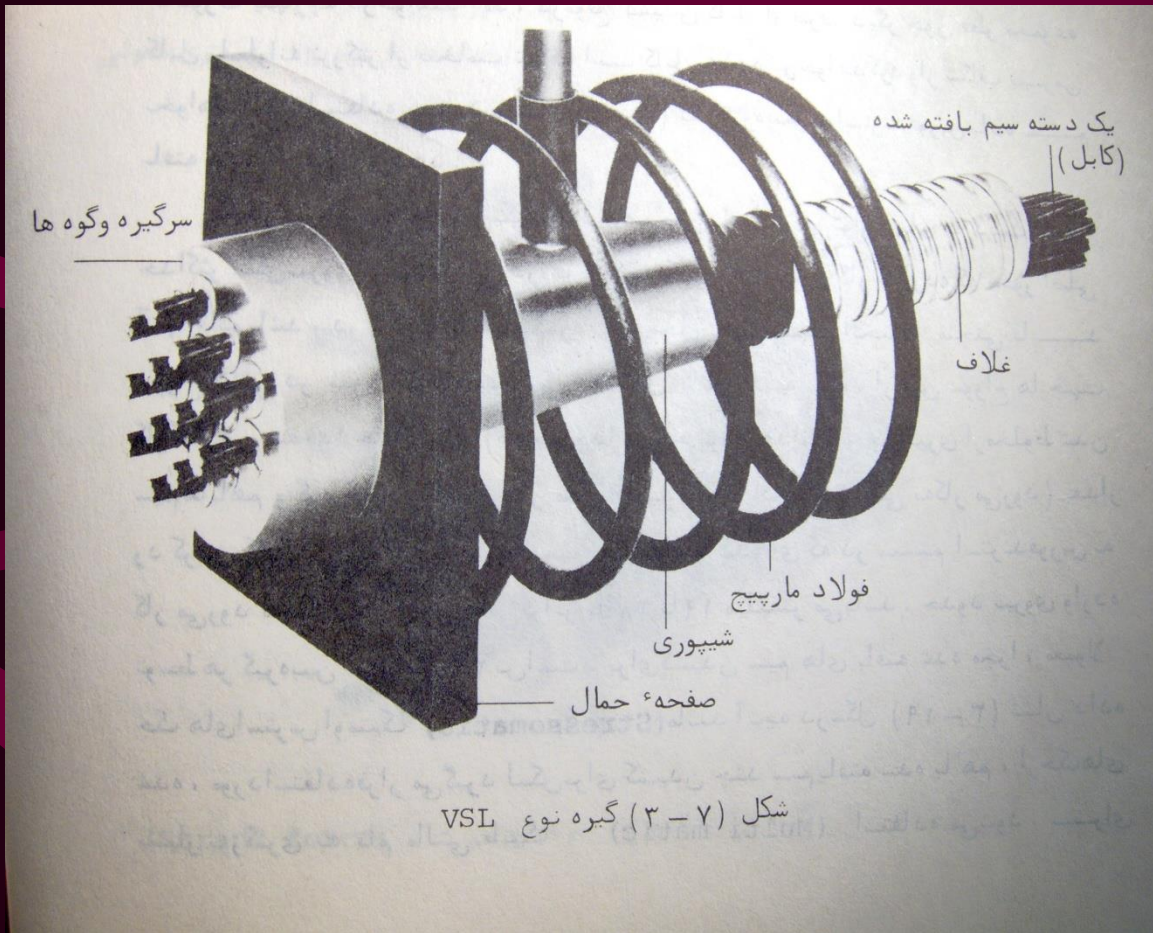
- ✓ در سیستم کابکو هر سیم مجزا کشیده میشود
- ✓ در مالتی فورس سیم ها همزمان کشیده میشوند
- ✓ گوه های هر سیم مجزا هستند

۴. سیستم پس کشیدگی (CCL)

✓سیم ها به صورت خطی در یک یا دو ستون قرار میگیرند و به طور مجزا کشیده میشوند



۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losing)

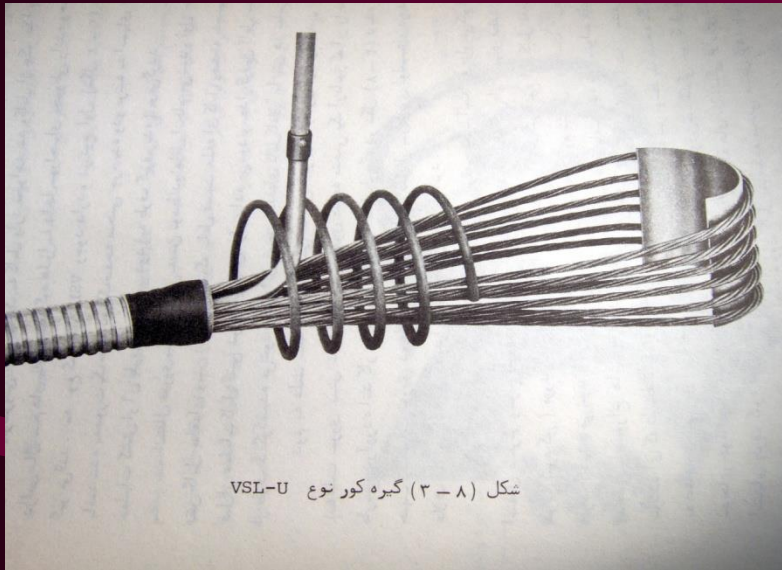


❖ گیره های (VSL) از نوع گوه ای است

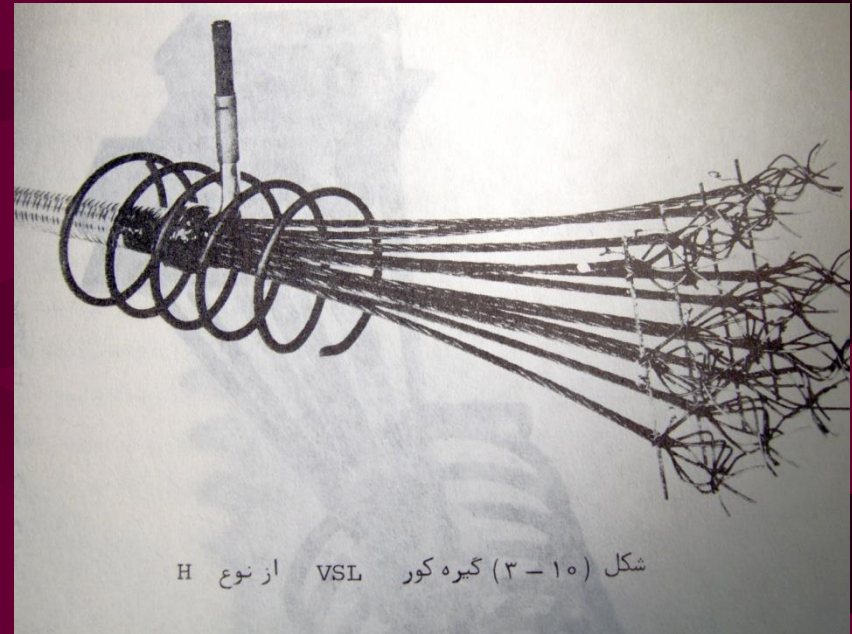
❖ تمام سیم ها با هم و به طور همزمان کشیده میشوند

۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losing)

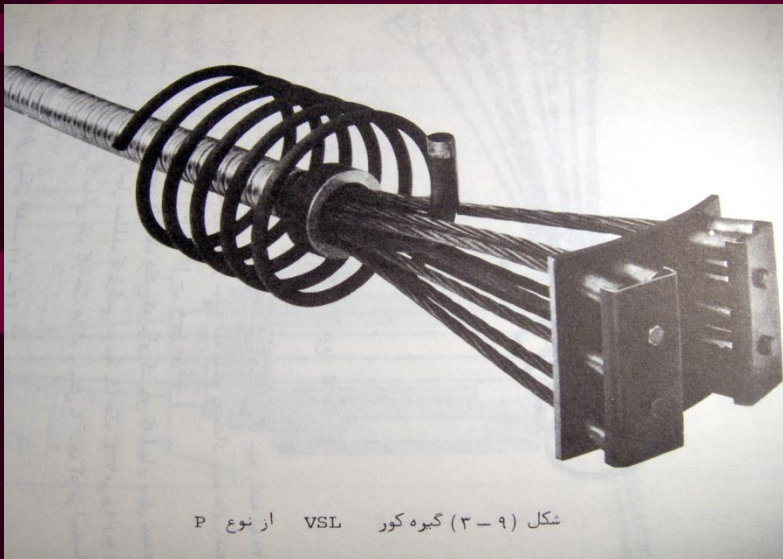
انواع گیره کور در سیستم (VSL)



شکل (۸-۳) گیره کور نوع VSL-U

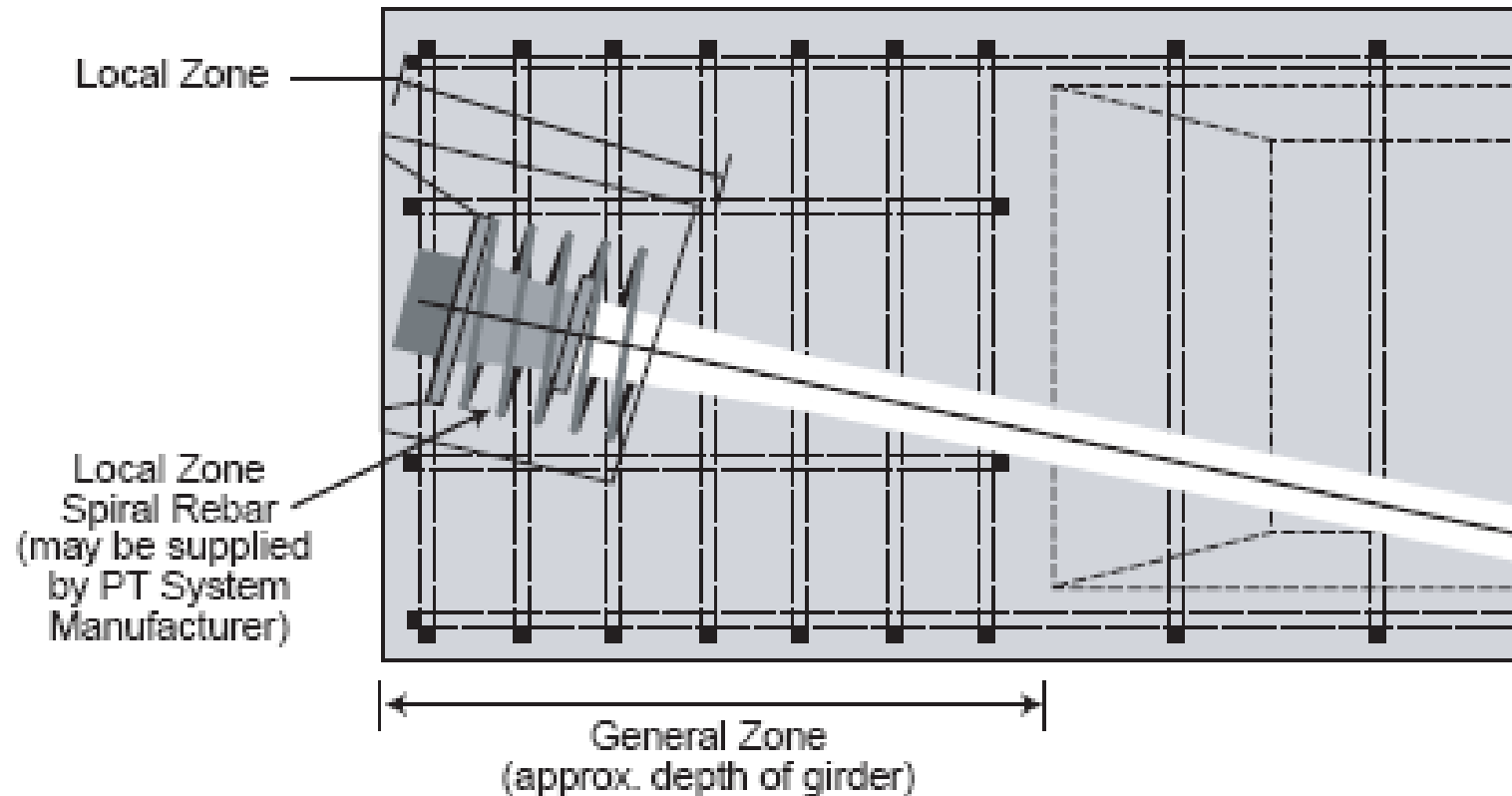


شکل (۱۰-۳) گیره کور VSL از نوع H

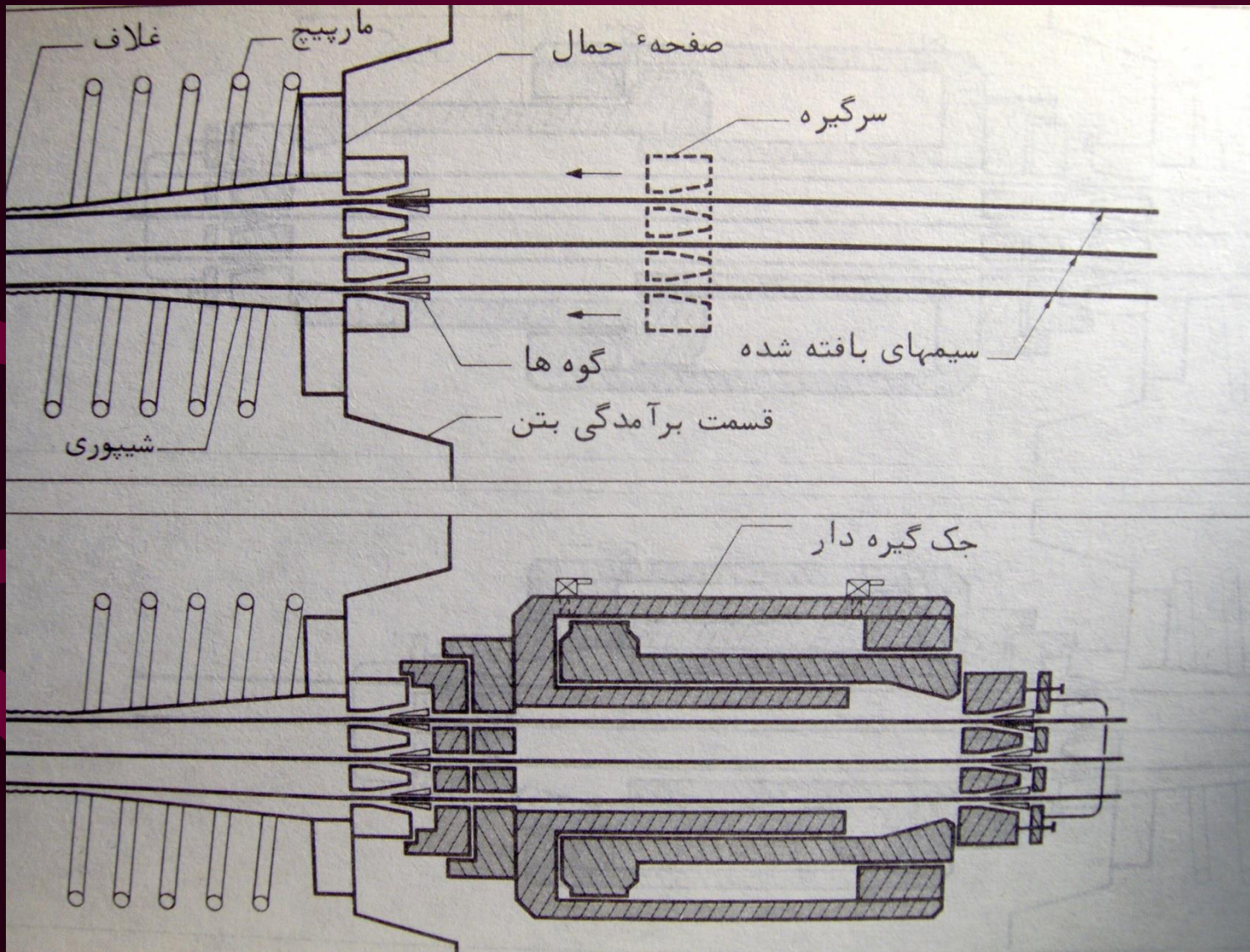


شکل (۹-۳) گیره کور VSL از نوع P

۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losinger)



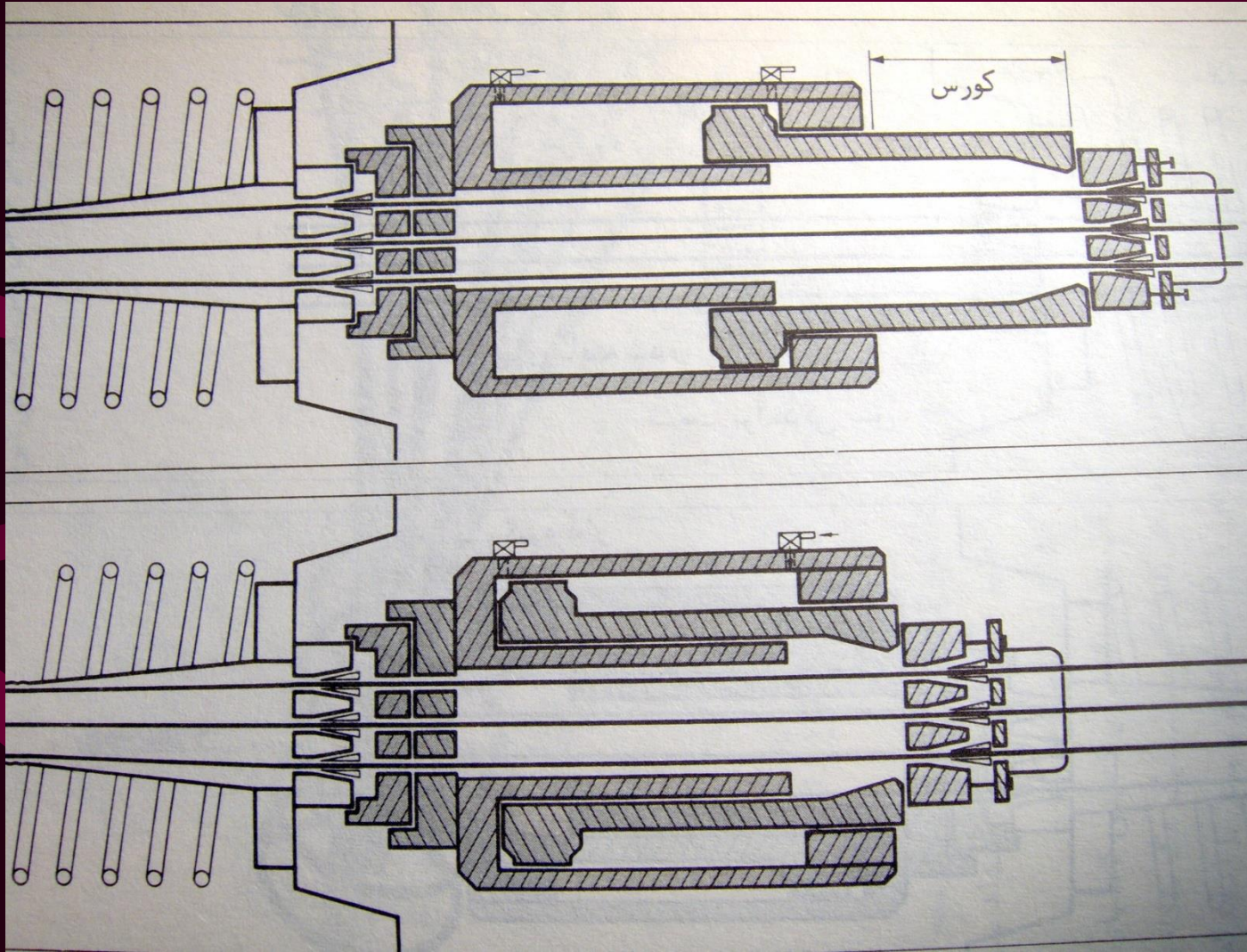
۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losing)



1 ←

2 ←

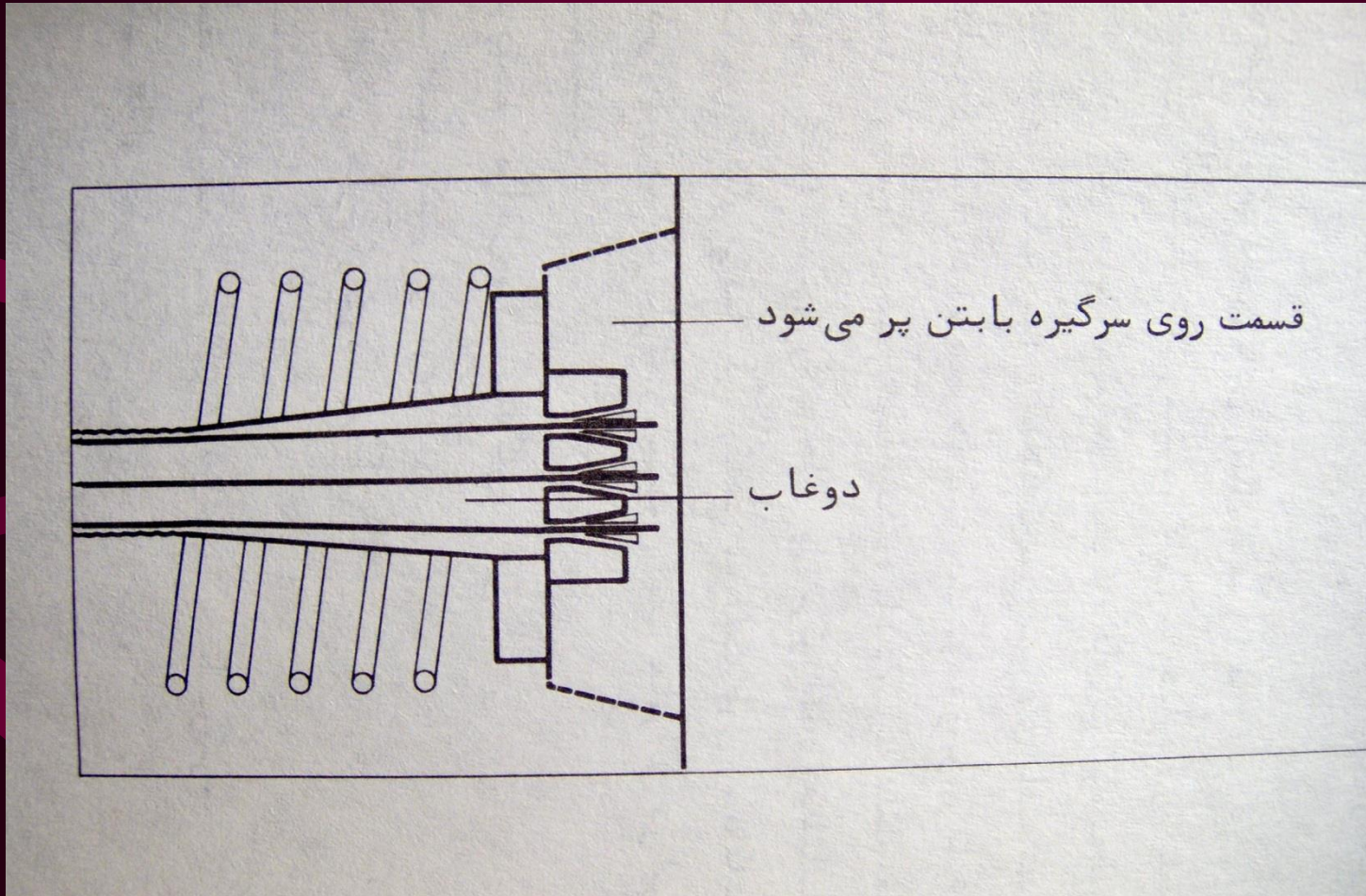
۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losing)



← 3

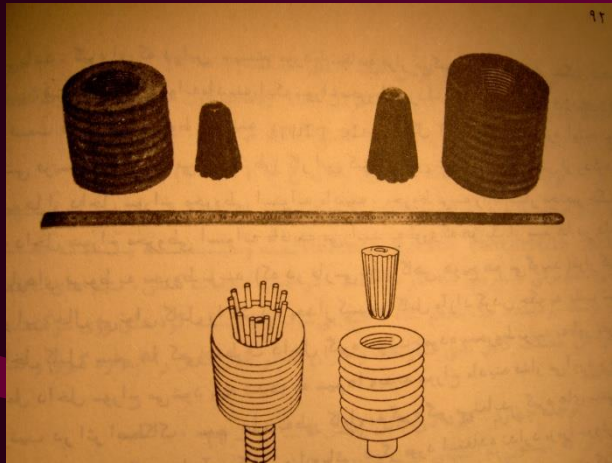
← 4

۵. سیستم پس کشیدگی (VSL) or (Losing)



