



Pars**PBL**



## تأسیس در سال ۱۳۸۴ با سرمایه گذاری مشترک (J.V) با PBL Group

### دریافت نمایندگی انحصاری PBL Group در ایران

- سازه های بتنی پیش تنیده پس کشیده به روش های Bounded & Unbounded در ساختمانها با کاربری های:
- پارکینگ های طبقاتی، سینماها، سالن های آمفی تئاتر و سمینار، هتلها، بیمارستان ها و سایر کاربری های تجاری، اداری، مسکونی.
- شمع ها و سر شمع ها
- سازه مخازن و سیلو ها
- فونداسیون های پس کشیده
- مهار خاک در سازه های نگهبان بتنی
- سازه های دریایی ویژه نظیر اسکله ها
- شاه تیرهای پیش ساخته برای ساختمانها و پل ها
- سازه های بتنی پس کشیده پل به روش Bounded
- دالهای پیش ساخته برای سقف ساختمانها و عرشه پل ها
- سیستم های مهار کننده سازه های بلند نظیر دکل های انتقال نیرو و سکوی های نفتی و سد های بتنی

■ طراحی، اجرا و تأمین مصالح سیستم های پیش تنیدگی (EPC) در حوزه های تخصصی زیر

- توسعه صنعت پیش تنیدگی از طریق انتقال فناوری
- توسعه تکنولوژی ساخت و ایجاد تحول پایدار در صنعت عمران
- ارائه مشاوره در طراحی با استفاده از نرم افزارهای ویژه نظیر ADAPT
- تأمین مصالح پیش تنیدگی با کیفیت استاندارد بین المللی از PBL Group
- آموزش نیروی انسانی مجرب در حوزه های طراحی، تدارکات و مدیریت در اجرا
- ارائه روش های نو و ترکیبی جهت تولید انبوه ساختمان با یکنواختی و سرعت بالا
- تهیه گزارشهای فنی - اقتصادی سیستمهای پیش تنیده در مقایسه با سایر سیستمهای سازه ای
- همکاری از طریق ایجاد کنسرسیوم با شرکتهای پیمانکار طراز اول جهت استفاده از تجربیات داخل کشور
- ارتقای کیفیت طراحی در کمینه سازی مصالح مصرفی به کمک کارشناسان بین المللی در مراحل مختلف طراحی و اجرا در پروژه ها

### ■ اهداف



جایزه تخصصی شرکت شایسته سال ۲۰۰۶ (Award of Merit 2006) از انجمن تخصصی سیستم های پس کشیده (PTI)



دریافت استاندارد BS4447 از موسسه آسیایی مهندسی سازه



دریافت تاییدیه فنی از وزارت مسکن و شهرسازی



دریافت استاندارد BS5896 از موسسه بین المللی Lloyds



عضویت در انجمن بین المللی بتن



عضویت شرکت PBL در PTI



فرودگاه بین المللی اردن - مجری PBL



برجهای مسکونی کرج مترتزاز ۱۸۰،۰۰۰ مترمربع



## مفهوم پیش تنیدگی

پیش تنیدگی که ترجمه کلمه Pre-Stressing می باشد بدین معناست که عضو بتنی نظیر Slab یا تیر را باندازه نیروی لازم تحت فشار قرار دهیم تا موقع اعمال نیروی قائم، عضو بتنی دچار خیزش و ترک خوردگی نگشته و از تحمل باربری بیشتری برخوردار باشد.

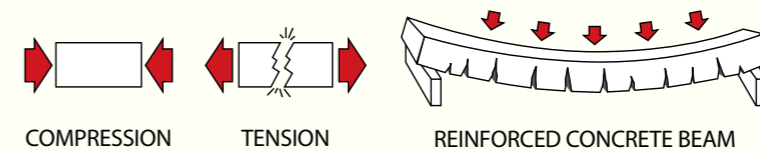
این فشار از طریق اعمال تنش (Tension) توسط کشیدن و مهار کردن کابل های فولادی پرکربن سرد کشیده شده (استرند) به عضو بتنی وارد می آید، که بسته به تقدم بتن ریزی قبل یا بعد از کشش، دو روش پس کشیده (Post-Tension) و پیش کشیده (Pre-Tension) حاصل می شود.