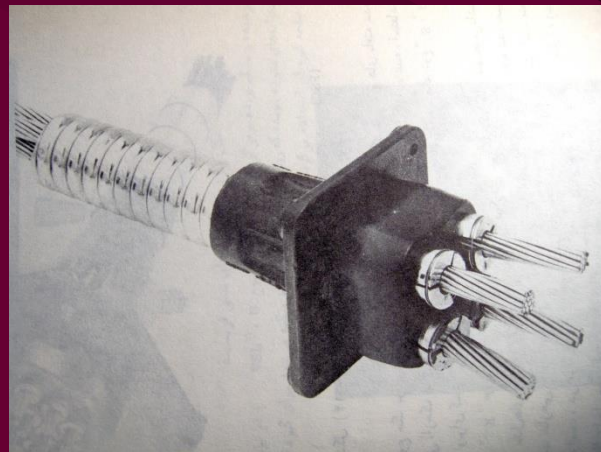
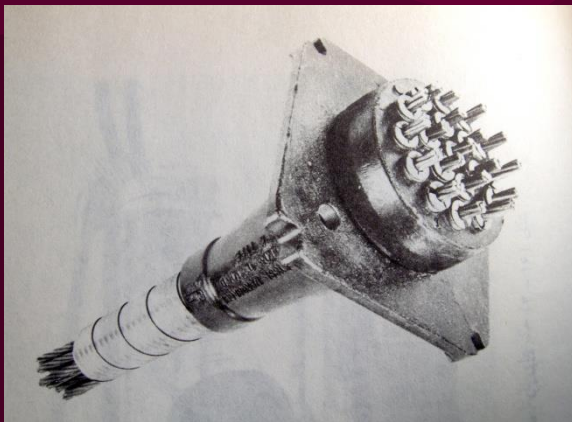
← 5

۶. سیستم پس کشیدگی (PSC) یا فریسینه (Freyssinet)



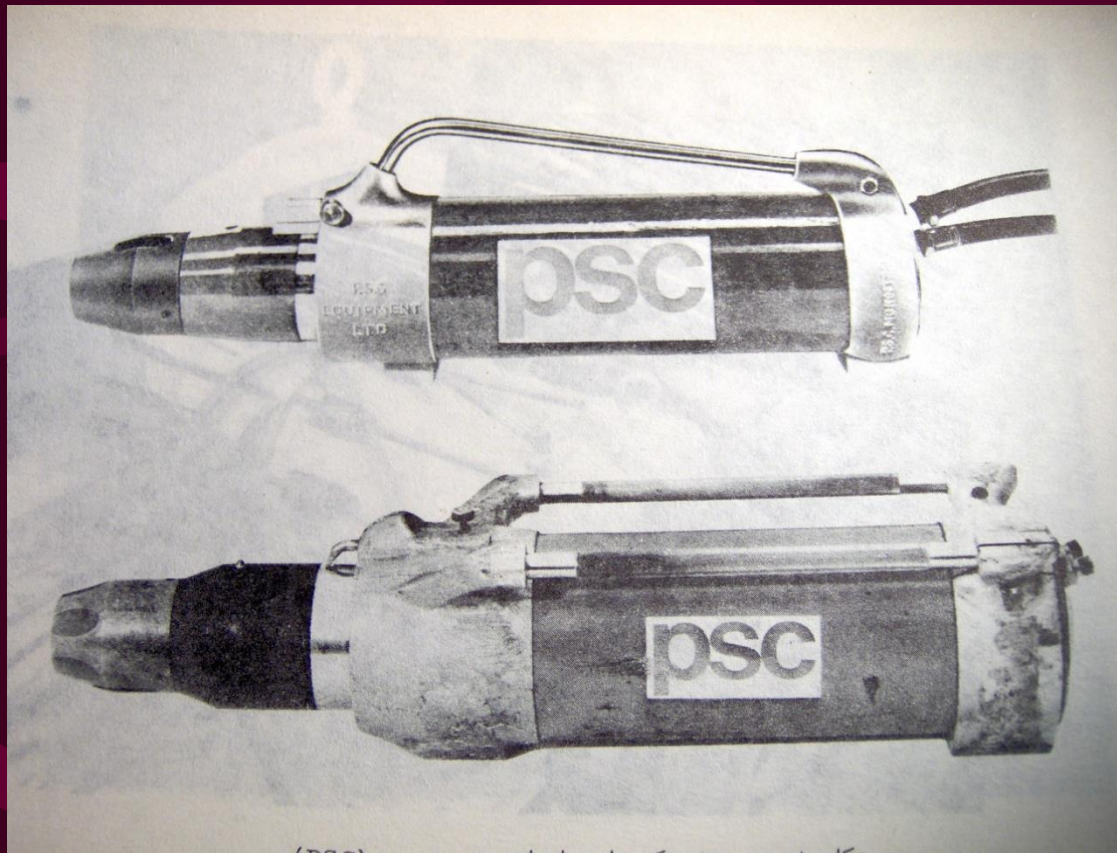
گیره هایی شبیه سیستم های (VSL) و (CCL) علاوه بر گیره های خود دارد

زاویه خروج سیم ها واگرا است



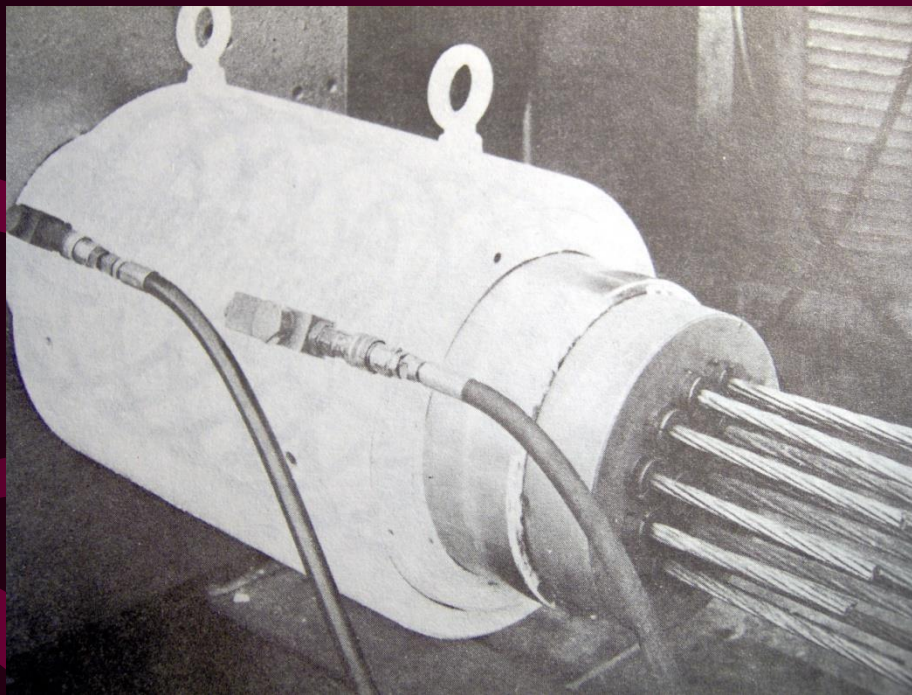
۶. سیستم پس کشیدگی (PSC) یا فریسینه (Freyssinet)

✓ برای کشیدن سیم های بافته شده به صورت
تکی از جک تایتان استفاده میشود

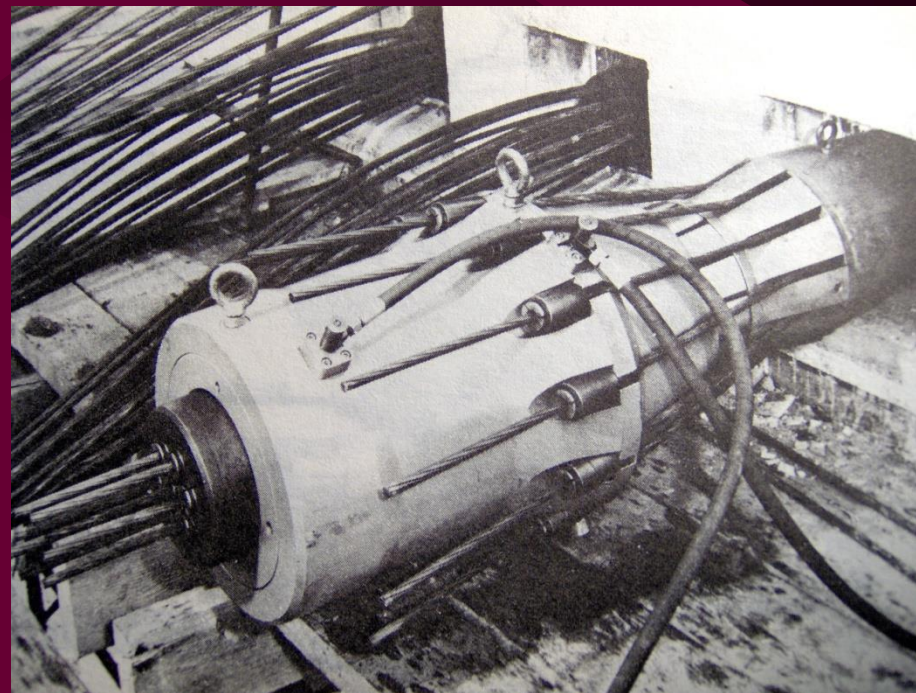


۶. سیستم پس کشیدگی (PSC) یا فریسینه (Freyssinet)

برای کشیدن سیم های بافته شده به صورت چند تایی جک های نوع **S** ؛ **T** ؛ **K** استفاده میشود



← مدل **K** برای وارد کردن نیروهای بزرگ



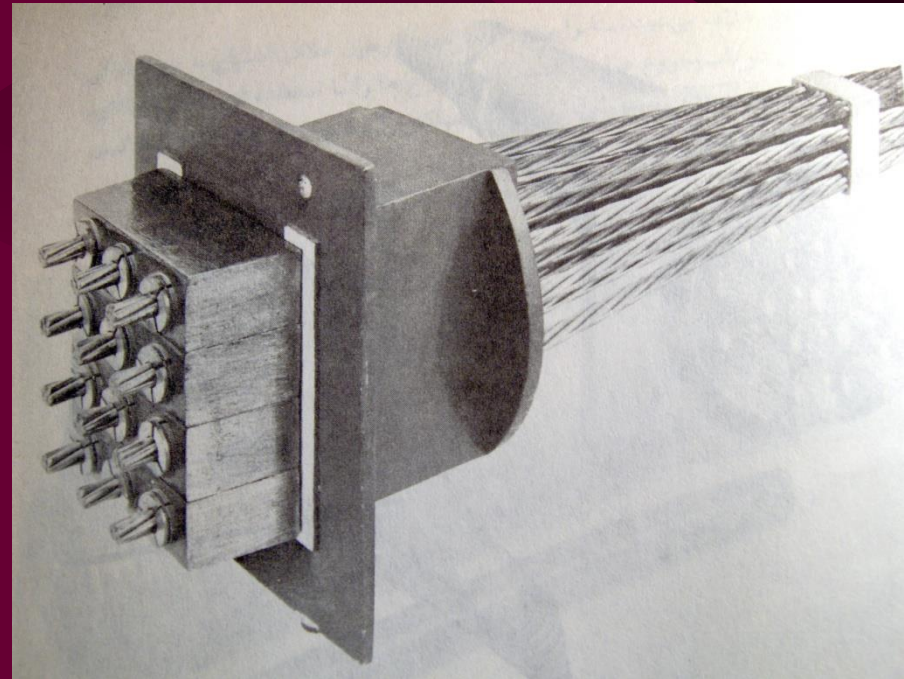
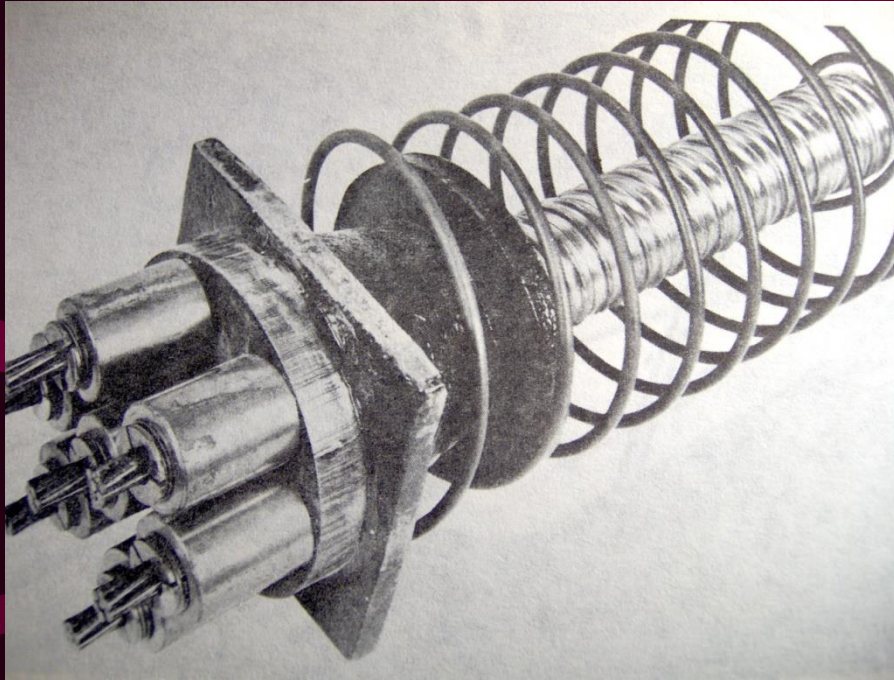
→ مدل **S** و **T** برای وارد کردن نیروهای کوچک و متوسط

۷. سیستم پس کشیدگی (SCD)

دو نوع سیستم گیره

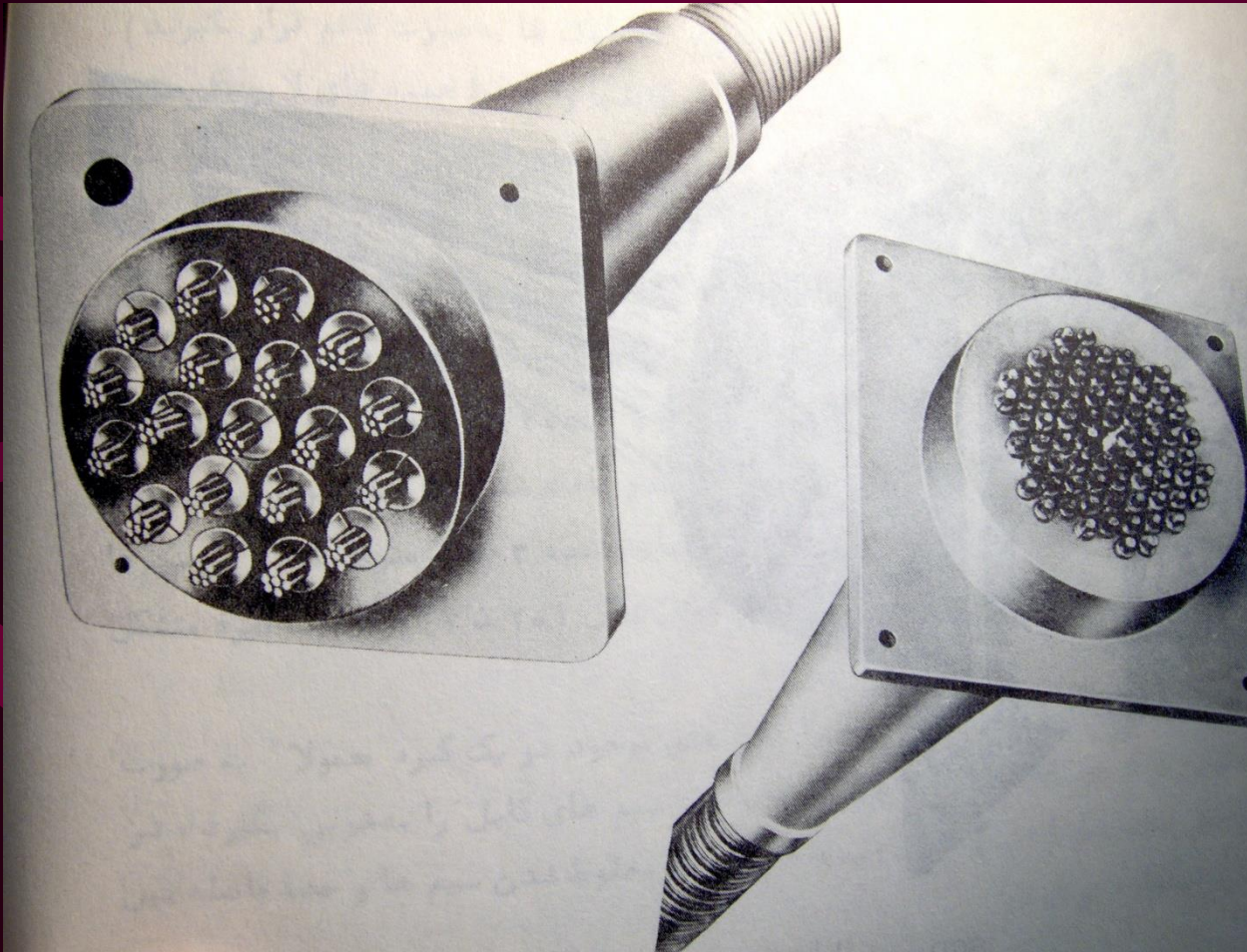
۱. دایره ای

۲. مربع مستطیلی



۱. سیستم پس کشیدگی استرانگ هولد (Stronghold)

سر سیم ها به صورت دکمه یا گوه‌ای میباشد



3. مهارهاي انتهايي

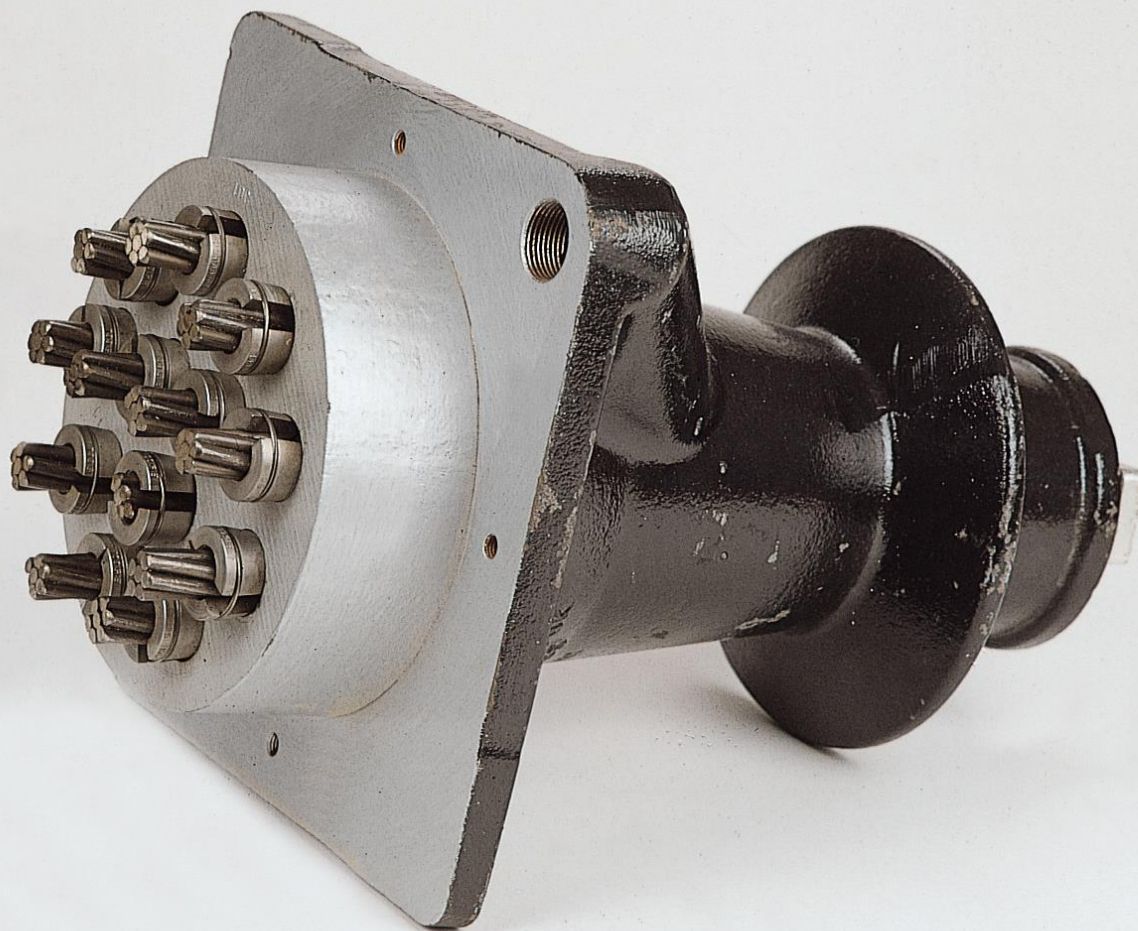
براي نگه داشتن کابلها در حالت کشيده و انتقال نيروي آنها به بتن به کار مي روند. شامل

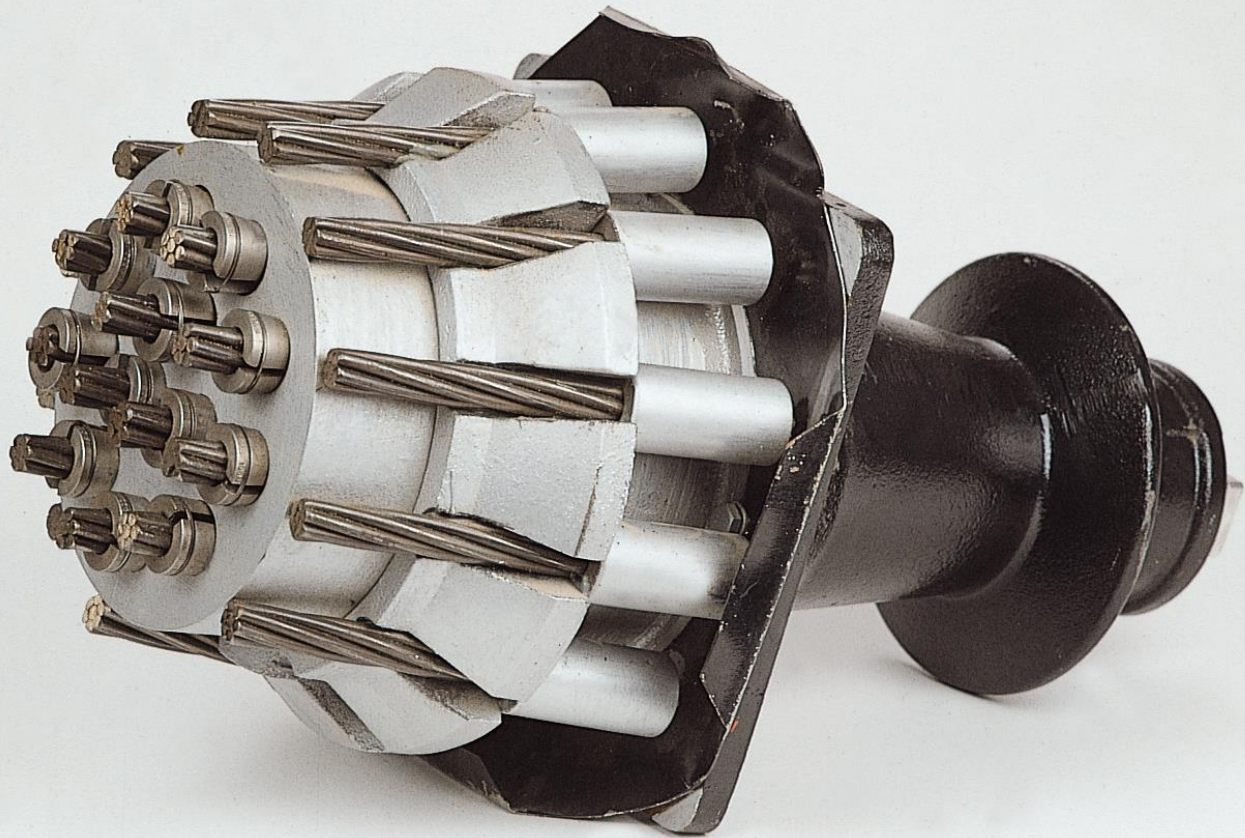
➤ گوه

➤ شپوري Anchorage

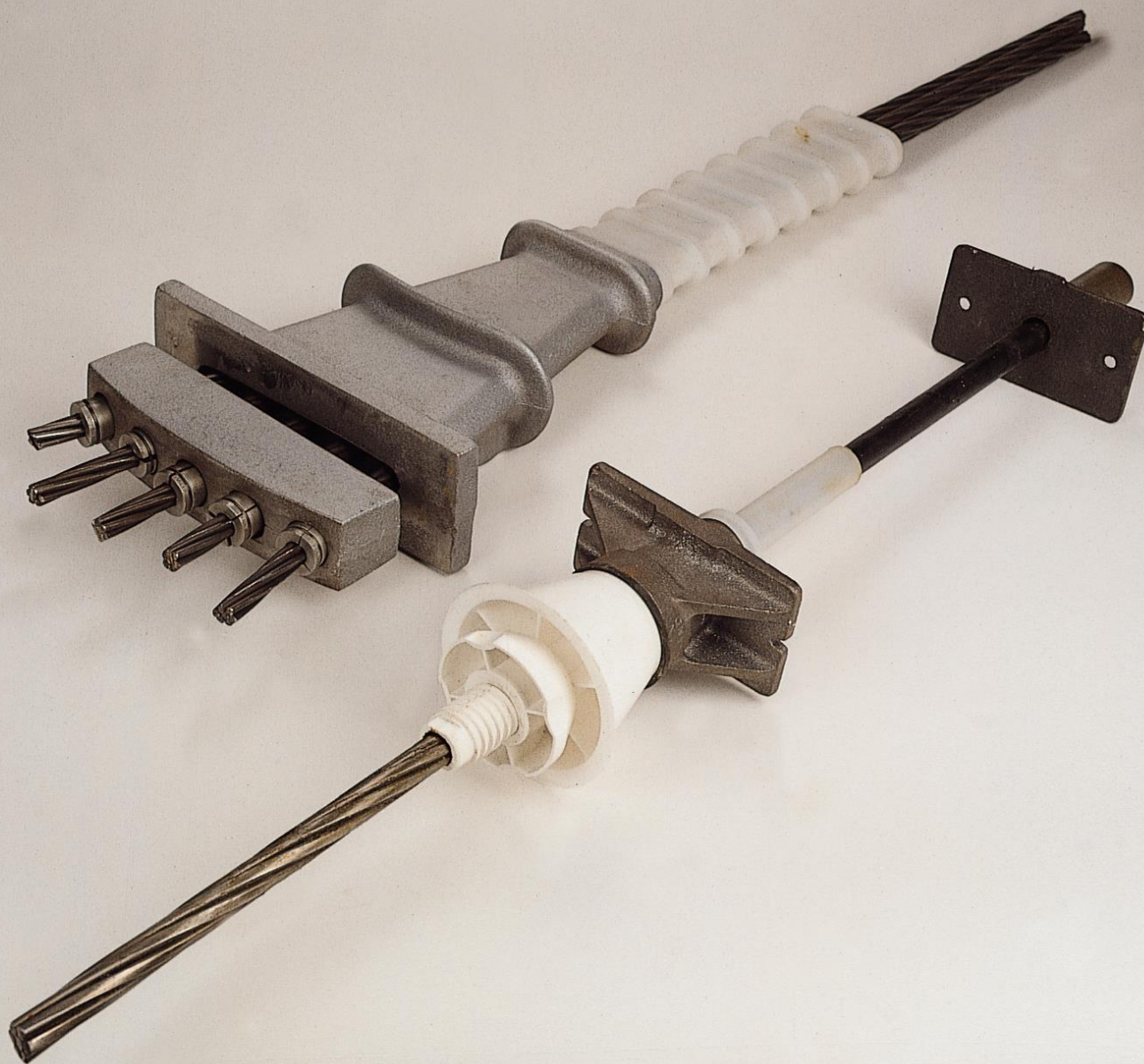
➤ Bearing plate













5. جک

در انواع مختلف وجود دارد.

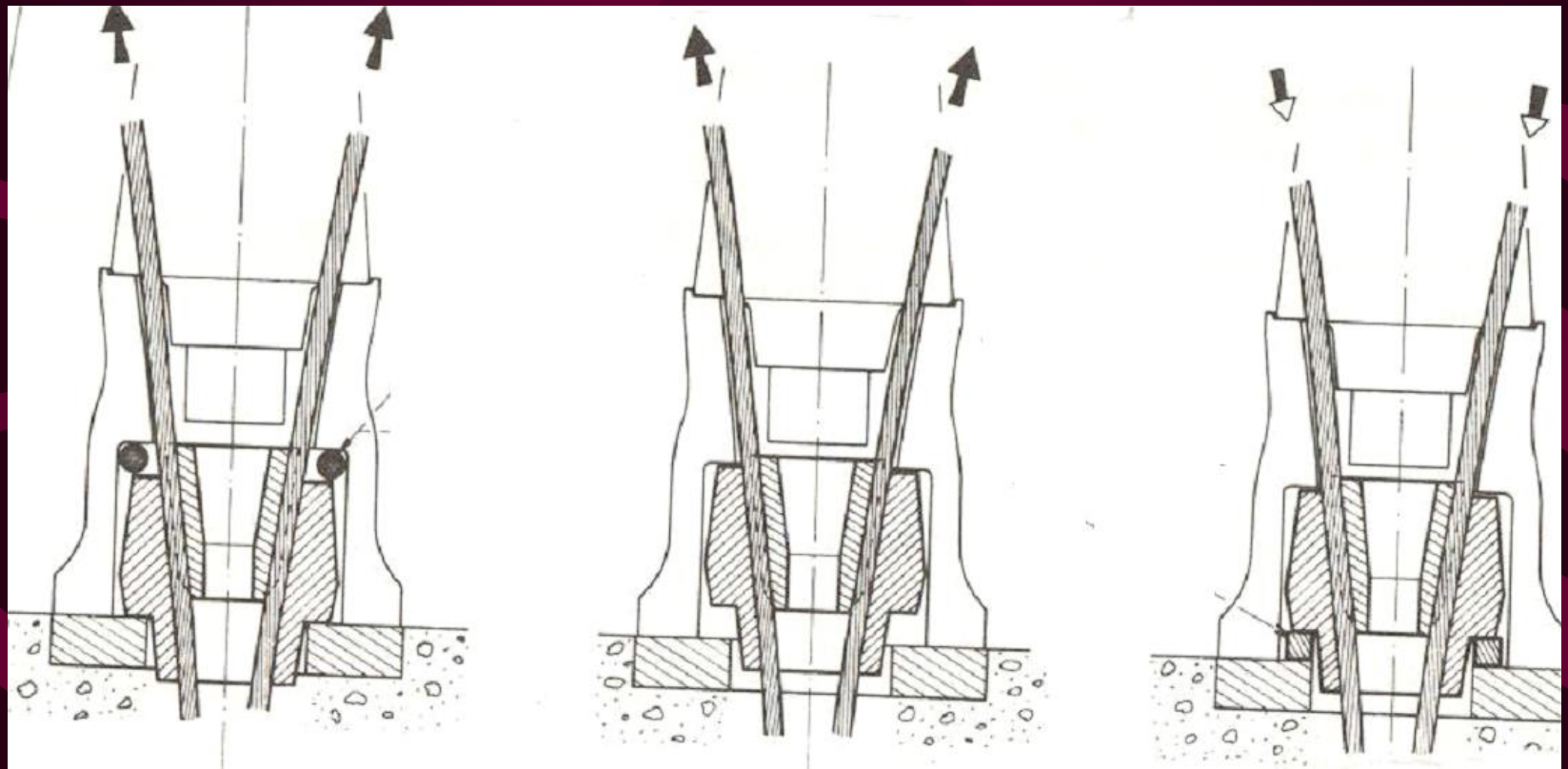
جک مورد استفاده

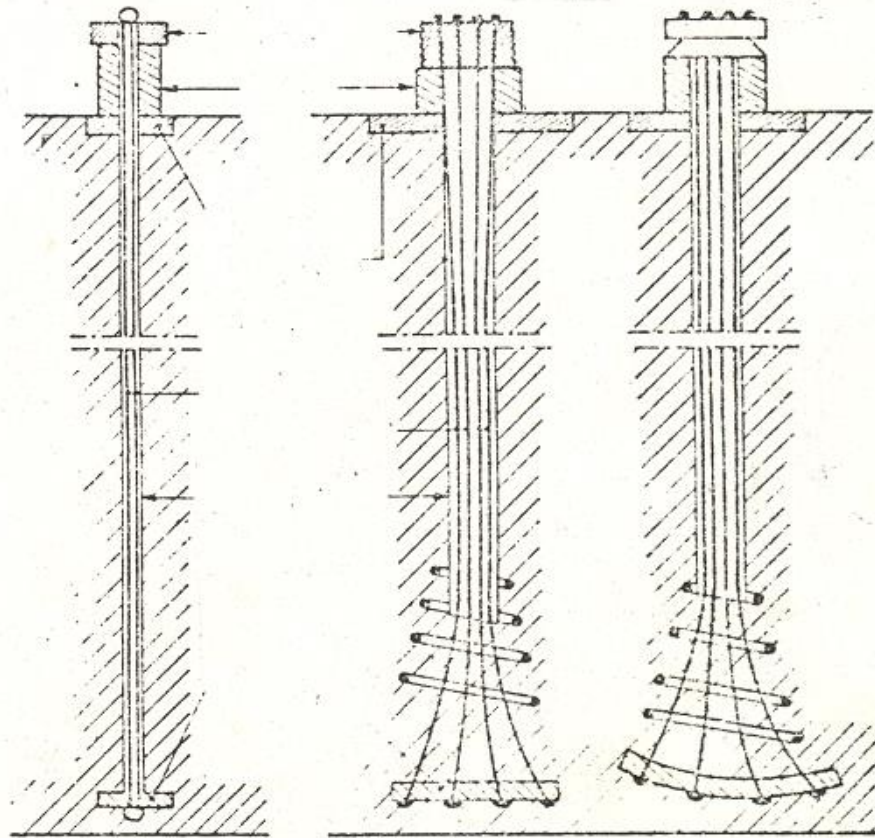
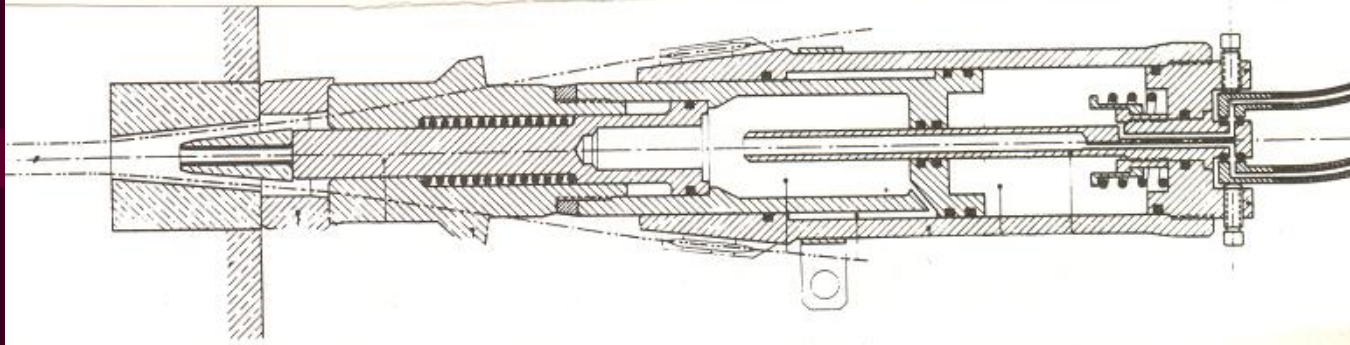
از نوع هیدرولیکی و

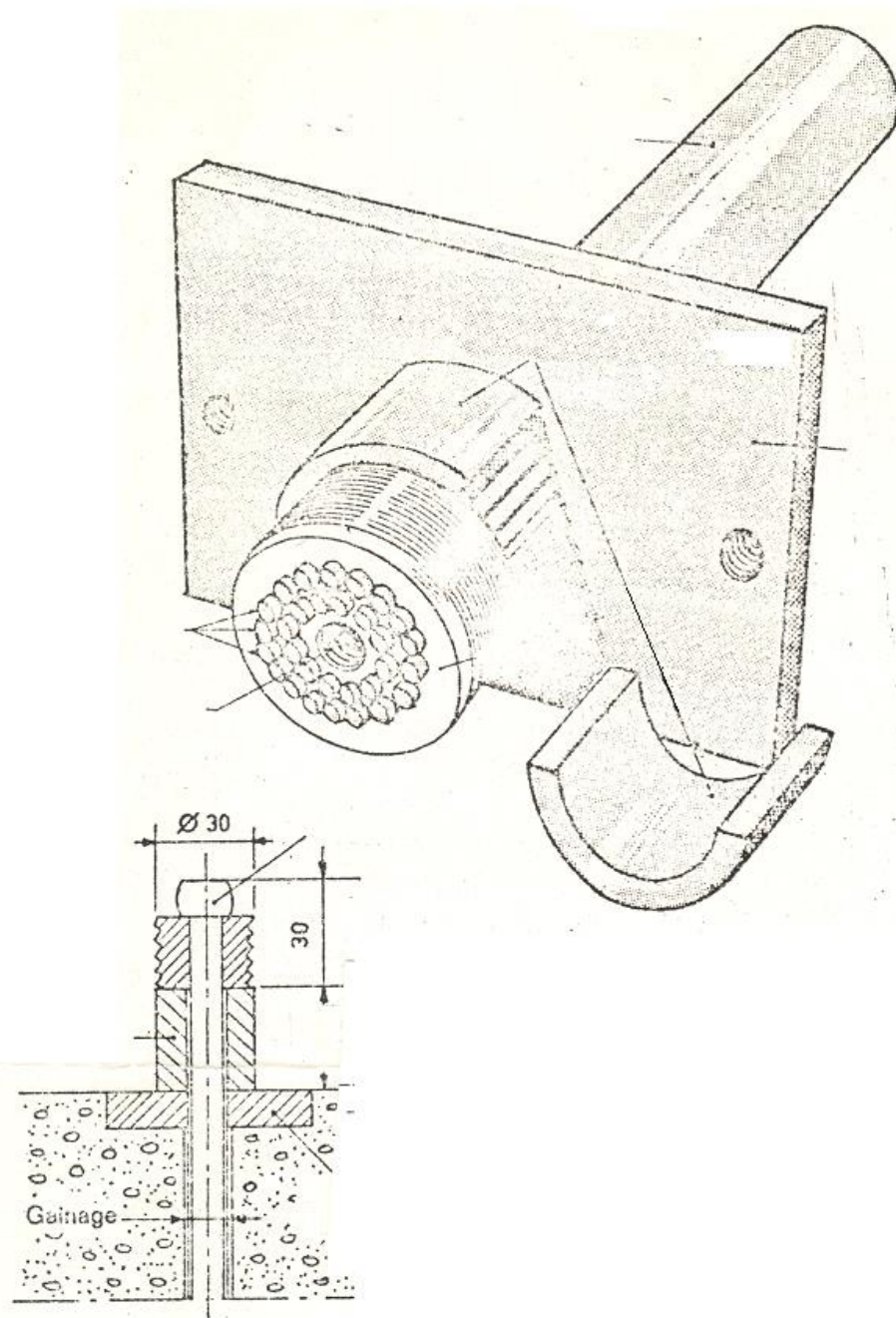
برقی است و 5/1 متر طول

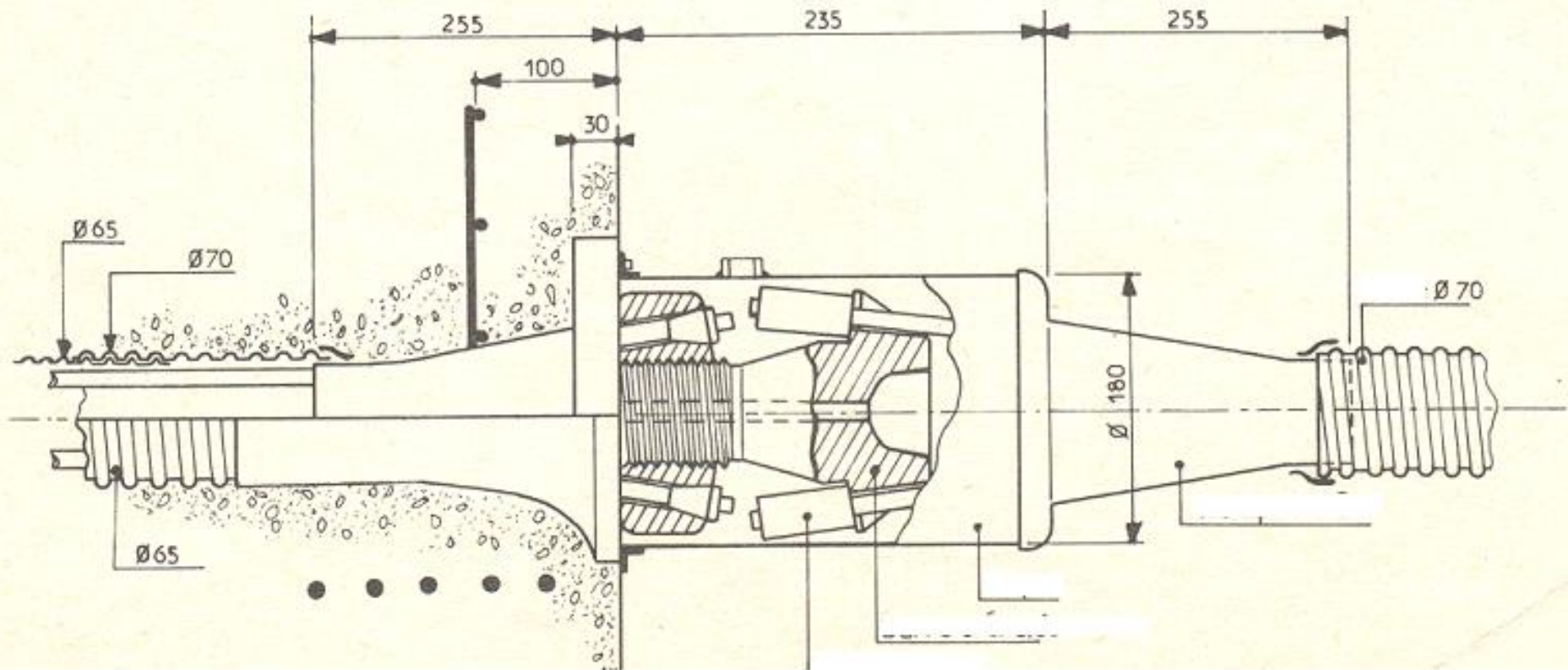
دارد. ظرفیت آن یک کابل است.

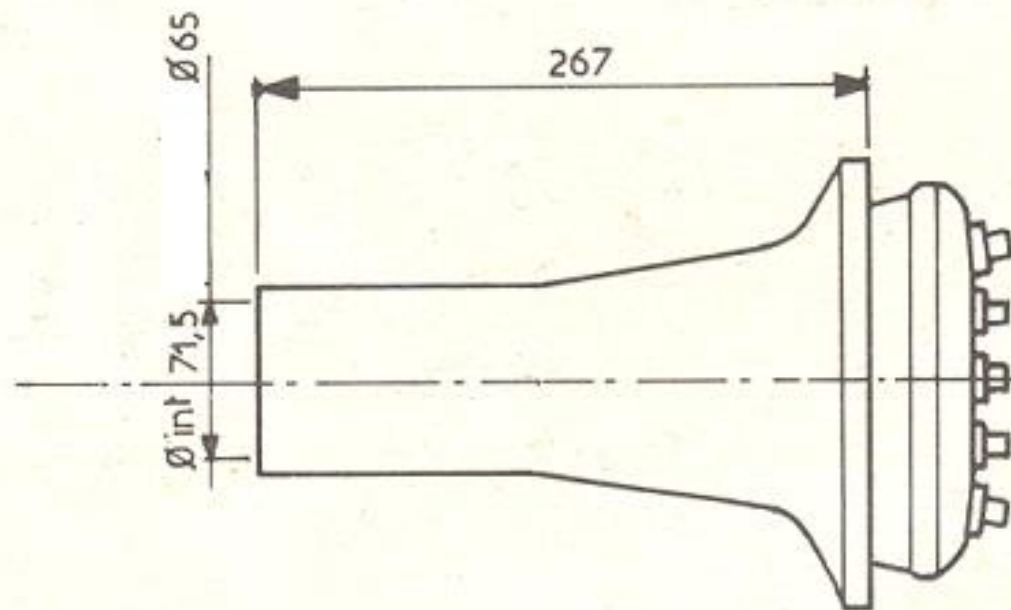
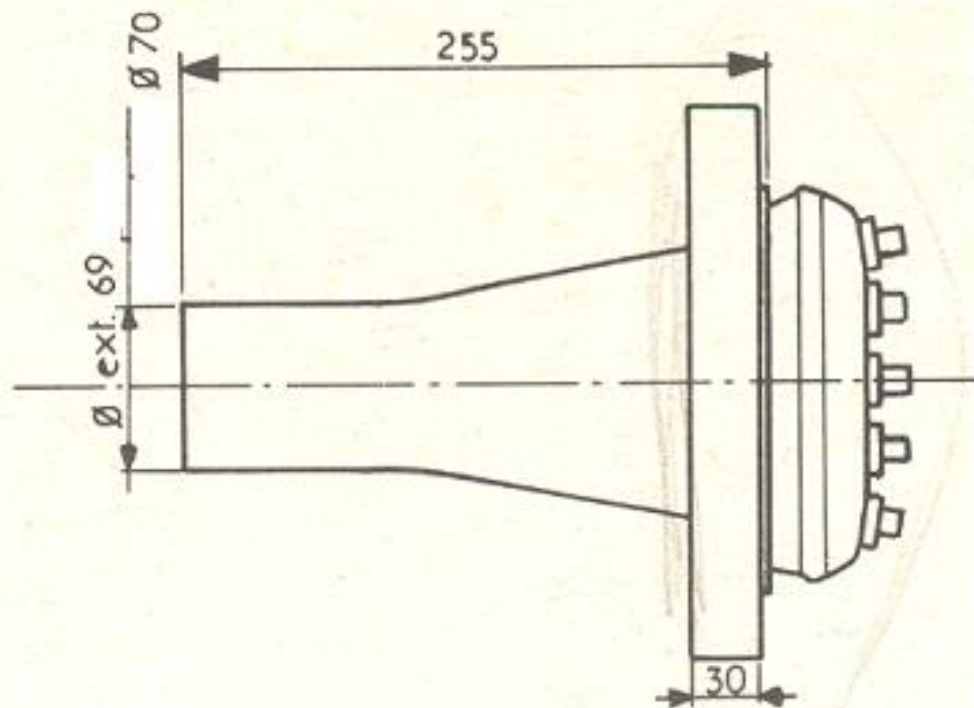
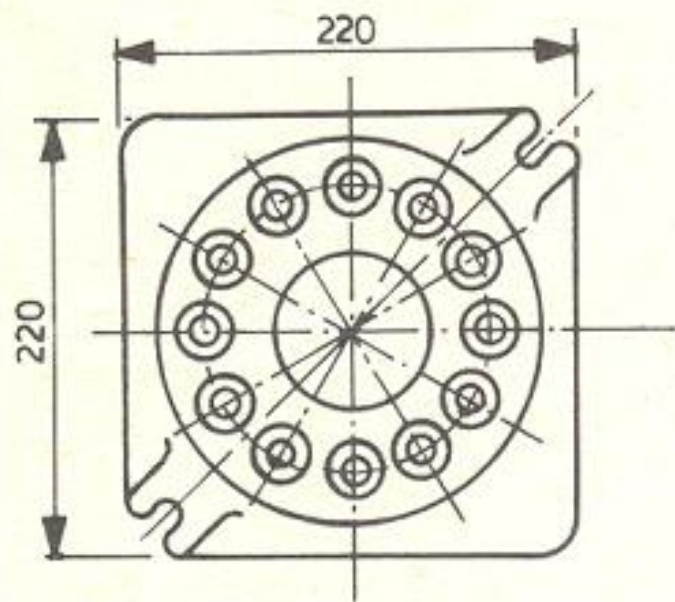
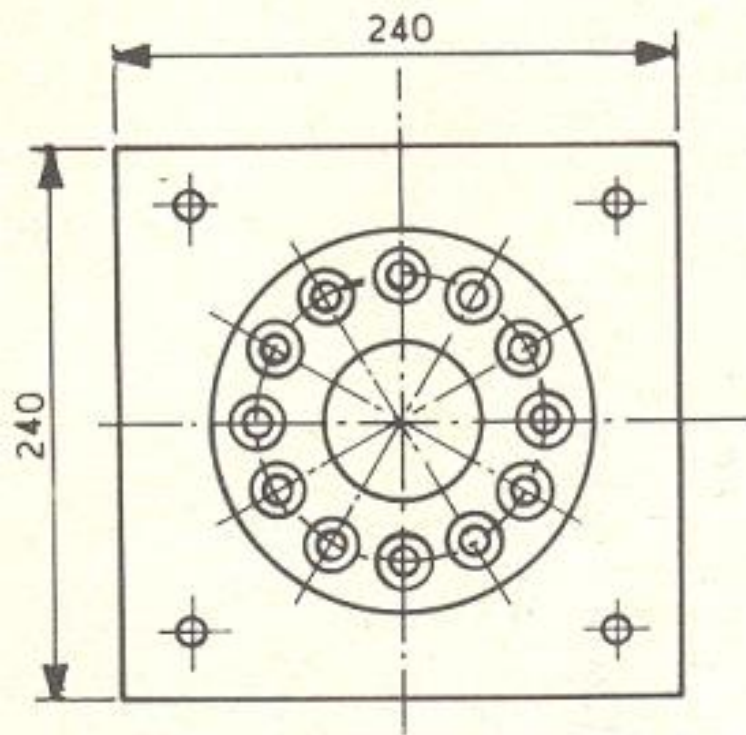