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.

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.

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.



## مزایای پیش تنیدگی

### الف: دیدگاه معماری

#### ۱- انعطاف پذیری پلانها

در این نوع سقفها امکان اجرای دال تخت با دهانه های ۹m x ۹m تا ۱۱m x ۷m بدون تیر وجود دارد و با استفاده از تیر می توان دهانه های بزرگتر را نیز پوشش داد، بدین ترتیب امکان حذف ستون های اضافه و همچنین آویز تیرها وجود دارد. از طرفی بدلیل عدم نیاز به تیر و قاب (در محدوده مجاز آیین نامه ها) نیازی به هم محور بودن ستون ها نمی باشد، و با استفاده از این سیستم می توان پلانهای منحنی و پیچیده معماری را اجرا نمود. بدین طریق امکان استفاده بهینه از فضاهای معماری بدون وجود المانهای مزاحم فراهم می گردد.

#### ۲- امکان حذف بعضی از المانهای معماری

داشتن سطحی صاف و بدون برآمدگی در زیر و روی سقف و حذف آویز تیرها سبب می گردد که دیگر نیازی به اجرای سقف کاذب در زیر سقف و همچنین کف سازی جهت مسطح کردن روی سقف نباشد که این خود به اجرای راحت تر شبکه های مکانیکی، برقی و آتش نشانی کمک کرده و کارایی سیستم روشنایی را بیشتر می نماید.

#### ۳- امکان تغییر طرح معماری در آینده

وجود مدول های بزرگ و عدم حضور اعضای مزاحم تیر و ستون در پلانها امکان تغییر عملکرد فضاهای معماری را در کاربری های آینده ممکن می کند.

#### ۴- اجرای سقف یکپارچه

از دیگر مزایای این گونه سقفها، امکان اجرای سقف بصورت یکپارچه در طول ۶۰ متر بدون درز می باشد. این امر سبب کاهش تعداد درزها و ایجاد سطح هموار با کیفیت مناسب برای بهره برداران می گردد.

## دال پیش تنیده

استفاده از سقف پیش تنیده سبب حذف تیرهای میانی، کمتر شدن ارتفاع غیرمفید در سازه و در نهایت سبکتر شدن سازه و اقتصادی شدن طرح می گردد. در عین حال معایب سازه های بتن آرمه یعنی قطور بودن ابعاد ستون ها و ارتفاع بلند تیرها را نیز برطرف کرده، نسبت به سازه های فلزی ارزانتر بوده و در عین حال در برابر آتش سوزی و خوردگی مقاومتر است.



دهانه بزرگ و ستون گذاری نامنظم  
پروژه تابناک - تهران



دال بتن آرمه



دال پیش تنیده



اعمال تنش به سقف



امکان ایجاد ساختمان با پلان معماری پیچیده  
پروژه پارس



چیدمان تاندون ها  
PBL مجری اردن - المللی اردن



ردیف	نام سیستم	شرح	محدودیت	هزینه	سرعت اجرا	مطابقت از نظر معماری	دوام (عمر سازه)	مقاومت در برابر آتش سوزی	مقاومت در هنگام زلزله
۱	اسکلت فلزی ساده با بادبند هم محور	وزن سازه توسط اسکلت و زلزله توسط بادبندها تحمل میشود.	تا ۱۵ طبقه	مناسب	خوب	بسیار ضعیف	ضعیف	ضعیف	متوسط
۲	اسکلت فلزی خمشی	وزن سازه و زلزله توسط اسکلت تحمل میشود.	بدون محدودیت	بسیار بالا	ضعیف	خوب	ضعیف	ضعیف	خوب
۳	اسکلت فلزی خمشی با بادبند	وزن سازه توسط اسکلت و زلزله توسط اسکلت و بادبندها تحمل میشود.	بدون محدودیت	بسیار بالا	بسیار ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	بسیار خوب
۴	اسکلت بتنی خمشی	وزن سازه و زلزله توسط اسکلت تحمل میشود.	بدون محدودیت	مناسب	متوسط	متوسط	خوب	خوب	متوسط
۵	اسکلت بتنی خمشی با دیوار برشی	وزن سازه توسط اسکلت و زلزله توسط اسکلت و دیوارها تحمل میشود.	بدون محدودیت	بالا	متوسط	متوسط	بسیار خوب	خوب	بسیار خوب
۶	اسکلت بتنی ساده با دیوار برشی (دال پس کشیده)	وزن سازه توسط اسکلت و زلزله توسط دیوارها تحمل میشود.	تا ۱۵ طبقه و با قاب خمشی بدون محدودیت	بسیار مناسب	خوب	خوب	بسیار خوب	خوب	بسیار خوب