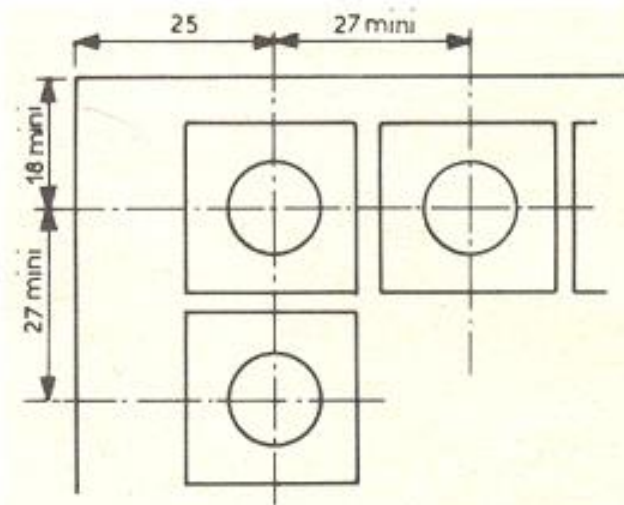
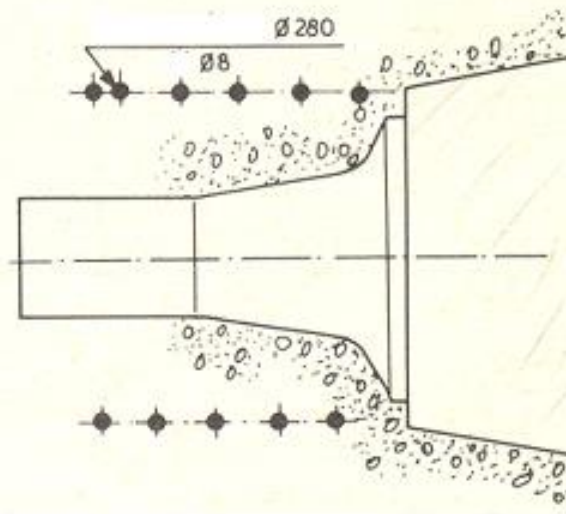
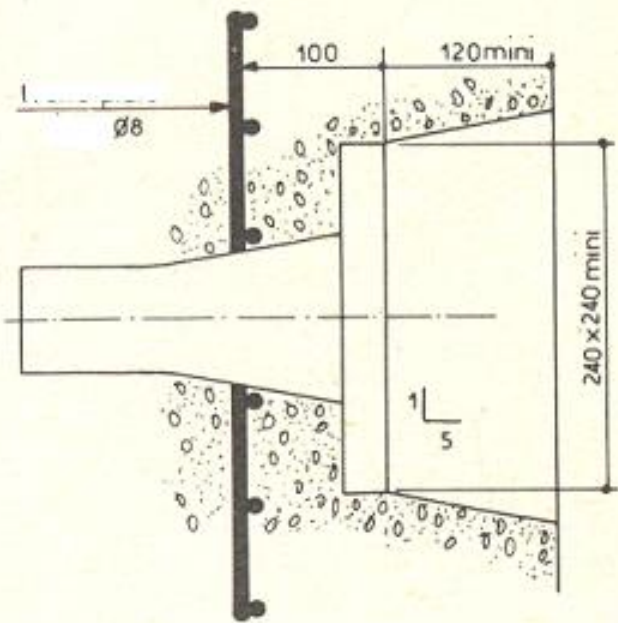












1/20

4. گروت

از آب سیمان و ماده منبسط شونده
و گاهی ماسه تشکیل شده.

بعد از کشش کابلها با پمپ

مخصوص از طریق گروت ونت در

غلاف تزریق می شود.

چسبندگی بین کابل و بتن

تامین می شود.



تجهيزات ريختن دوغان



Digital Volumeter



Void Volume Measurement



Grout Pump



Vacuum Grout Injection

Figure 4.2 – Vacuum Grouting Equipment

مشخصات مصالح مصرفی

بتن

فولادهای پیش تنیدگی

مشخصات	$1 \varnothing_8$	$1 \varnothing_{12}$	$1 T_{13}$	$1 T_{10}$
سطح مقطع mm^2	۵۰/۳	۱۱۳	۹۴	۱۴۰
نیروی کششی ماکزیمم (KN)	۷۵	۱۴۰	۱۴۰	۲۱۰
تنش کششی ماکزیمم (MPa)	۱۴۹۰	۱۲۴۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰

مراحل ساخت قطعه پیش کشیده

- 1- قالب بندی قطعات پیش ساخته
- 2- نصب کابل‌های پیش تنیدگی
- 3- کشیدن کابل‌ها به میزان مورد نظر
- 4- بتن ریزی در قالب
- 5- عمل آوری بتن و رساندن آن به مقاومت مورد نظر
- 6- قطع کابل‌ها و باز کردن قالب

ویژگی‌های پیش کشیدگی

- استفاده در قطعات پیش ساخته
- نیاز به قالب‌های مخصوص و بسته‌های محکم
- نیاز به کارخانه و انبار و تجهیزات ساخت و حمل
- کنترل کیفیت کارخانه ای
- انتقال نیرو تنها از طریق چسبندگی بین کابل و بتن
- وجود درز بین قطعات

پس کشیدگی

انتقال تمام نیروی کابلها به بتن با کمک ابزارانتهایی



امکان استفاده از هر نوع قالب عادی



عدم نیاز به کارخانه و تجهیزات حمل سنگین



امکان اجرای پلانهای معماری متنوع



عدم وجود درز در بتن



انواع سیستم‌های پس کشیده

Bonded

➤ چسبیده

Unbonded

➤ غیر چسبیده

سیستم چسبیده

پر کردن غلافها با دوغاب گروت پس از کشیدن کابلها

هر غلاف 3 تا 5 کابل را پوشش می دهد.

سیستم غیر چسبیده

غلافها با گروت پر نمی شود.

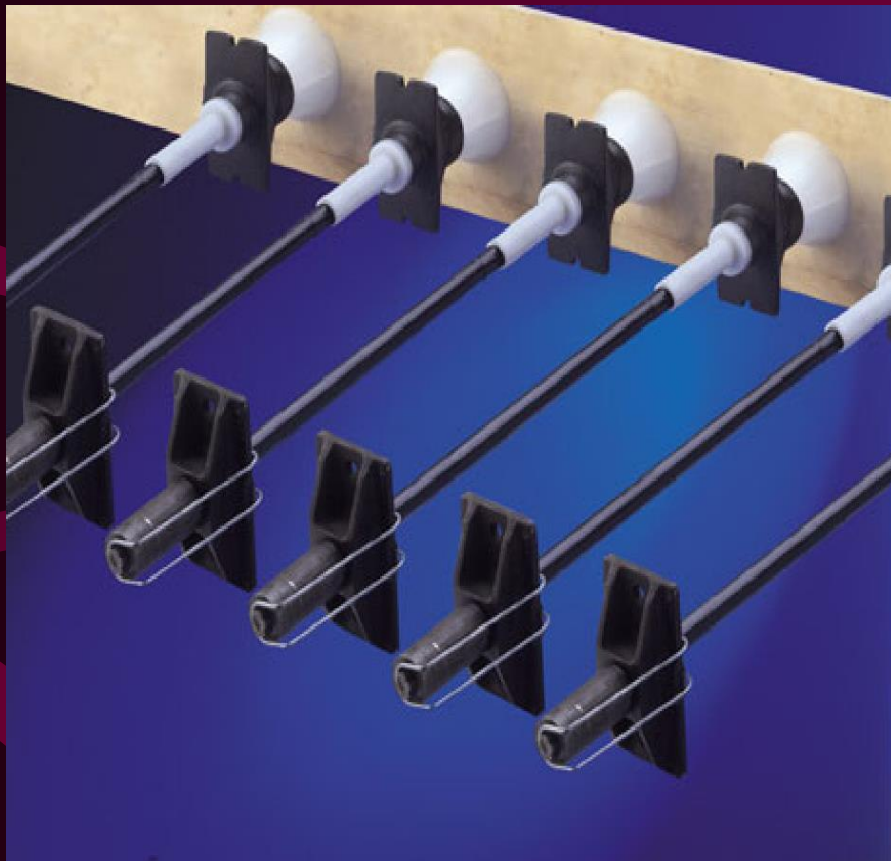
معمولا هر غلاف تنها یک کابل را پوشش می دهد.

سیستم غیر چسبیده

مزایا

- ❖ امکان تعویض کابلها در صورت خوردگی
- ❖ امکان بازرسی جهت تعمیر و نگهداری در صورت استفاده خارجی
- ❖ ظاهر شدن علائم هشداردهنده قبل از خرابی در صورت اشکال
- ❖ مقرون به صرفه بودن در ساخت دالهای سقف
- ❖ دستیابی به بیشترین خروج از مرکزیت با قرار دادن کابلها نزدیک به سطح خارجی بتن
- ❖ سرعت بالایی ساخت به دلیل عدم تزریق دوغاب





معایب

❖ زمان بر بودن نصب آنها

❖ عدم وجود چسبندگی بین کابل و

فولاد و در نتیجه عدم عملکرد

یکپارچه در هنگام زلزله.

❖ ایمنی کمتر آنها (قطع آنها)

مزایای پس کشیدگی



➤ معماری

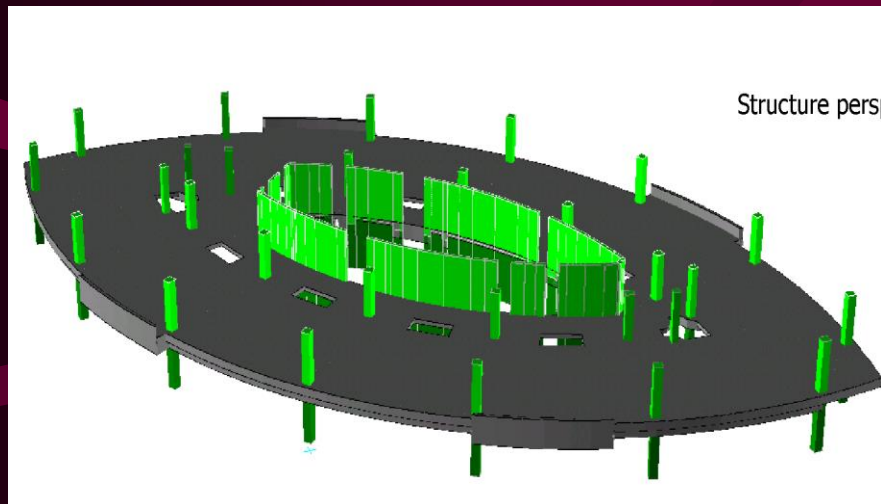
➤ سازه ای

➤ اقتصادی

➤ مزایای ویژه

مزایای معماری

انعطاف طرح



- سهولت در هماهنگ نمودن کابلها با ابعاد هندسی طرح یا بازشوهای دال
- قابلیت استفاده در پلانهای نامنظم
- امکان ایجاد بازشوهای بزرگ در اصلاحات آینده

مزایای معماری



تسهیلات برای تأسیسات

قابلیت بیشتر جهت عبور

تأسیسات و لوله‌ها

بهینه شدن عملکرد حجمی

فضا

مزایای معماری



دهانه بلند

امکان ایجاد دهانه های
بلندتر نسبت به بتن مسلح
معمولی تا 50 درصد

بهره گیری از دهانه های
وسیع بدون ستون

مزایای معماری



سطح زیرین سقف به
صورت تخت

ایجاد شرایط مناسب برای
پارتیشن بندی فضا به علت
عدم وجود آویز تیرها

آرماتورهای برشی و خمشی
متصل کننده سقف به
ستون و دیوار

مزایای سازه ای



کنترل تغییرشکل

ایجاد "بار متعادل" به صورت
یک نیروی Uplift در خلاف
جهت ثقل

امکان کنترل تغییرشکل ناشی از
بهره برداری، با تغییر میزان پس
کشیدگی

مزایای سازه ای



دالهای نازک تر

کاهش ضخامت دال نسبت
به دهانه بعلت سختی بیشتر
و تغییر شکل کمتر ناشی از
پیش تنیدگی

مزایای سازه ای

کنترل ترک

کنترل ترک خوردگی کف

دستیابی به ساختمان بدون

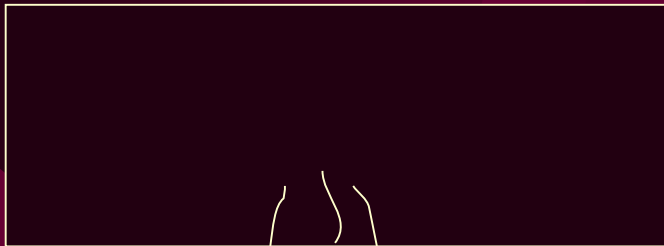
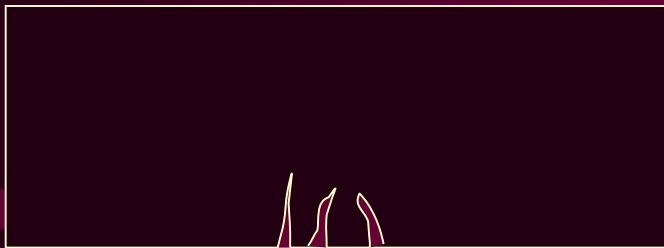
ترک در صورت طراحی

درست

افزایش طول عمر سازه با

جلوگیری از نفوذ آب و آب

بند بودن بتن



مزایای اقتصادی



کاهش ارتفاع طبقات

❖ کاهش ضخامت کل سقف

به علت حذف آویز تیرها

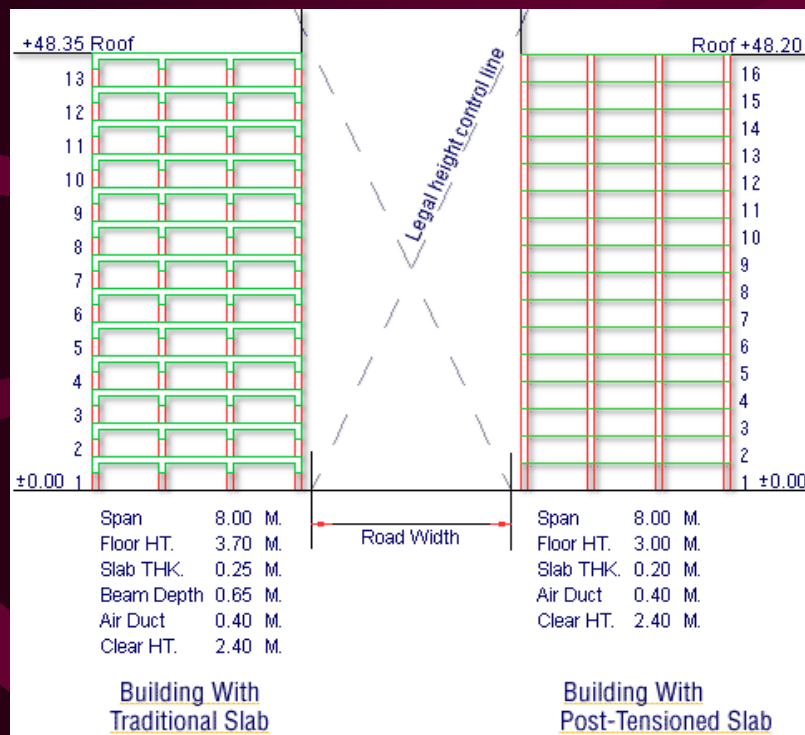
❖ کاهش وزن مرده ساختمان و

مصالح مصرفی

❖ افزایش مقاومت در برابر

آتش سوزی

مزایای اقتصادی



افزایش مساحت در ارتفاع

یکسان

کاهش ستونها و فضاهاي

پرت

افزایش طبقات در ارتفاع

محدود

مزایای اقتصادی

سازه سبکتر

20 % صرفه جویی در بتن

❖ صرفه جویی در حجم بتن

مصرفی ناشی از افزایش

کارایی مقاطع بتنی بوسیله

پس تنیدگی

60 % صرفه جویی در

آرماتور

❖ کاهش بیشتر هزینه ها به

علت سازه و فونداسیون

50 % صرفه جویی در

قالب بندی قائم

سبکتر ناشی از دالهای نازکتر

مزایای ویژه

❖ ساخت سریع

❖ صرفه جویی

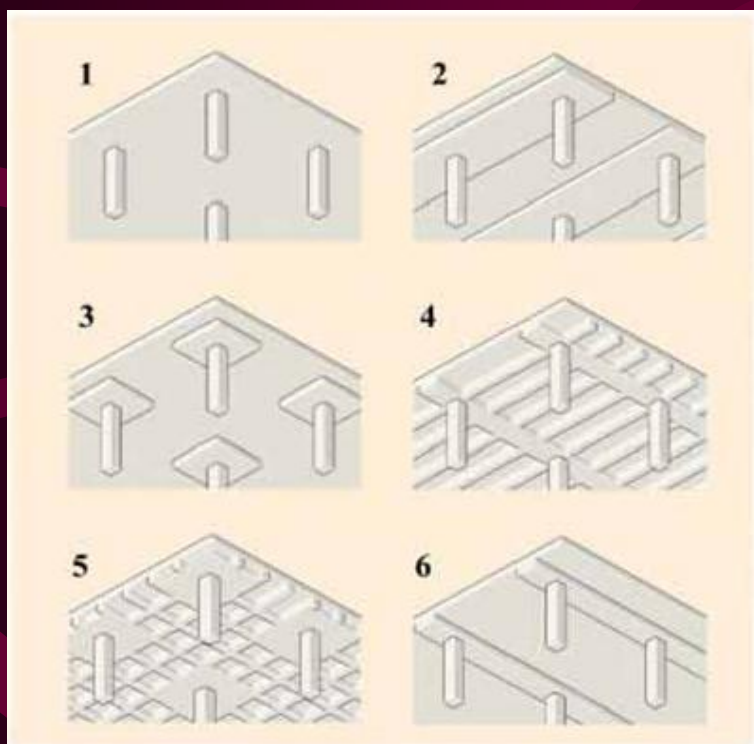
❖ دوام

❖ افزایش کارایی سیستم در زلزله

❖ کاهش هزینه کل طی ساخت و بهره برداری



اشکال متداول در دالهاي پس کشیده



1. دال تخت

2. دال تخت نواري

3. دال تخت صلب با کتیه

4. دال تیرک دار

5. دال مجوف دو طرفه

6. دال و تیر





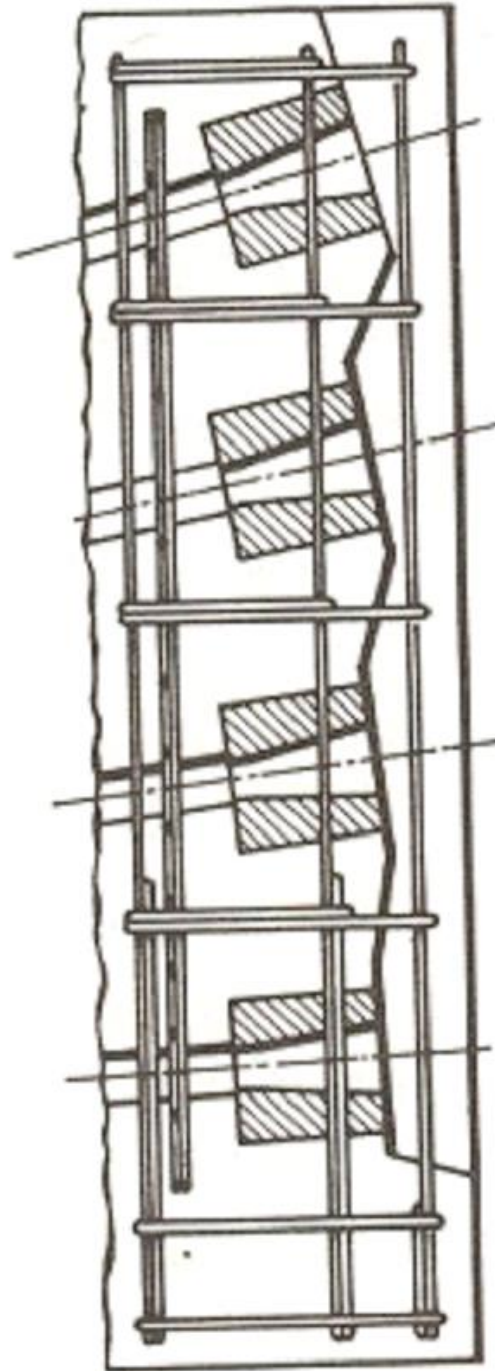
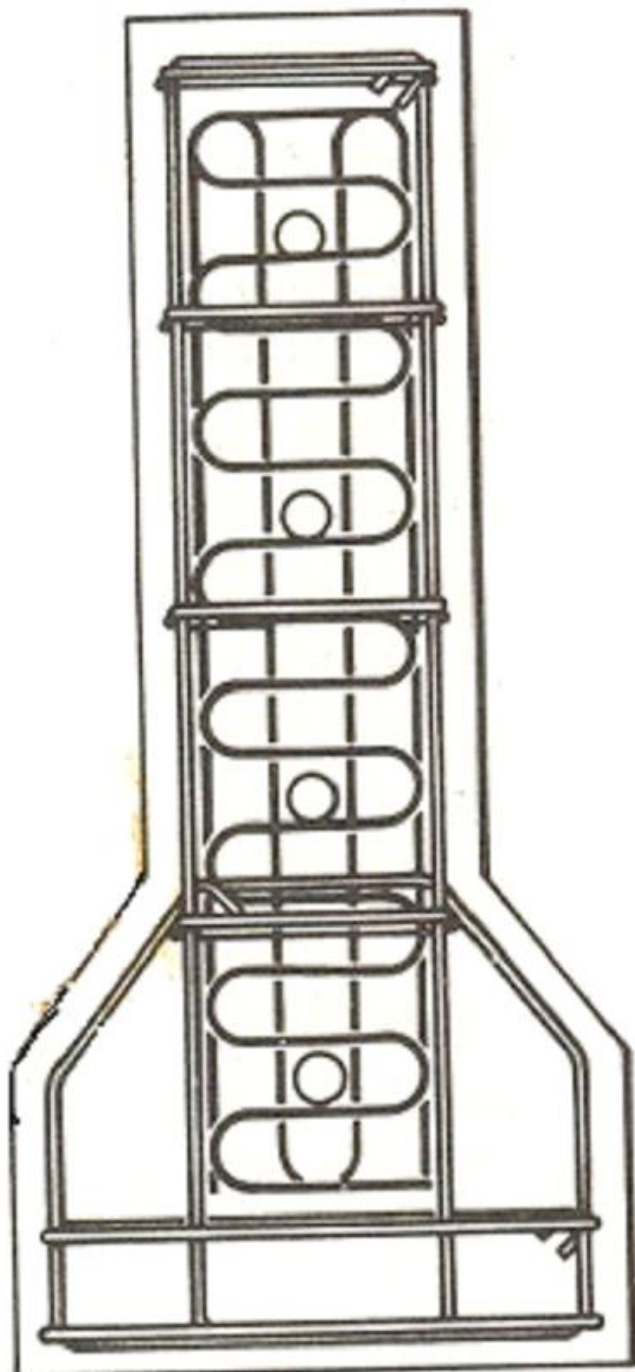


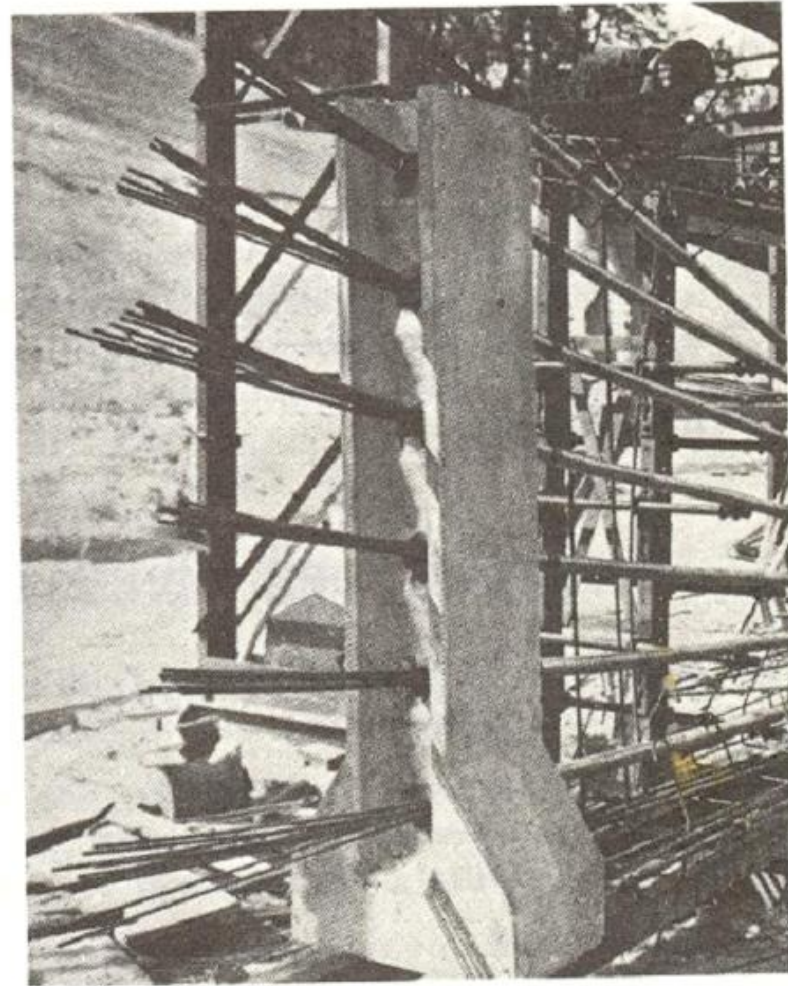
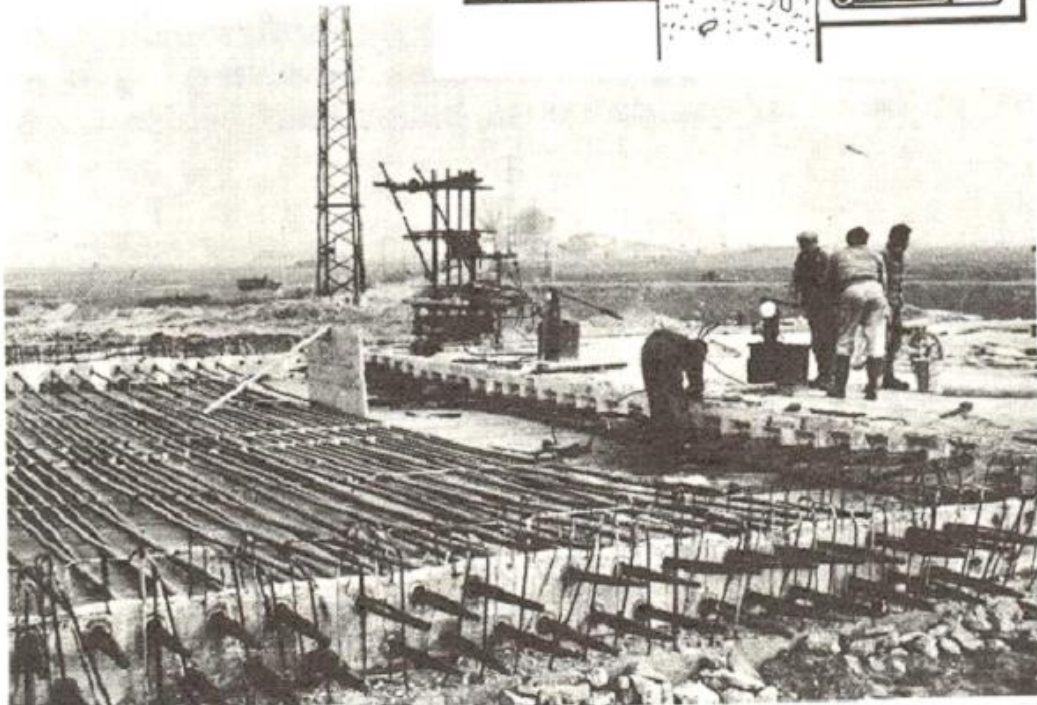
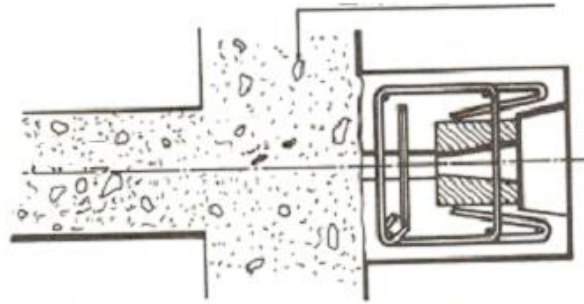


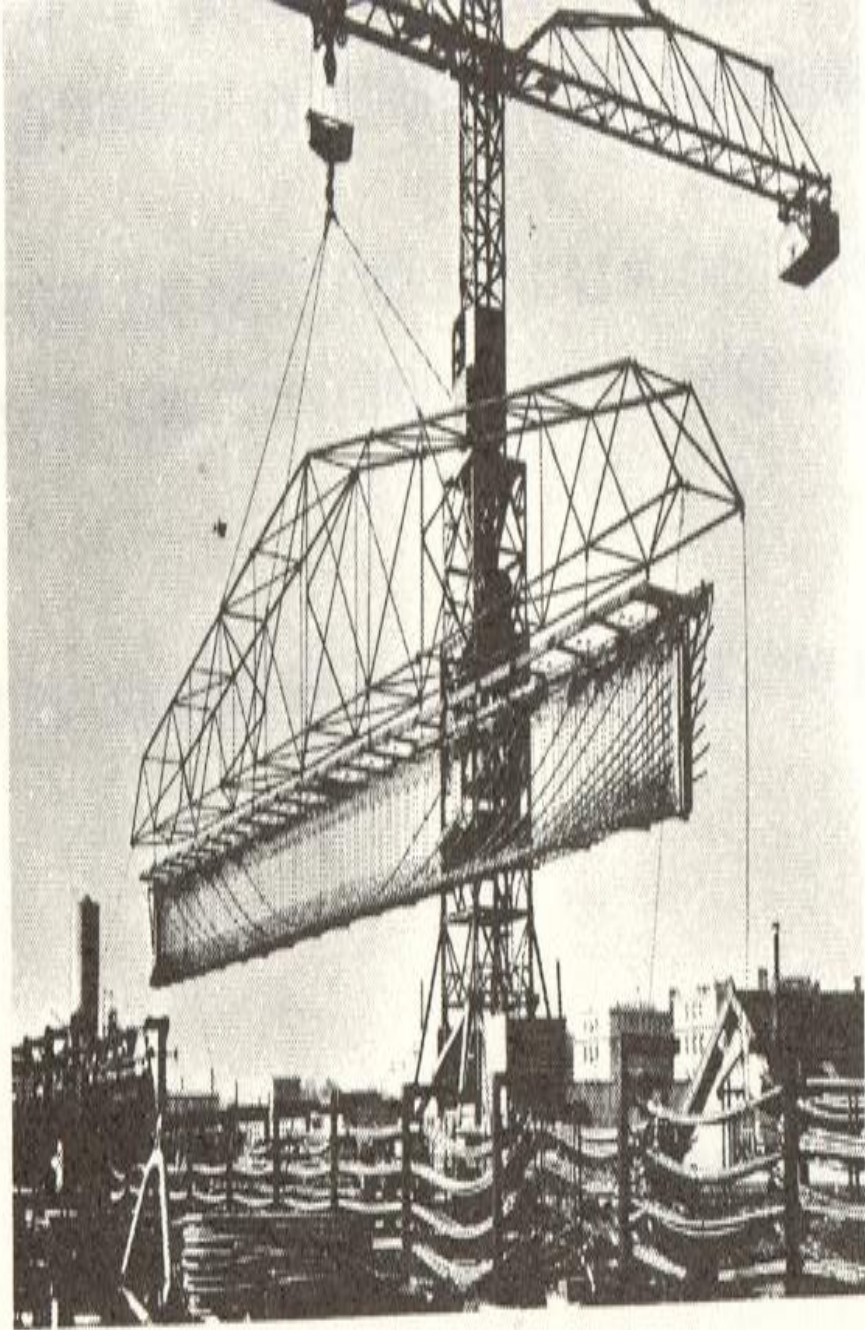
























ساخت تیرهای پیش تنیده به روش طره‌ای آزاد

➤ اجرای پله‌های پیوسته به دهانه متداول ۵۰ تا
۱۵۰ متر (حداکثر ۴۰۰ متر)

➤ روش ساخت:

✓ پیش ساختگی

✓ بتن درجا

مراحل ساخت :

- ۱- اجرای سیستم شالوده
- ۲- اجرای پایه‌های پل
- ۳- اجرای قطعات اولیه روی پایه‌ها
تأمین گیرداری به کمک کابل قائم یا پایه موقت
- ۴- ساخت قطعات بعدی و اتصال آنها به قطعات اولیه (طره‌ای)
- ۵- اجرای درز دو انتهای کنسول و پیوستگی عرشه در هر دهانه
- ۶- اصلاح سیستم تکیه گاه

اتصال قطعات با استفاده از

➤ کابل نصب

➤ کلید برشی

➤ چسب

➤ کابل‌های مورد استفاده شامل

✓ کابل‌های فوقانی (نصب)

✓ کابل‌های تحتانی (یکسرگی)

اتصال قطعات اولیه به پایه‌ها

➤ کابل قائم

➤ پایه موقت

➤ کاربردهای دیگر

✓ پیش‌تنیدگی خارجی در تعمیر و تقویت



نمونه های پیش تنیدگی



Figure 1.9 – Cast-In-Place Segmental Construction using Form Travelers

نمونه های پیش تنیدگی



نمونه های پیش تنیدگی

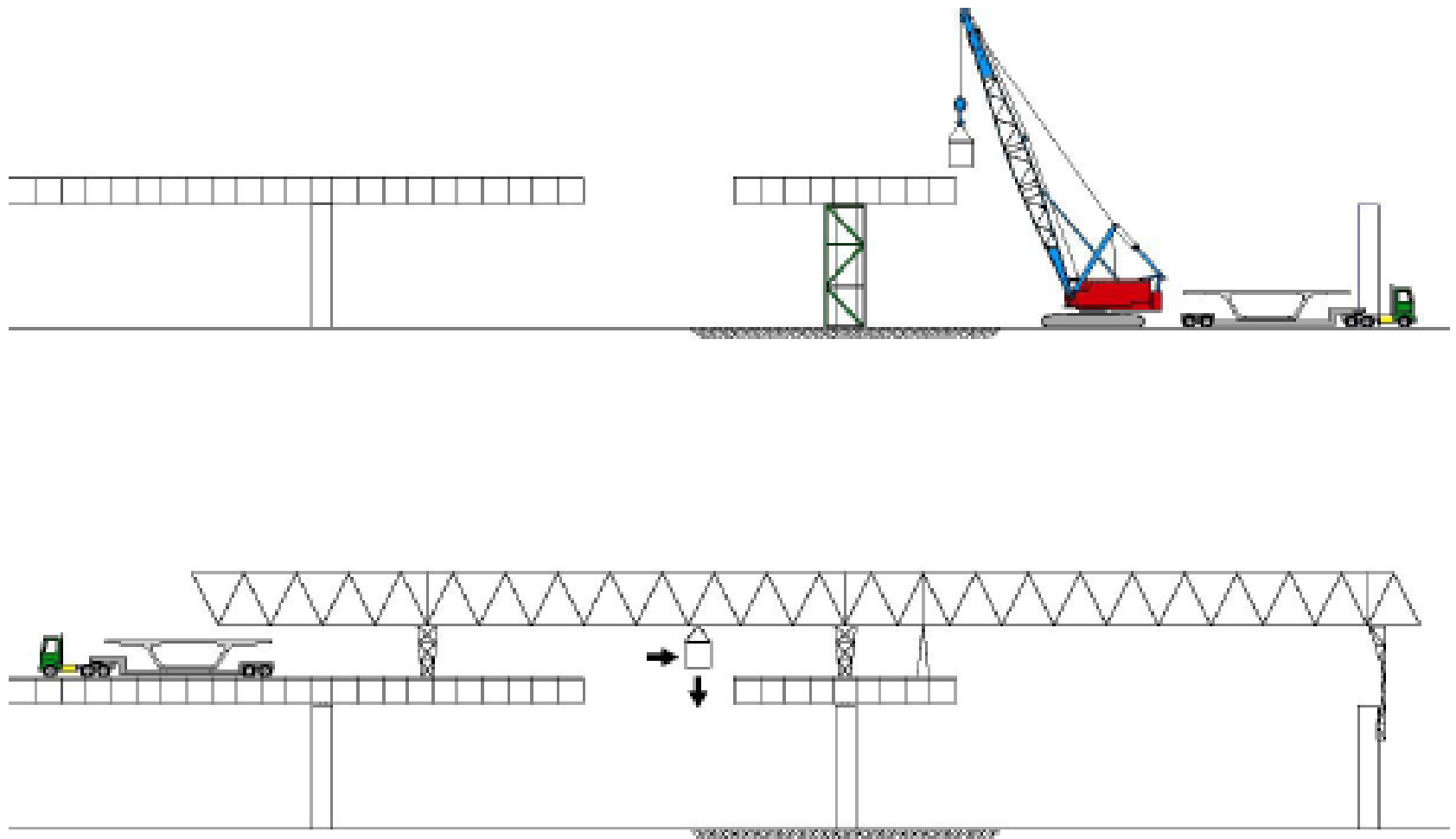


Figure 1.11 – Precast Segmental Balanced Cantilever Construction.

نمونه های پیش تنیدگی

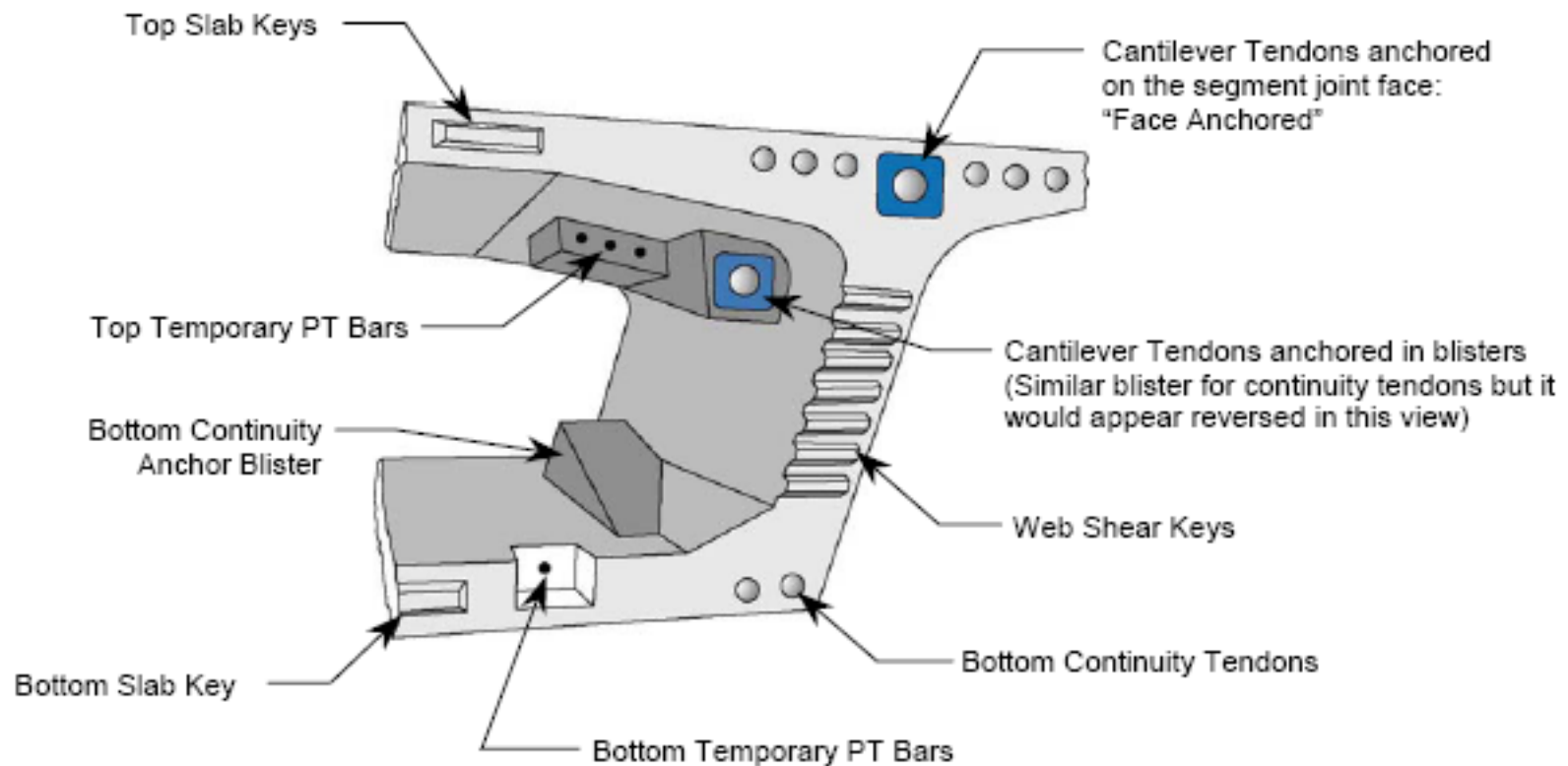


Figure 1.12 – Typical Balanced Cantilever Segment

نمونه های پیش تنیدگی

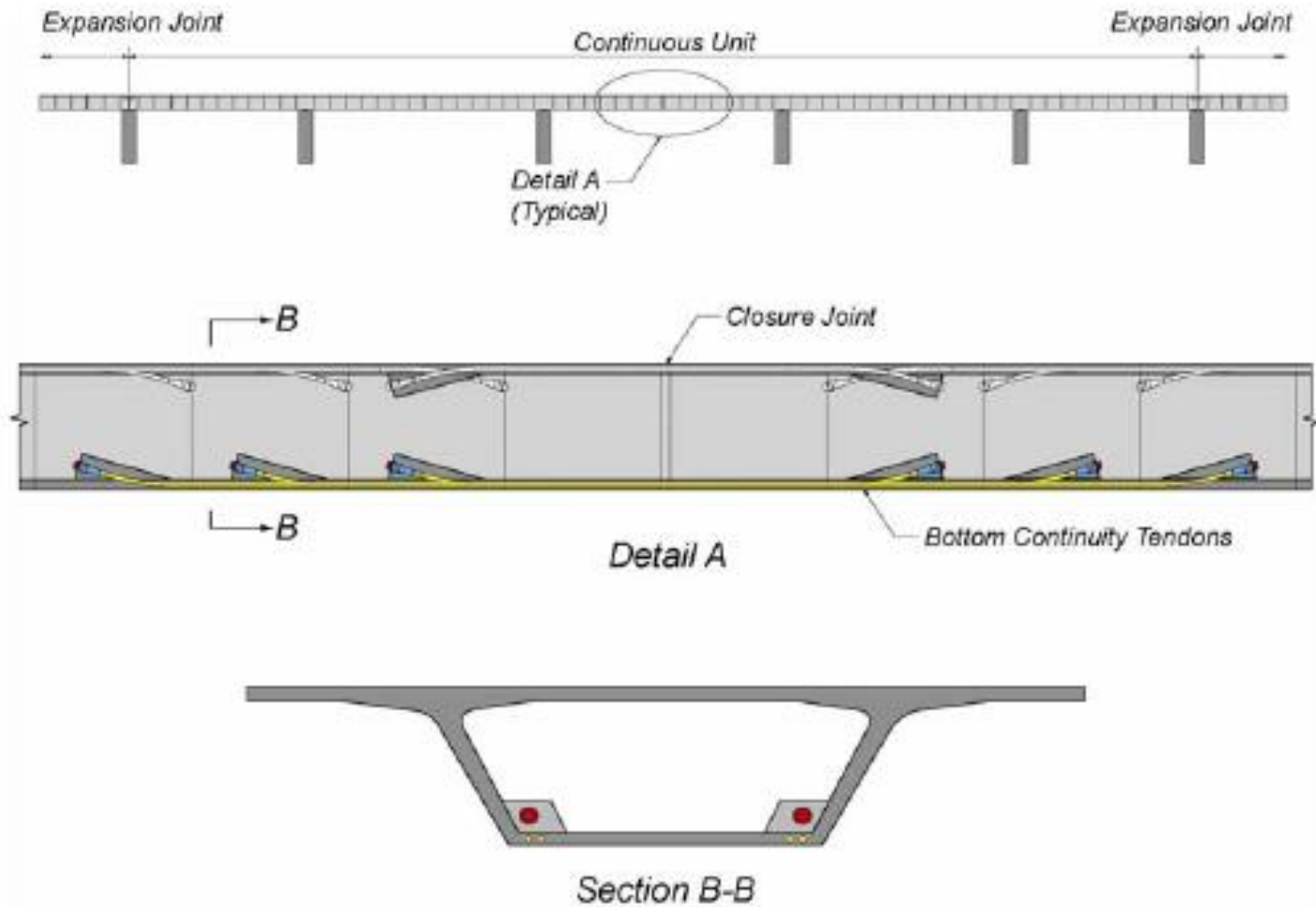


Figure 1.13 – Bottom Continuity Tendons for Balanced Cantilever Construction.

نمونه های پیش تنیدگی

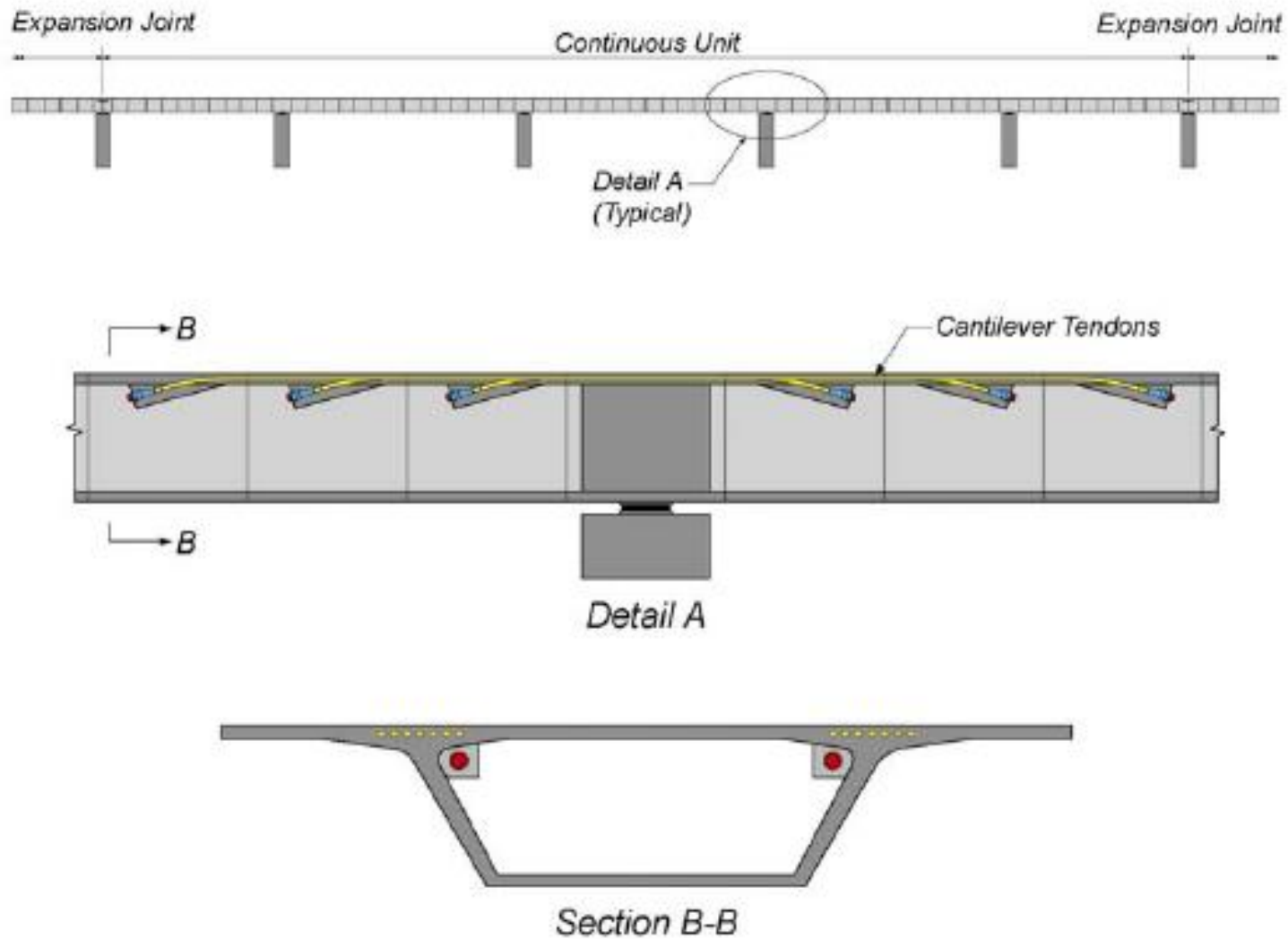


Figure C.2 – Cantilever Post-Tensioning Tendons Anchored in Top Blisters.