**ب: دیدگاه سازه ای**
**۱- کاهش وزن سازه**

در این سیستم بدلیل حذف قسمت کششی بتن ضخامت دال کاهش یافته و این امر بر کوچک نمودن ابعاد ستونها، دیوارهای برشی و فونداسیون اثر مستقیم می‌گذارد و به همین دلیل تحمل سازه در برابر زلزله بالا می‌رود.

**۲- کاهش ارتفاع کل سازه**

کاهش ضخامت سقف و حذف آویز تیرها سبب کم شدن ارتفاع کل سازه می‌گردد. به نحوی که بطور متوسط به ازای هر طبقه ۲۰ سانتیمتر کاهش ارتفاع خواهیم داشت که با احتساب عدم نیاز به سقف کاذب این رقم حداقل به ۴۰ سانتیمتر می‌رسد.

این کاهش ارتفاع منجر به کم شدن نیروی زلزله و تغییر مکان سازه در هنگام زلزله می‌گردد.

**۳- کاهش تغییر شکل**

بدلیل شکل خاص قرارگیری کابل در دال پس کشیده بصورت سهمی معکوس که سبب ایجاد یک نیروی به سمت بالا در خلاف جهت نیروهای ثقلی می‌گردد، این دالها دارای خیز بسیار کمتری نسبت به دال معمولی هستند.

**۴- کنترل بهینه ترک و آب‌بندی مناسب**

بدلیل اعمال تنش‌های فشاری از دو سمت عمود بر هم در دالها، ترک در این نوع دالها کمتر و قابل کنترل تر است، لذا آب، روغن و سایر مواد شیمیایی که عموماً در پارکینگ وجود دارد امکان نفوذ بر این دالها را نداشته و همین امر سبب افزایش طول عمر آنها می‌گردد.

**ج: دیدگاه اقتصادی**
**۱- افزایش فضای مفید طبقات**

بدلیل حذف ستون‌های اضافه در پلان و کاهش ابعاد اعضا به سبب کم شدن بارهای ثقلی به فضای مفید طبقات افزوده می‌گردد. این امر در پارکینگ‌ها سبب اضافه شدن تعداد پارکینگ‌ها می‌گردد.

**۲- افزایش طبقات در ارتفاع یکسان**

حذف آویز تیرها و همچنین کاهش ضخامت دال سبب کاهش فضای غیرمفید طبقات می‌گردد.

بدین طریق با حفظ ارتفاع مفید طبقات می‌توان در ارتفاع یکسان تعداد طبقات ساختمان را افزایش داد.

**۳- کاهش مصالح مصرفی**

استفاده از سقفهای PT سبب کاهش حجم بتن مصرفی در سقف و اعضا می‌گردد. همچنین استفاده از فولاد با مقاومت بالاتر سبب کاهش میزان آرماتور مصرفی در سقف شده که این امر اثر بسیاری در کاهش هزینه سازه خواهد داشت.

**۴- کاهش زمان اجرا**
**۴-۱- کاهش زمان بدلیل اجرای سریعتر سقفها**

با توجه به قالب‌بندی آسان این گونه سقفها بدلیل حذف آویز تیرها و امکان باز کردن قالب‌بندی‌ها در مدت کوتاه، زمان اجرای ساختمان که قسمت بحرانی آنها عملیات سقف می‌باشد به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

**۴-۲- کاهش زمان بدلیل کاهش حجم عملیات کاری**

به سبب حذف تیرها و کاهش تعداد و ابعاد اعضای سازه‌ای، کاهش ارتفاع ساختمان و در پی آن، کاهش عملیات نازک کاری، زمان اجرای ساختمان حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.