نمونه های پیش تنیدگی

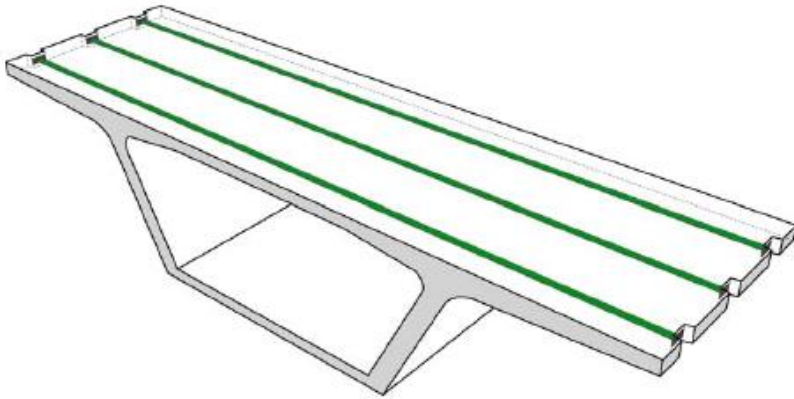


Figure C.10 – Transverse Post-Tensioning in the Top Slab of Box Girde

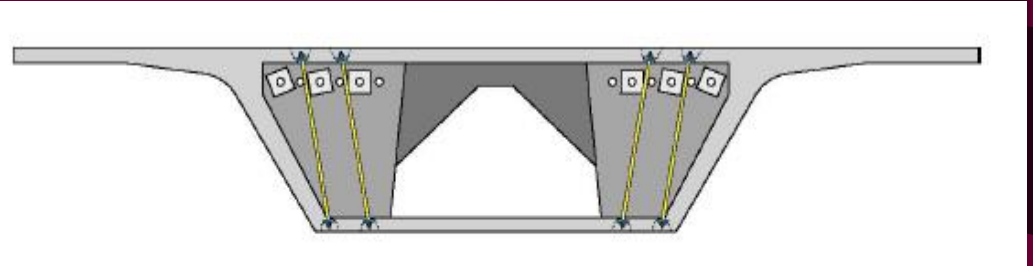


Figure C.12 – Vertical Post-Tensioning in Diaphragms.

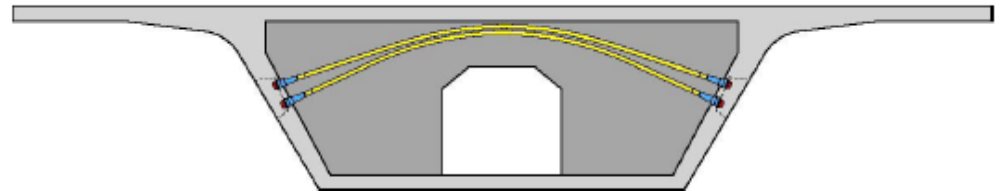


Figure C.11 – Transverse Post-Tensioning in Diaphragms.

نمونه های پیش تنیدگی

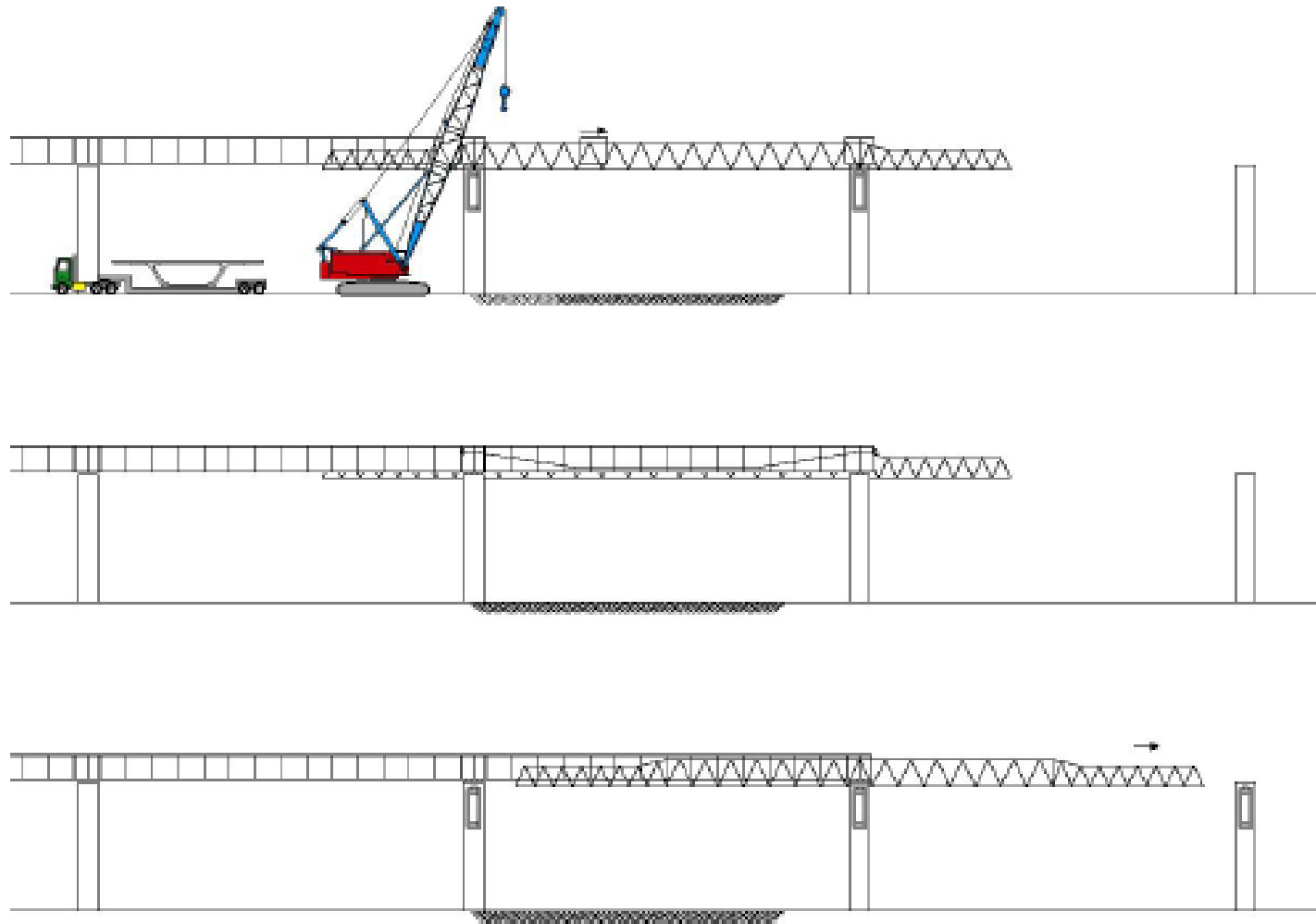


Figure 1.14 – Span-By-Span Construction.

نمونه های پیش تنیدگی

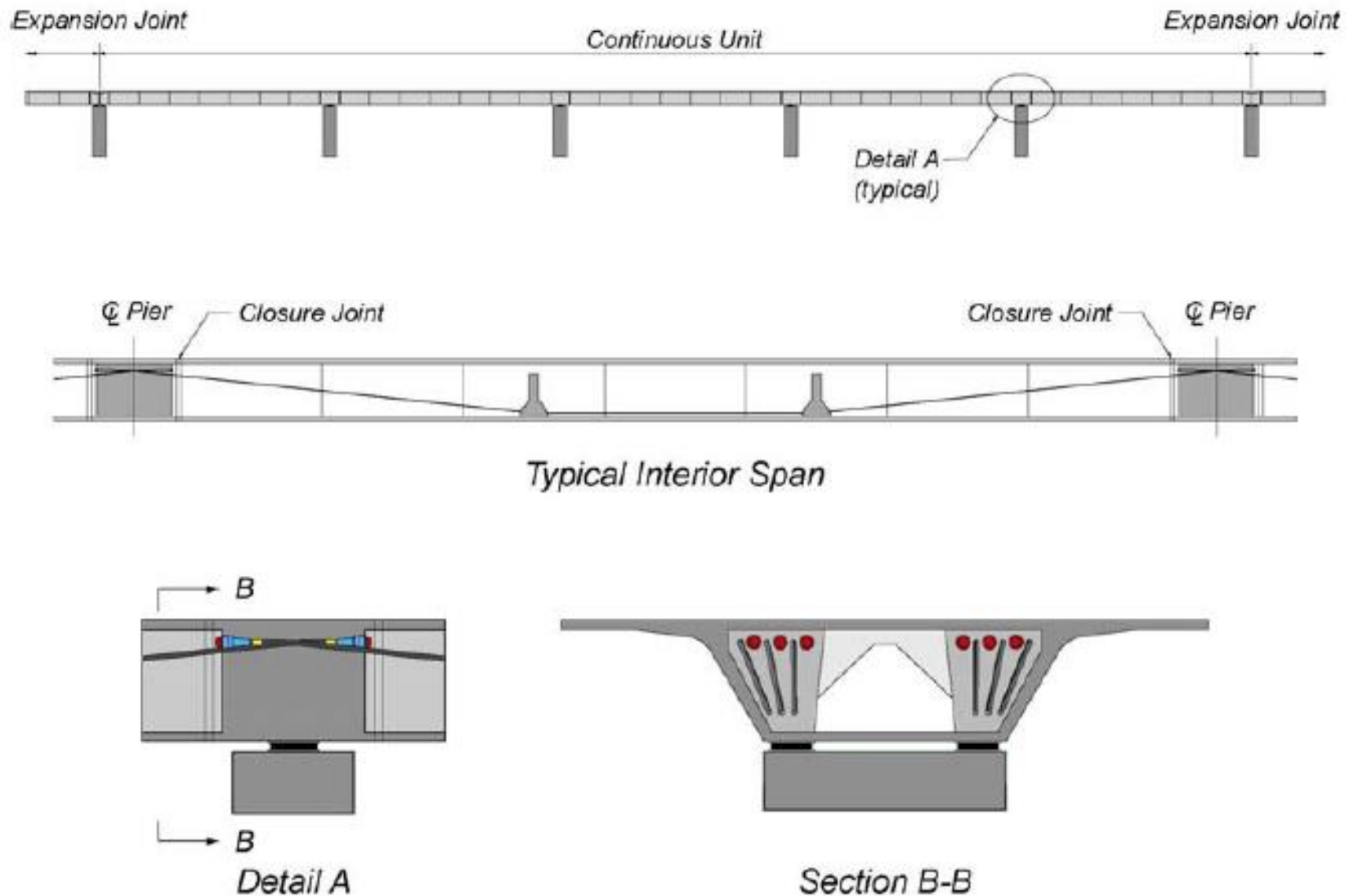


Figure 1.15 – Interior Span Post-Tensioning for Span-By-Span Construction.

نمونه های پیش تنیدگی

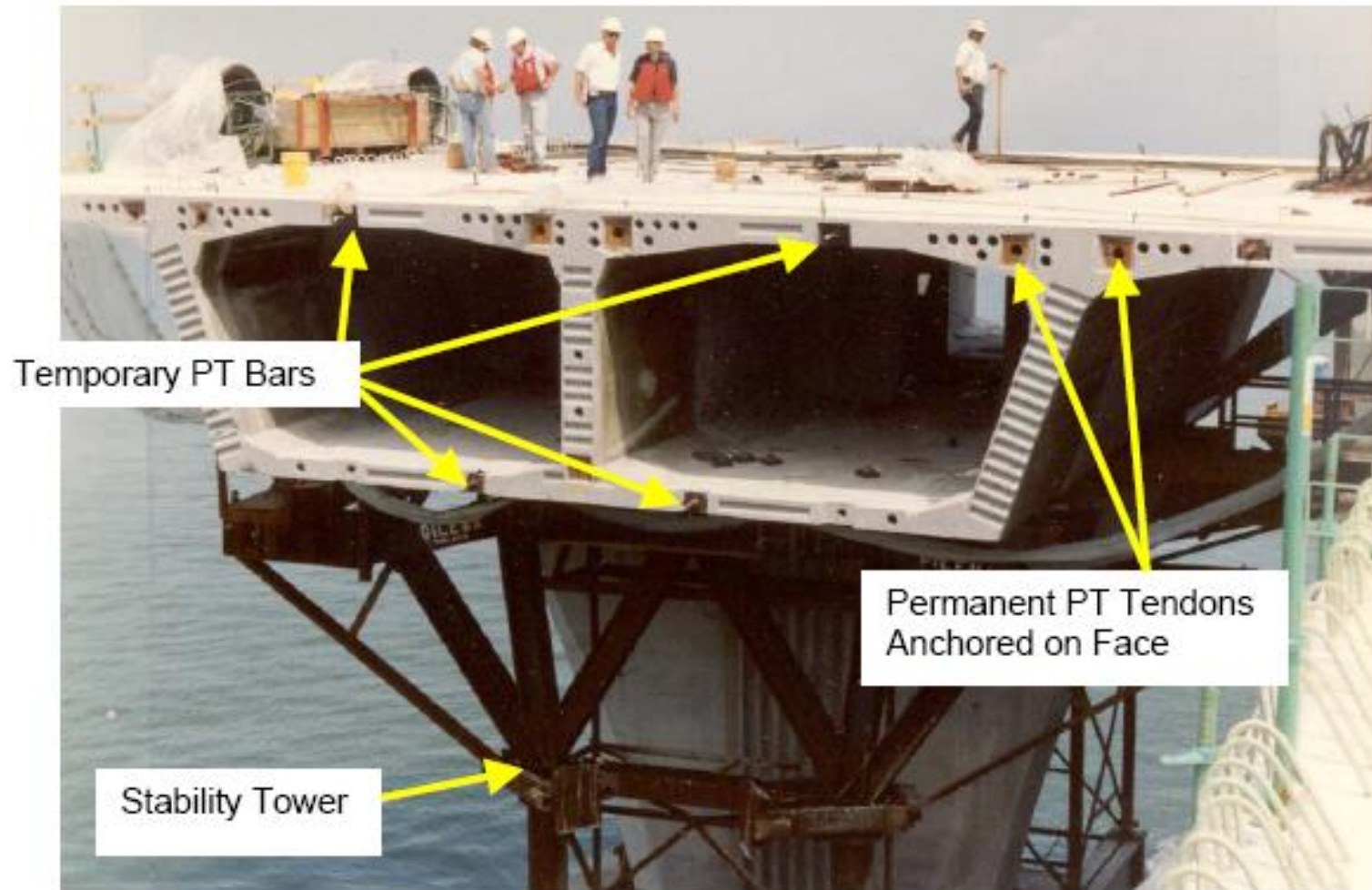


Figure 1.22 – Temporary PT Bars for Segment Erection

نمونه های پیش تنیدگی

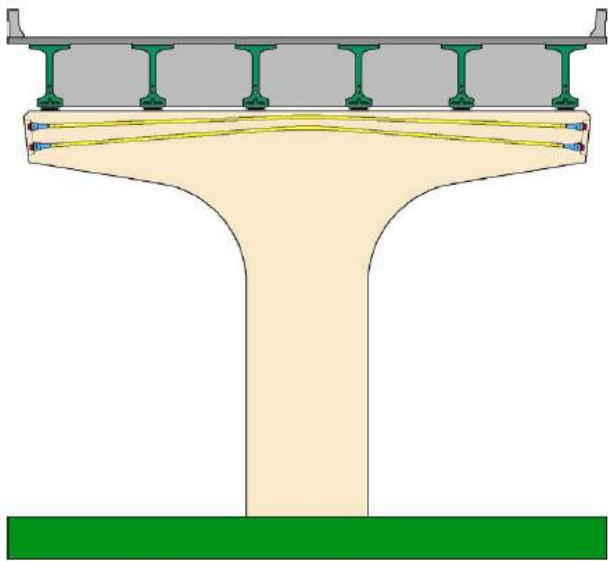


Figure 1.16 – Post-Tensioning in Hammerhead Piers.

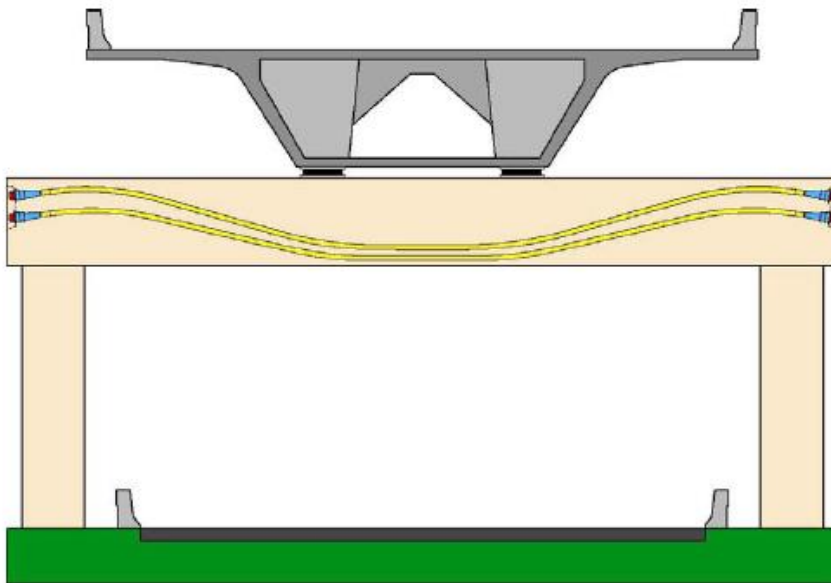


Figure 1.17 – Post-Tensioning in Straddle Bents.

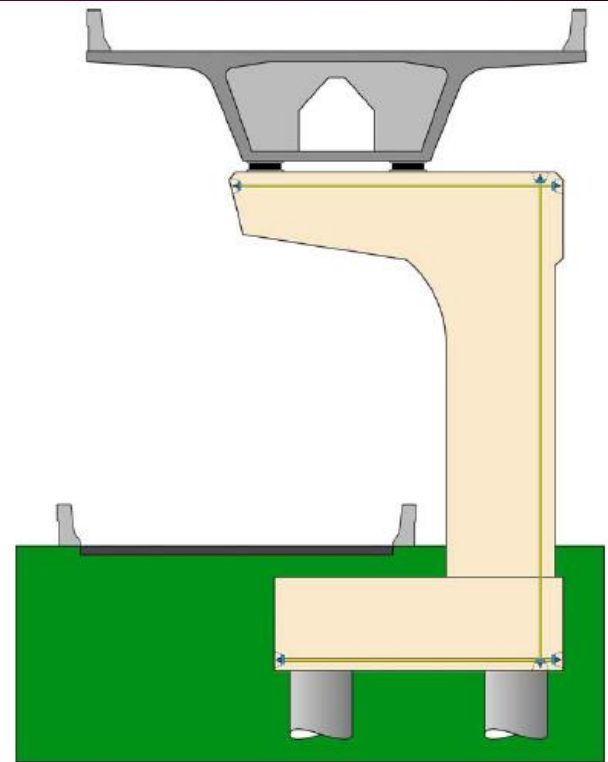
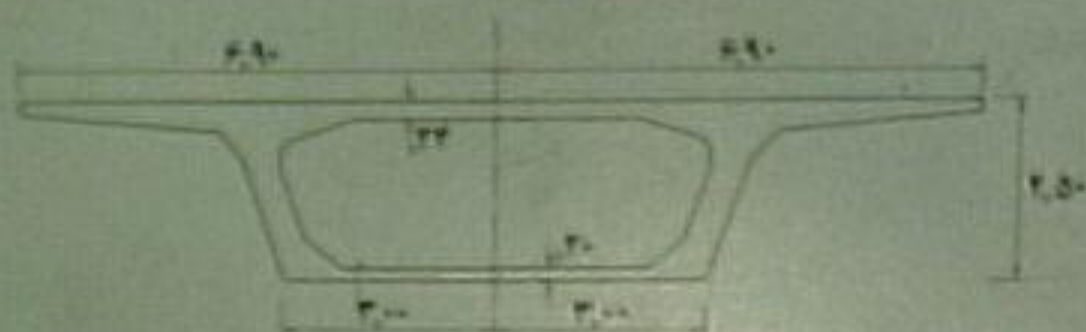
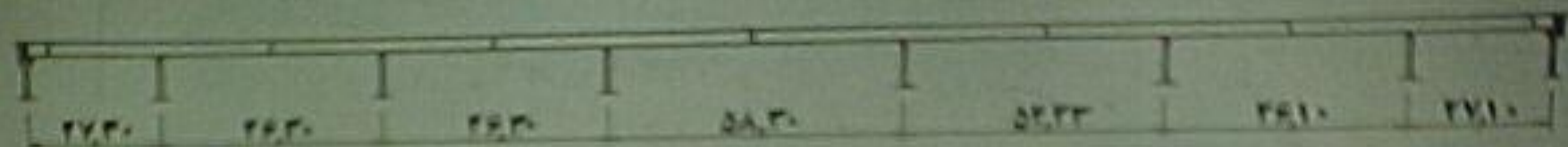


Figure 1.18 – Post-Tensioning in Cantilever Piers.



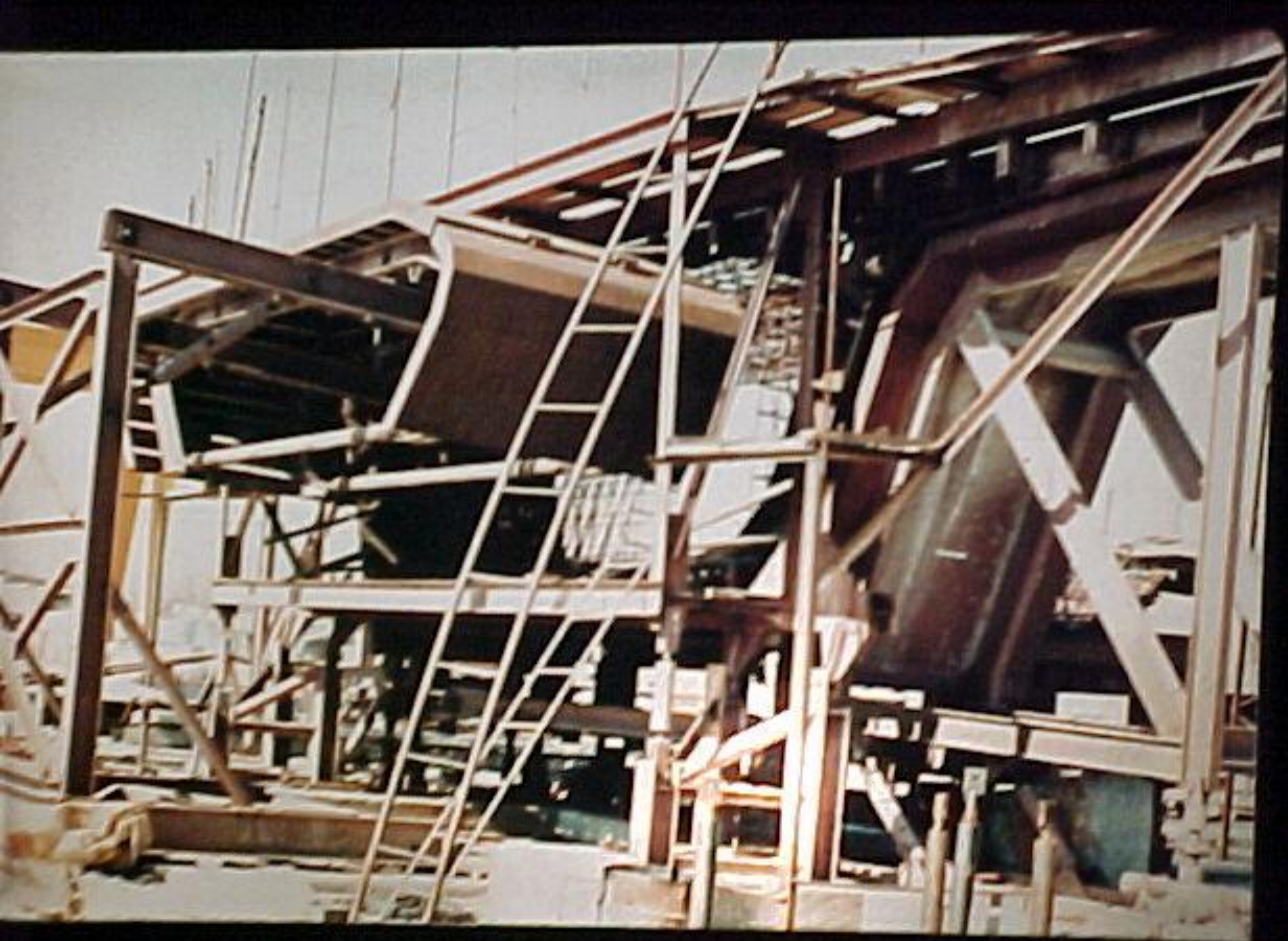
پروژه پل صابر قوب کسج

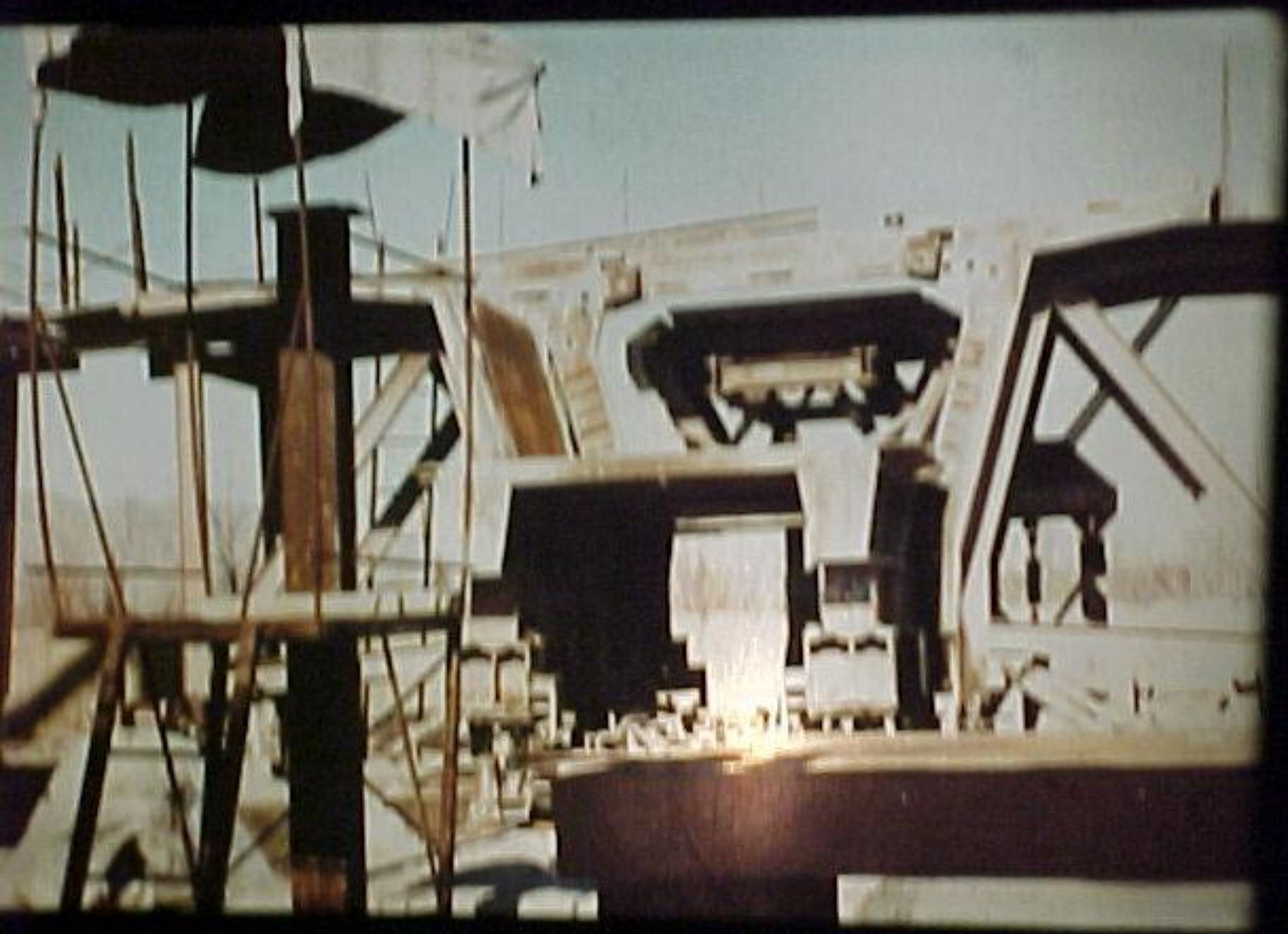
طول پل: ۳۰۴.۲۳ متر

عرض پل: ۱۳.۸۰ متر

تعداد دهانه: ۷

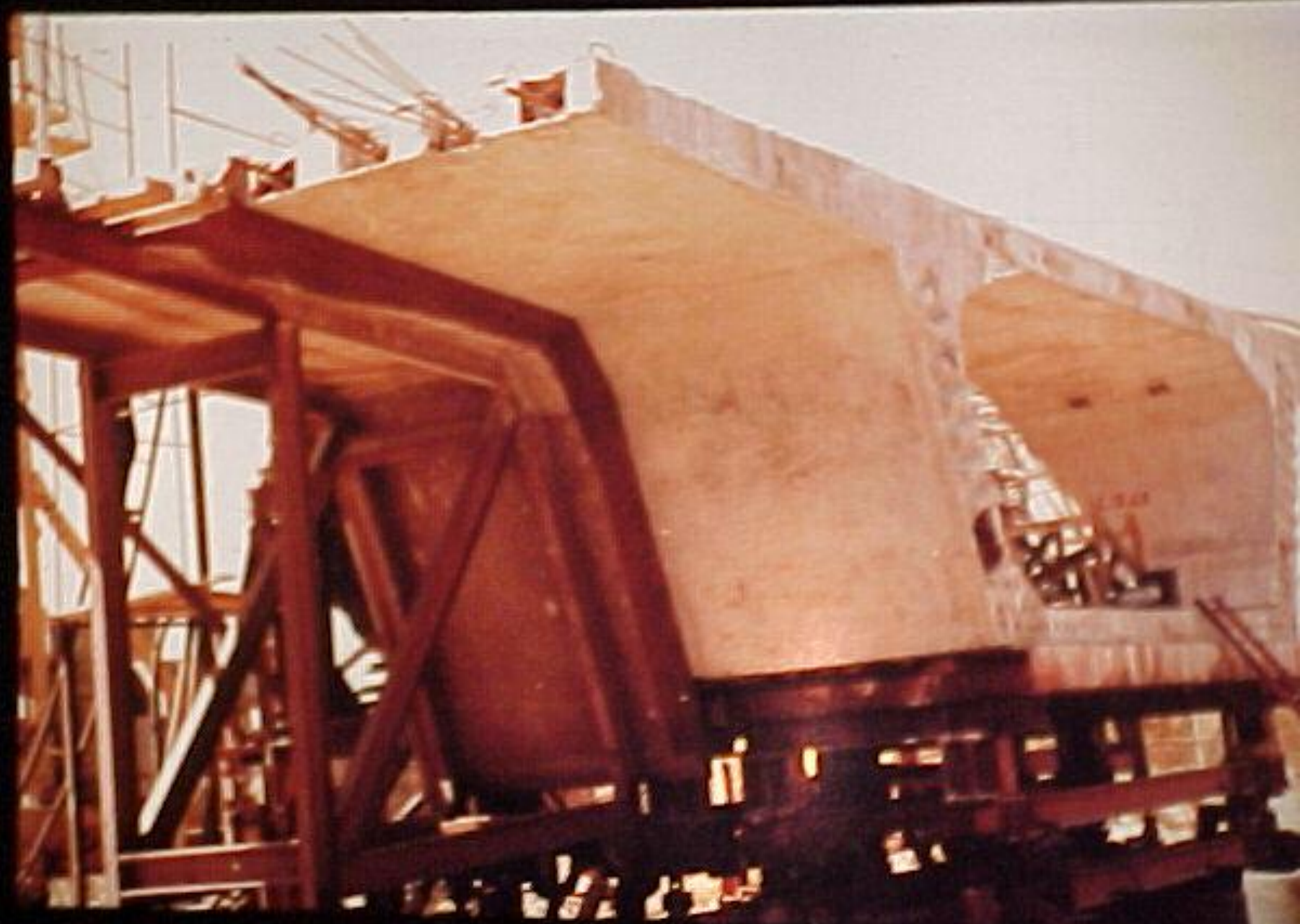
رسم: ۱:۱۰۰ و ۱:۲۰۰ و ۱:۵۰۰





















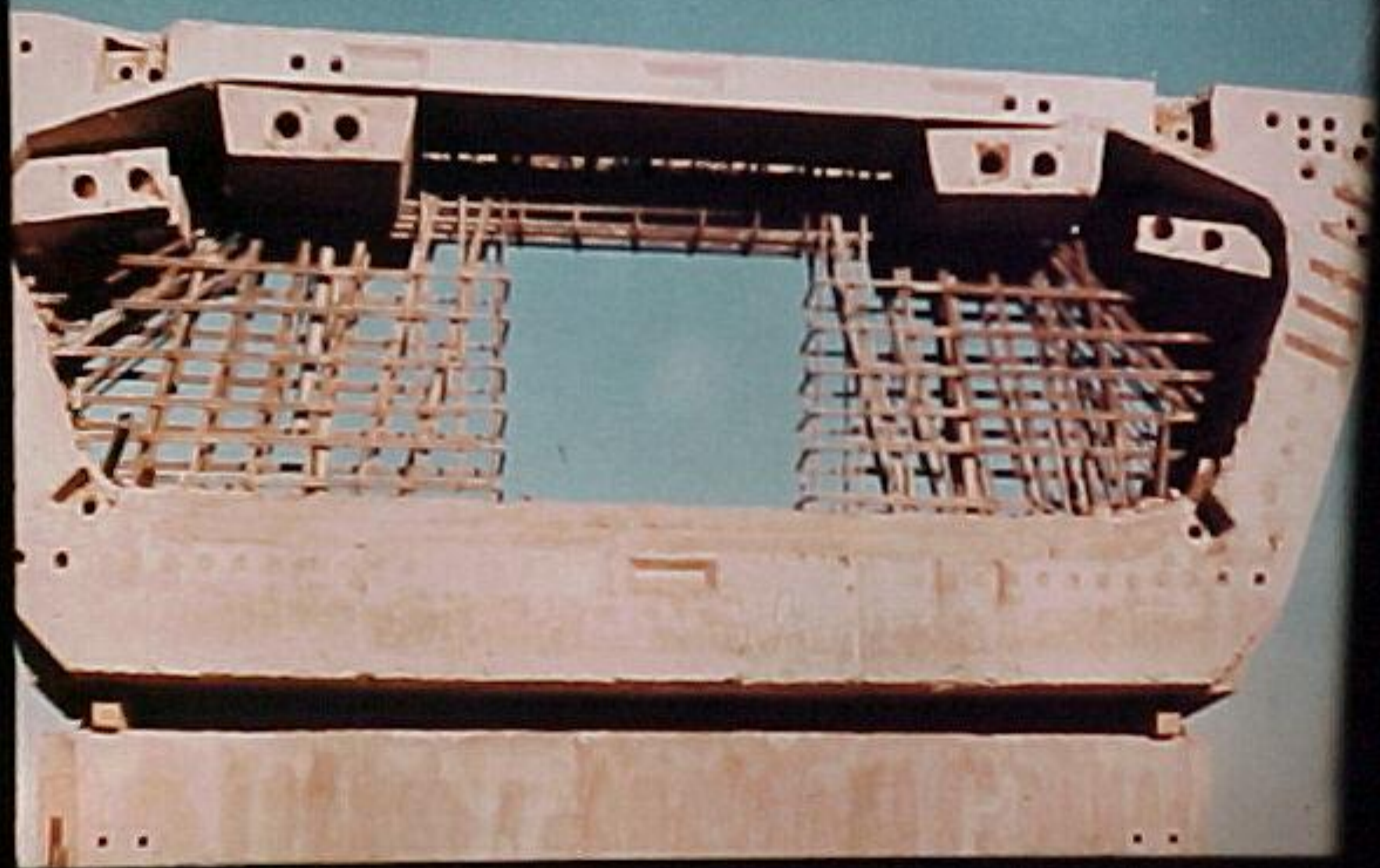






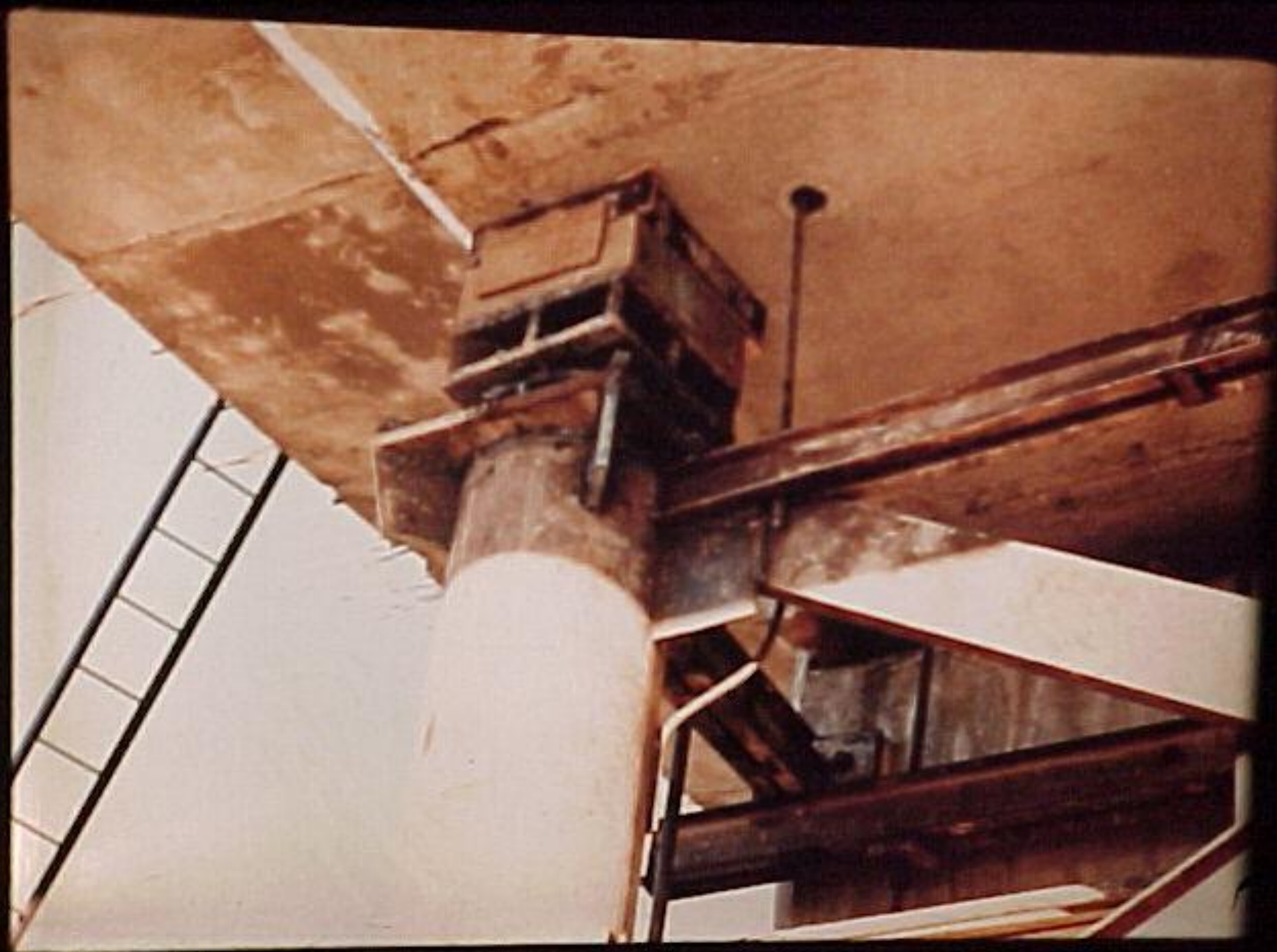


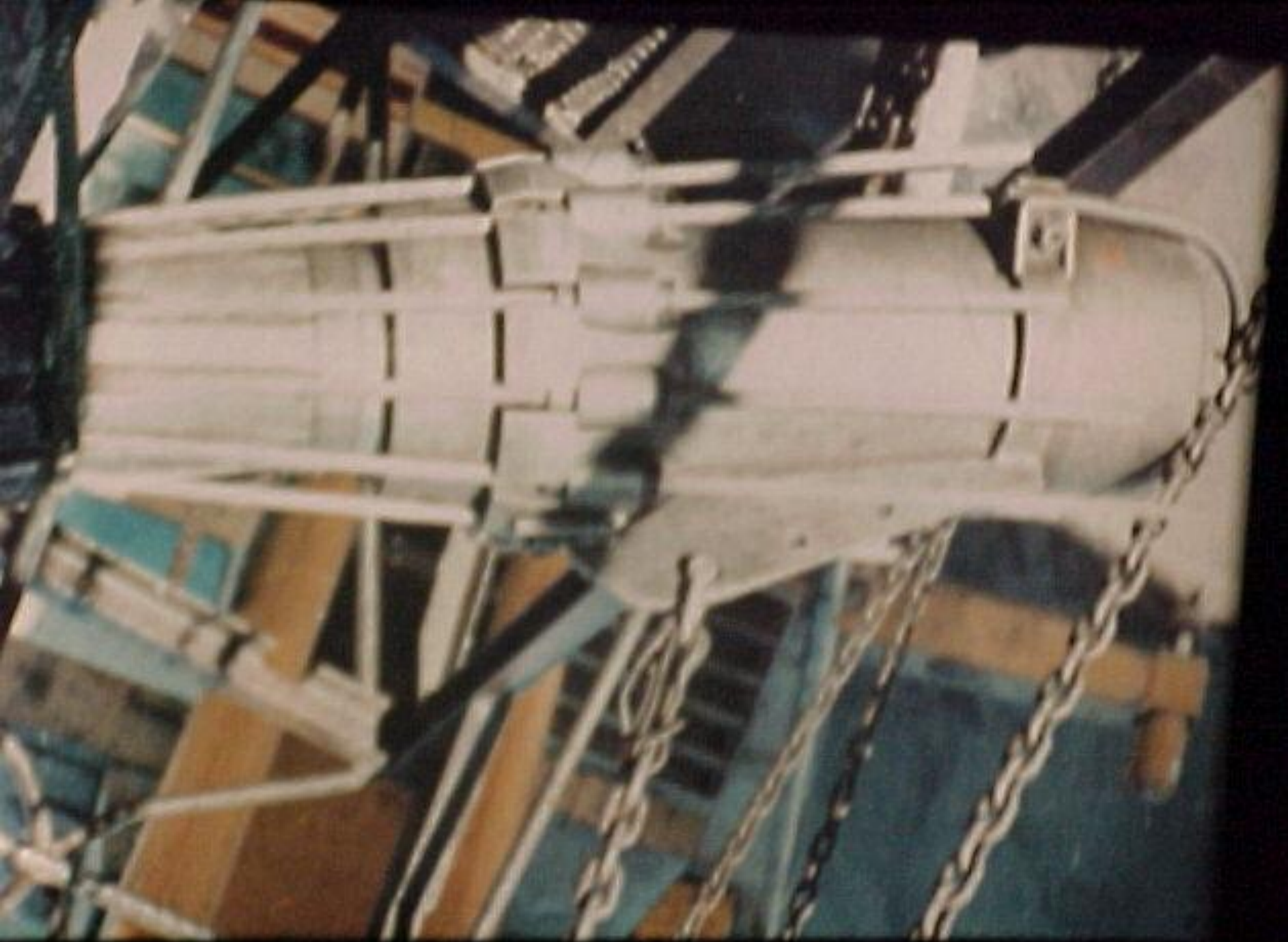


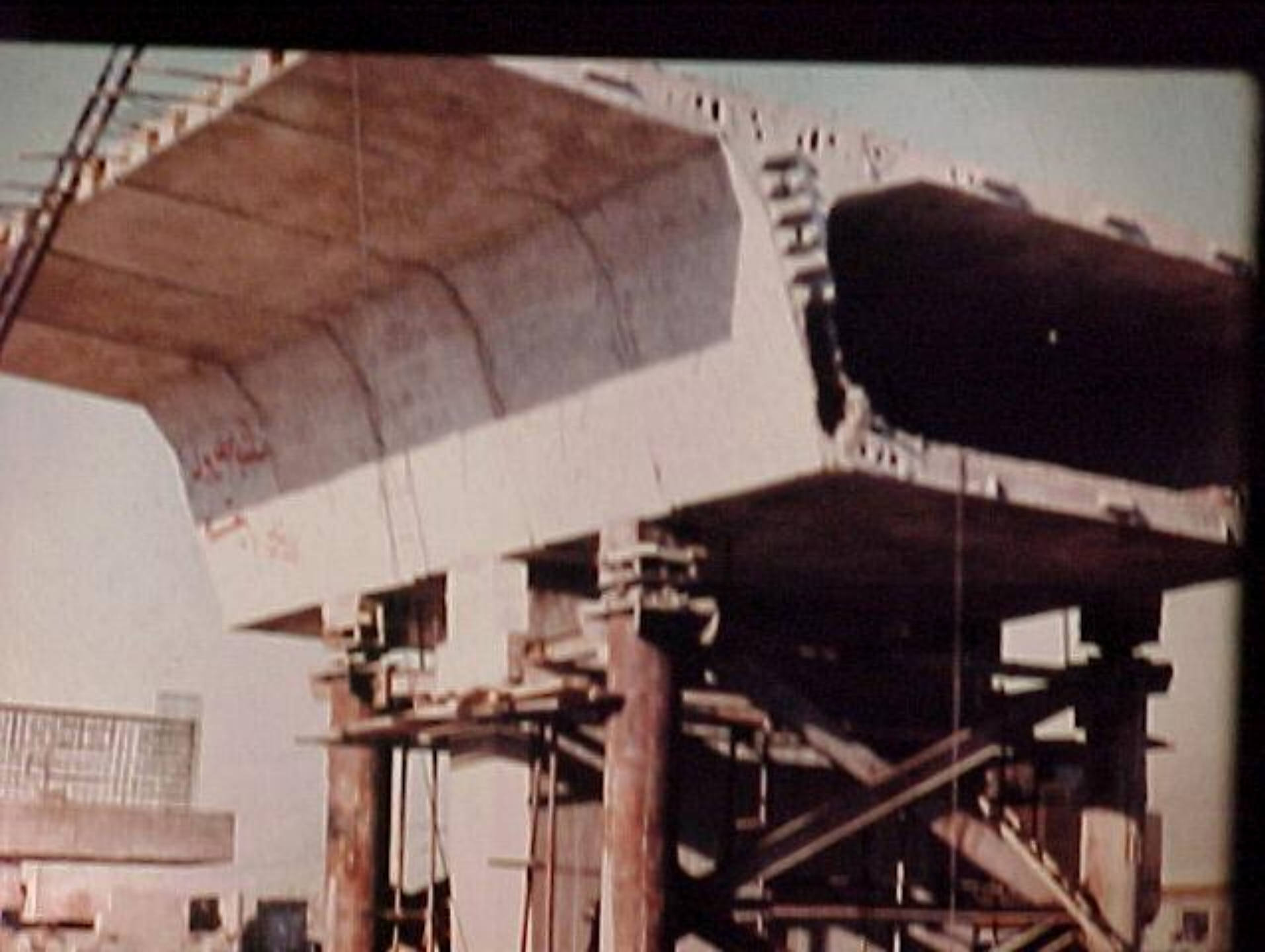








































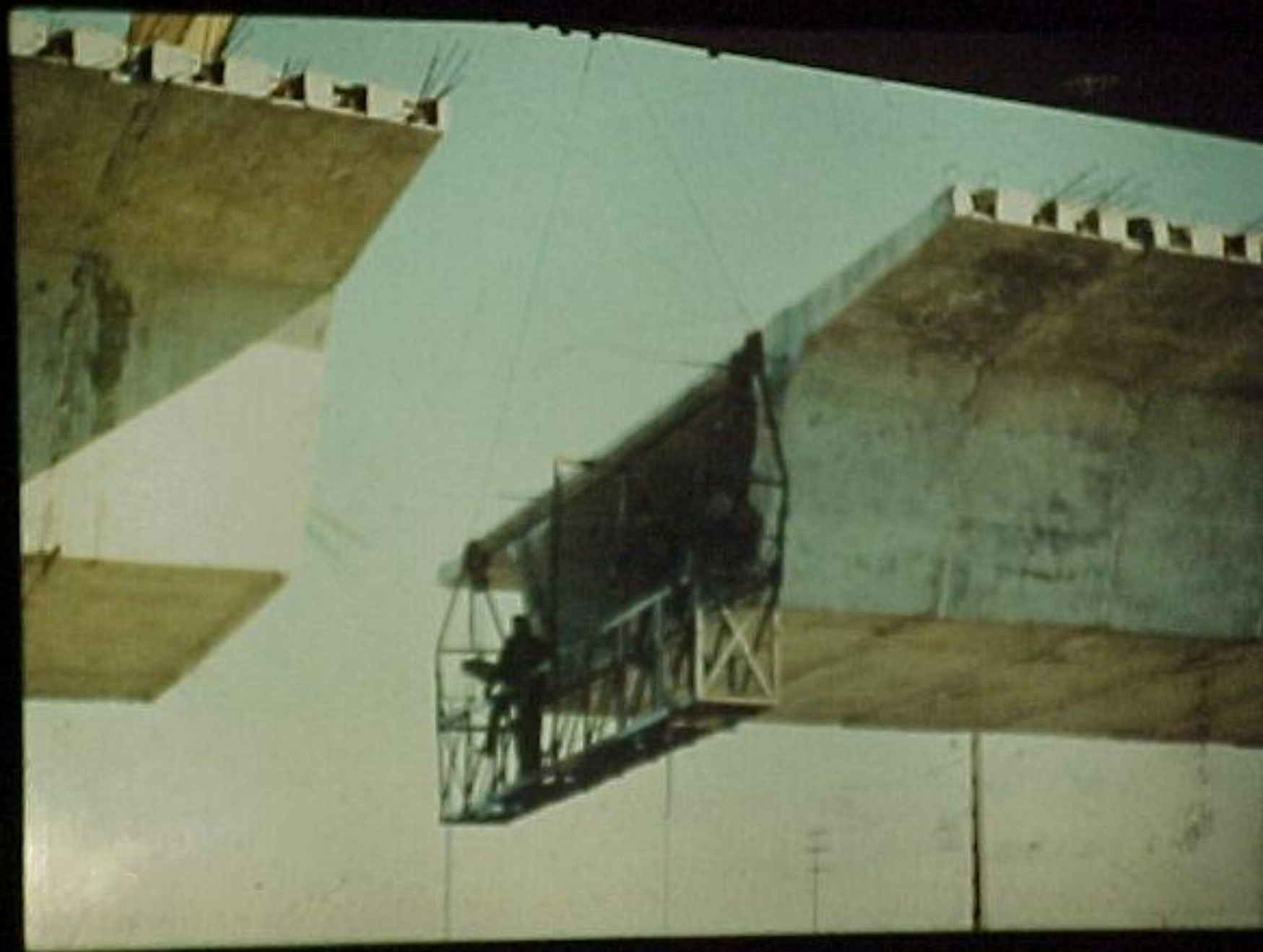






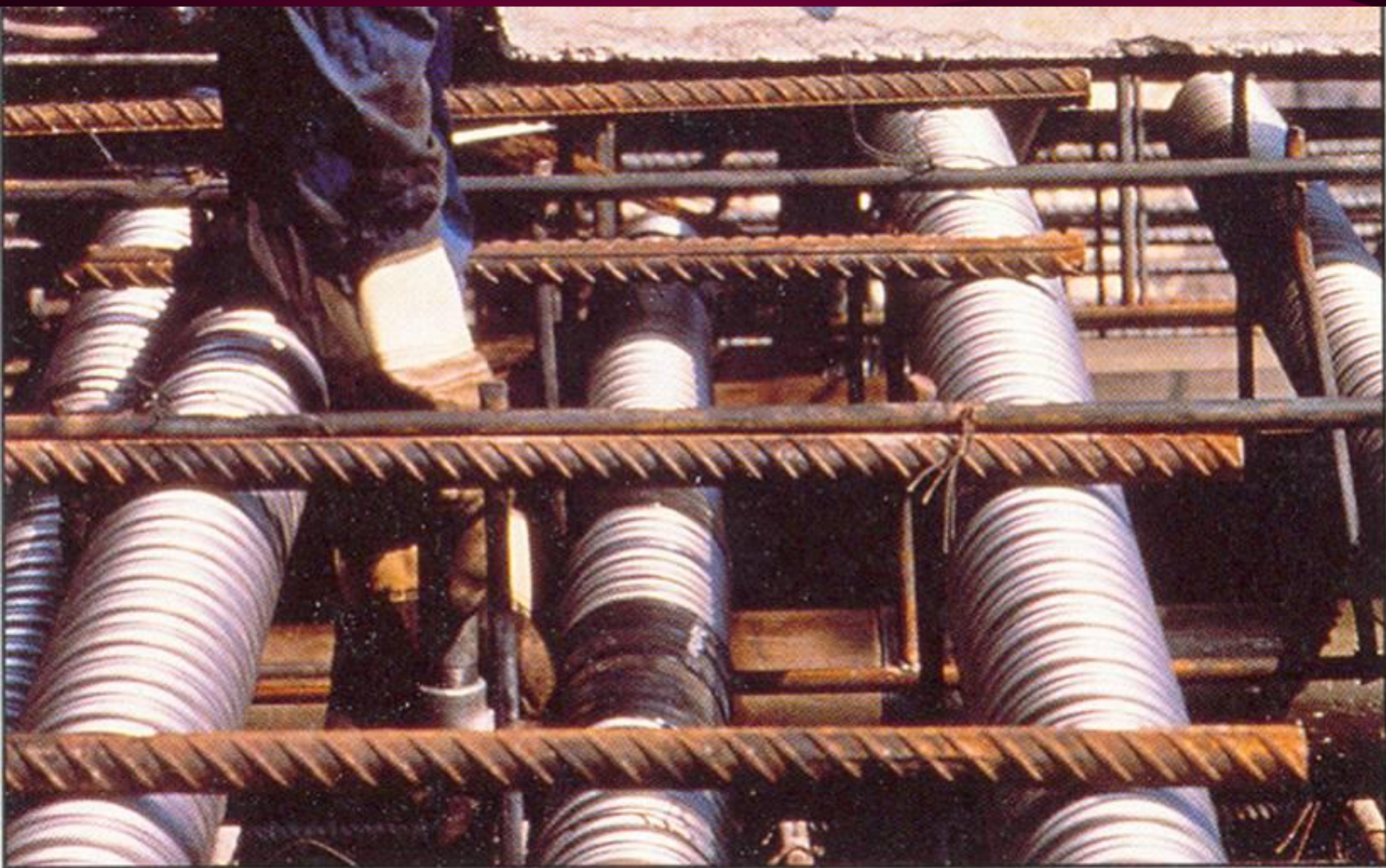






26.3.60











بررسی اجمالی پروژه مخازن نفتی امیدیه

مشخصات پروژه :

ظرفیت مخزن : 500 هزار بشکه

ارتفاع : 35.85 متر

قطر در تراز فونداسیون : 71 متر

قطر در تراز سقف : 56 متر

بتن فونداسیون : 4460 متر مکعب

آرماتور فونداسیون : 900 تن

غلافهای پیش تنیدگی فونداسیون : 4848 متر

ضخامت دیواره : 1.5 متر (در پایین دیواره) و 0.6 متر (زیر سقف)

➤ بتن دیواره : 5835 مترمکعب

آرماتور دیواره : 815 تن

غلافهای پیش تنیدگی دیواره : 16143 متر

➤ تعداد ستون ها : 16 عدد

➤ قطر ستونها : 1.5 متر

➤ بتن ستونها : 890 مترمکعب

➤ آرماتور ستونها : 265 تن

➤ بتن سقف : 1535 مترمکعب

➤ آرماتور سقف : 200 تن



تعریف

بتن خودترازبتي است که :

در حالت تازه ، خود متراکم

در سنین اولیه ، فاقد عیب و ترک

بعد از گیرش ، مقاوم در برابر عوامل مخرب



خصوصیات

خودجای گیری

عدم جداشدگی

مقاومت در برابر انسداد

عدم نیاز به ویبراسیون

کاهش نیروی انسانی

دوام بیشتر نسبت به بتن معمولی



مزایا

حذف ویبراسیون

بتن ریزی در تراکم آرماتور بالا

ساخت مطلوب سطح تمام شده

انعطاف پذیری در طراحی و موقعیت قالبها

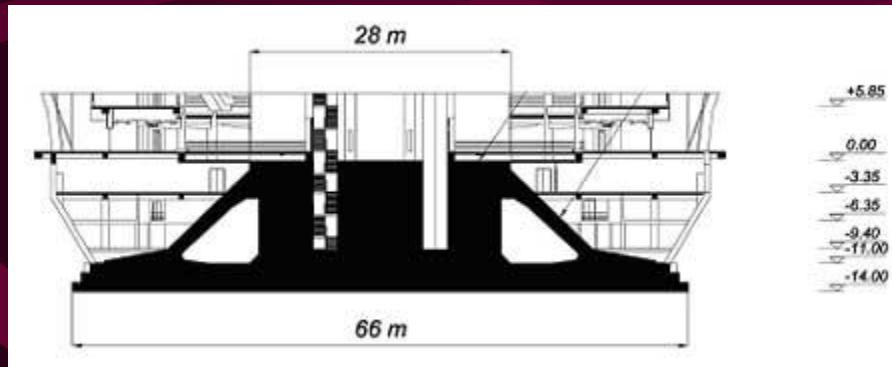
کاهش مدت ساخت

کاهش نیروی انسانی

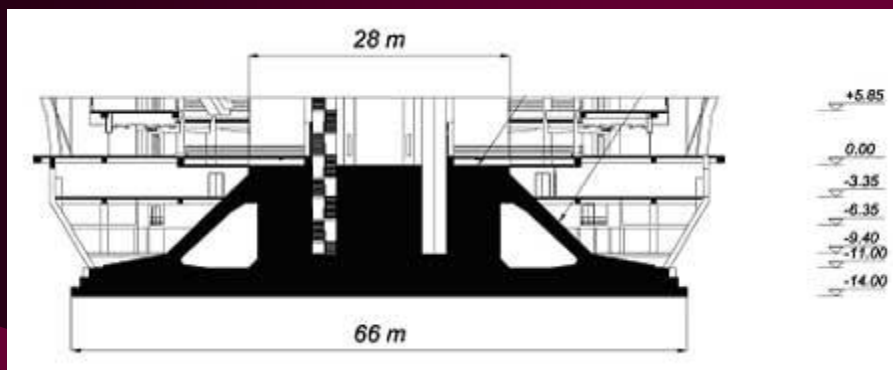
کاهش هزینه ها

تعريف قالب لغزنده

قالبی است که با استفاده از سیستم محرک جلو برنده یا بالا برنده جهت حرکت قالب (لغزاندن)، بدون بازو بسته کردن کامل قالب، عمل می نماید.



مزایا



افزایش سرعت اجرا

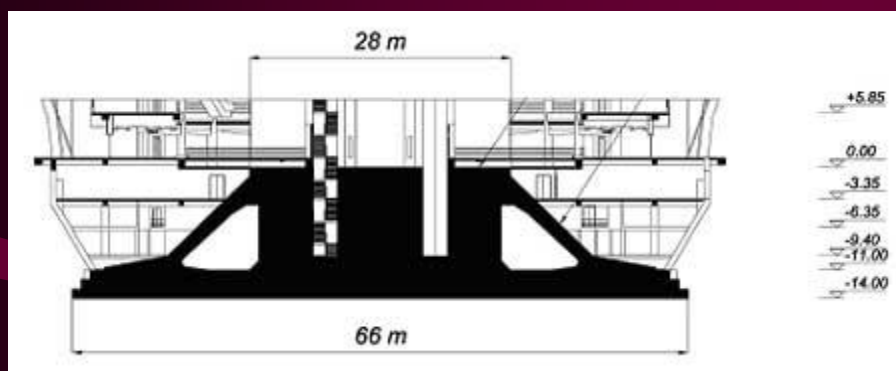
کاهش هزینه

سهولت استفاده در ارتفاع

سهولت استفاده در مقاطع یکنواخت

سهولت استفاده در مقاطع غیر یکنواخت منظم

معایب و مشکلات اجرایی



دقت بالا در طرح اختلاط

دقت بالا در بتن ریزی

عدم امکان توقف بتن ریزی

پیش بینی تمهیدات لازم جهت بتن ریزی مستمر













































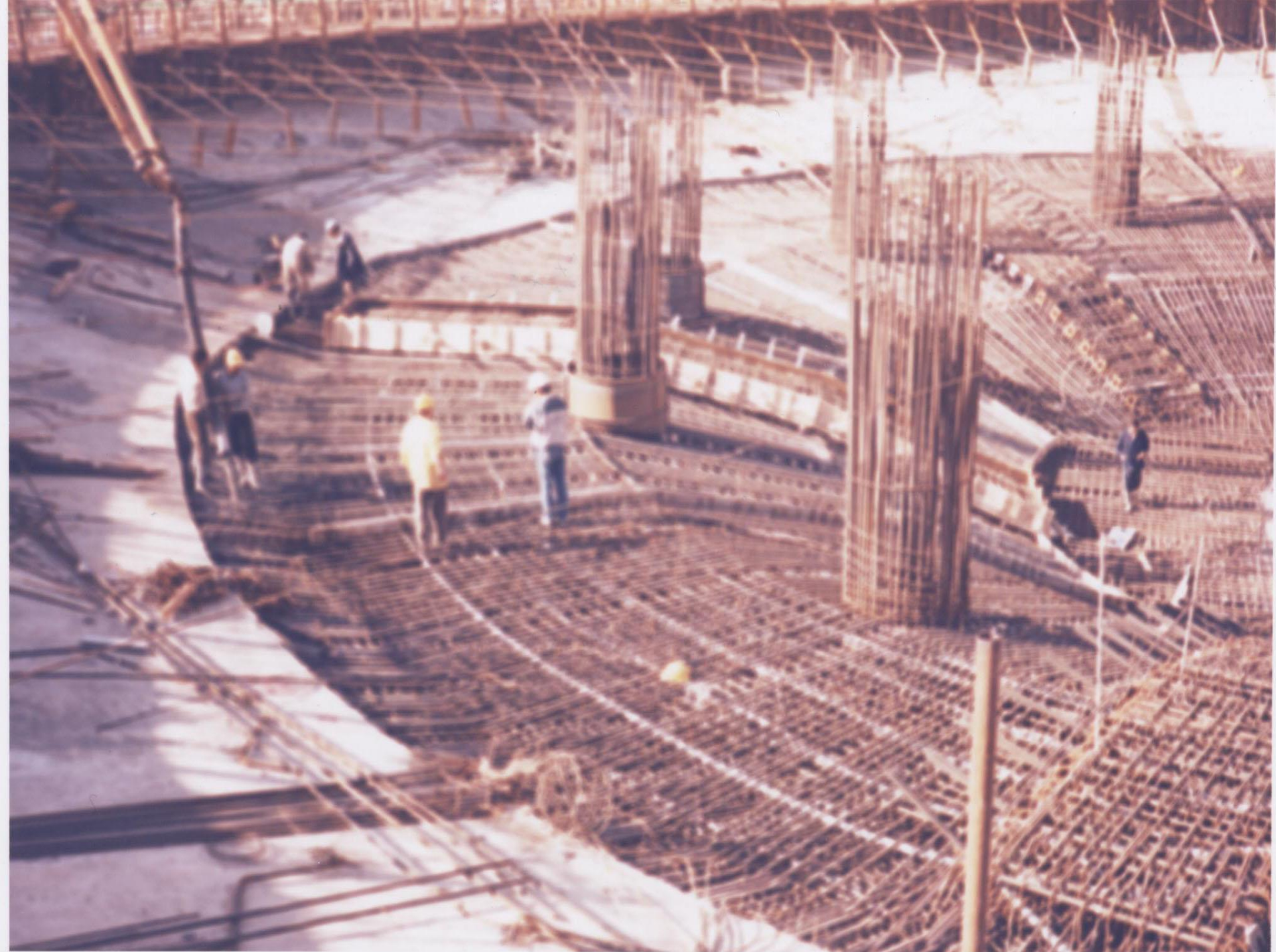






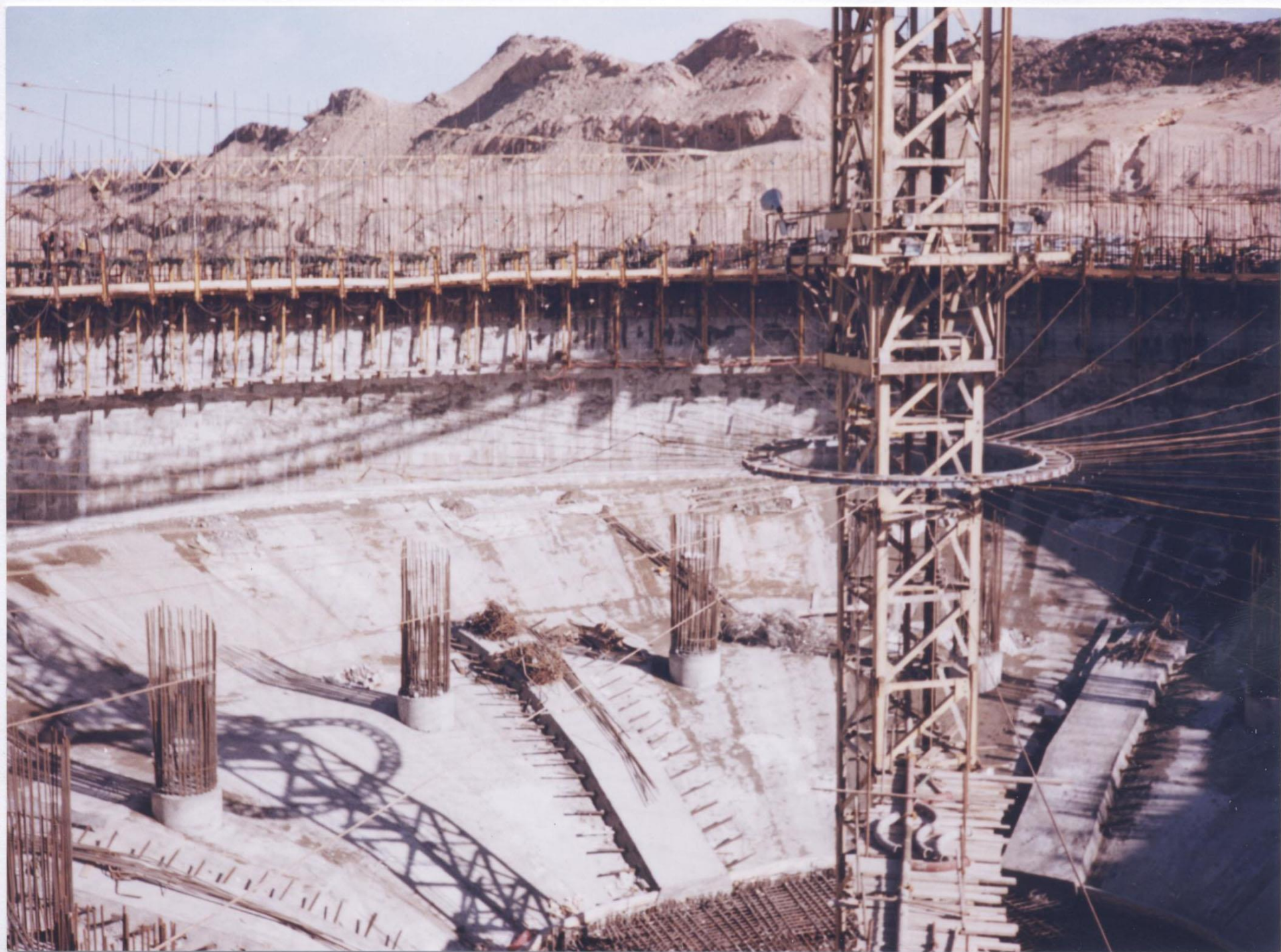




















۸۳/۱۲/۱۱



آئین نامه مرجع برای مطالعات و طراحی

➤ آئین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده
نشریه شماره ۲۵۰ (بخش الحاقی به آئین نامه بتن ایران)

آیین نامه طرح و محاسبه

قطعات بتن پیش تنیده

(بخش الحاقی به آیین نامه بتن ایران)

روش طراحی

➤ طراحی در حالات حدی شامل حالت‌های حدی نهایی و بهره‌برداری

➤ ضرائب ایمنی جزئی

$$\varphi_c = 0.6$$

$$\gamma_p = 1$$

C_{30}

افتهها (تغییرات) نیروی پیش تنیدگی

➤ افتههای کوتاه مدت

➤ افت اصطکاک بین کابل و غلاف (قطعات پس کشیده)

$$\Delta_f = f_{pu} (1 - e^{(kx + \mu \alpha)})$$

$$k = 3 \times 10^{-6} / mm$$

$$\mu = 0.25 / rad$$

- افت کشش در محل گیره
- افت ناشی از کوتاه شدن الاستیک بتن

افت‌های دراز مدت

➤ افت ناشی از جمع شدگی بتن

$$\Delta_4 = E_p \varepsilon_{cs}$$

➤ افت ناشی از وارفتگی بتن

$$\Delta_5 = E_p \varepsilon_{ccy}$$

➤ افت ناشی از وادادگی فولاد

$$\Delta_6 = f_P \frac{\log t}{10} \left(\frac{f_P}{f_{Pu}} - 0.55 \right)$$

➤ تنش

$$f_P = f_{Pi} - (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3)$$

افت کل پیش‌تنیدگی در روش پس‌کشیدگی

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6 \times \frac{5}{6}$$

افت کل پیش‌تنیدگی در روش پیش‌کشیدگی

$$\Delta = \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6 \times \frac{5}{6}$$

$$f_{Pe} = f_{Pi} - \Delta$$

تغییر شکلهای حدی

- تغییر شکل نهایی بتن ۰۰۳۵/۰
- تغییر شکل نهایی فولاد ۰۱/۰

جمع شدگی بتن

$$\varepsilon_{cs} = \frac{1}{1000} (1 - 0.8RH) \frac{500 + 0.3e}{400 + e} \times \frac{w}{500} \left(1 + 3 \frac{w}{c}\right)$$

$$\varepsilon_{cs}(t) = C_{cs} r(t)$$

$$r(t) = \frac{t}{t + 0.9r_m}; r_m = \frac{2A_c}{u}$$

وارفتگی بتن

$$\varepsilon_{cc}(t) = \varphi \varepsilon_{ci} f(t)$$

$$\varepsilon_{ci} = \frac{f_{ci}}{E_{ci}}$$

$$\varphi = (3.6 - 2.4RH^2) \frac{500 + 0.3e}{400 + e} \times \frac{w}{500} \left(1 + 3\frac{w}{c}\right) \times (1.72 - \log \sqrt{t_o})$$

$$f(t) = \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{t} + 0.16\sqrt{r_m}}$$

مقادیر حداکثر کشش در کابل‌ها

$$f_{pi} = 0.8 f_{pu}$$

در زمان جک زدن ➤

$$f_p = 0.75 f_{pu}$$

پس از افتهای کوتاه مدت ➤

$$f_{pe} = 0.65 f_{pu}$$

پس از کلیه افتها ➤

حالت حدی بهره‌برداری

- کنترل قطعات از جهت تنش فشاری
- محدودیت تغییر شکل پیش کششی براساس مقطع مؤثر و هموزن

مقادیر تنش‌های حدی

$$0.6 f_c$$

➤ حد تنش تحت شرایط اجرایی

$$0.5 f_c$$

➤ حد تنش تحت شرایط بهره‌برداری دائمی

$$0$$

➤ حد تنش کششی در سازه‌های حساس

$$0.6 f_t$$

➤ حد تنش در حالت‌های دیگر

طرح و محاسبه قطعات پیش تنیده

طرح در حالت حدی

حالت حد نهایی

حالت حد بهره برداری

1- حالت حد بهره برداری

-مقطع مؤثر

-مقطع هموزن

-بارگذاری حالت سرویس

-کنترل تنشها

-در حالت اجرا





-در حالت سرویس

-تنشهای حدی

-فشار: 6/0 مقاومت فشاری

-کشش: صفر

کلاسهایی طراحی

تعداد کابلها	۲	۳	۴	۵
				
سطح مقطع معادل	$1/8 \text{ } \varnothing^2$	$2/7 \text{ } \varnothing^2$	$3/8 \text{ } \varnothing^2$	$4/6 \text{ } \varnothing^2$

$$f_{ypd} = \phi_p f_{py}$$

$$\phi_p = 0.9$$

2- حالت حد نهایی

✓ روش آنالیز

✓ محاسبات خمشی-خمش مرکب

✓ تغییر شکلهای حادی

❖ بتن: 0035/0

❖ فولاد: 01/0

✓ تنشهای محاسباتی

✓ بررسی پایداری

$$V_u < V_r$$

$$V_r = V_c + V_s + \phi_p V_{ps}$$

➤ طراحی برای برش

➤ کنترل فشار

افتهاي پيش تنيدگي

1- افتهاي کوتاه مدت

1-1- افت اصطكاك بين كابل و غلاف

$$\Delta_1 = \Delta f_f = f_{pi} (1 - e^{-(kx + \mu \alpha)})$$

$$K = 3 \times 10^{-6} / \text{mm}$$

$$\mu = 0.25 / \text{rad}$$

2-1- افت كشش درمحل گيره ها

$$\delta = \int_0^l \frac{\Delta f_f}{E_p} = dx = \frac{1}{E_p} \int_0^l \Delta_2 dx \rightarrow E_p \delta = \int_0^l \Delta_2 dx$$