کاهش ارتفاع سازه ای ساختمان و کاهش ۱۰ درصدی هزینه های بعد از سازه



دال تخت با دهانه بزرگ، تامین بیشینه پارکینگ پروژه پارکینگ طبقاتی فرودگاه مشهد



دال تخت با ضخامت ۲۵ سانتیمتر بدون تیر



کنسول بلند پروژه الاستیک - مازندران



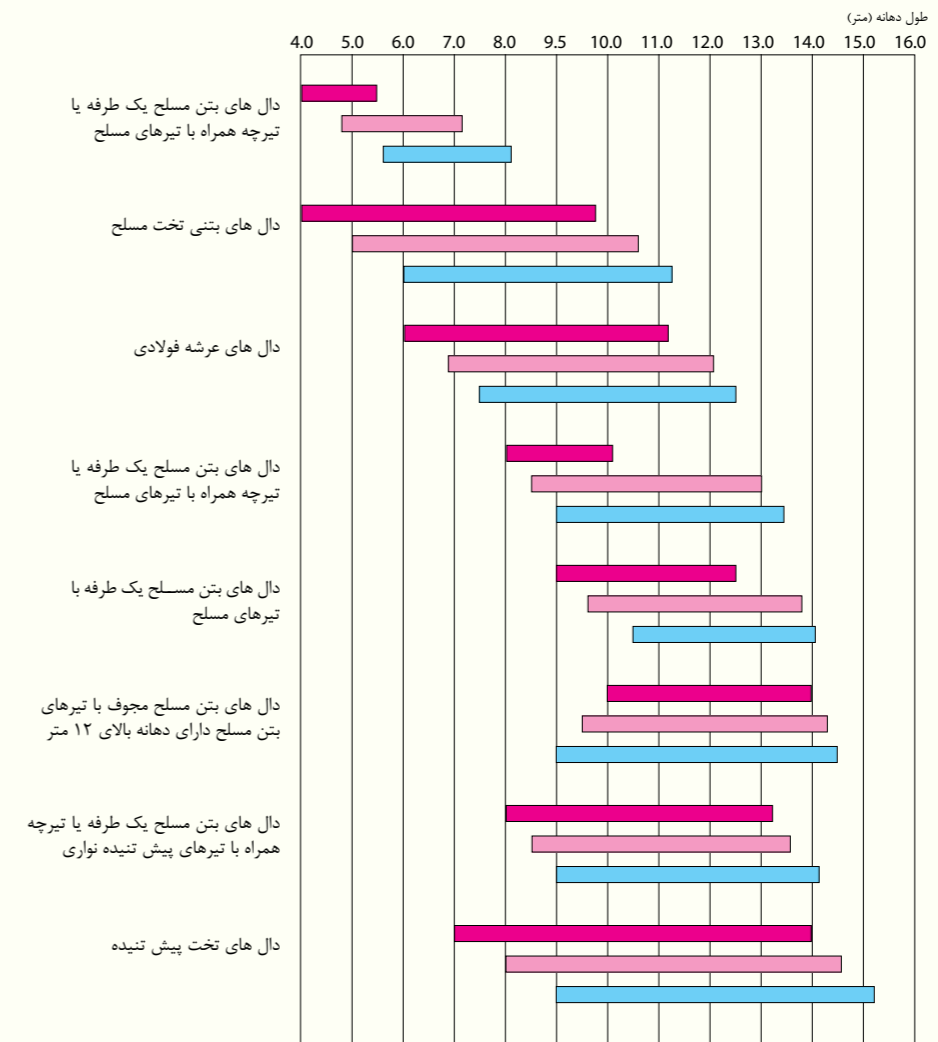
ایجاد بازشو پروژه گل سرخ - تهران



کنسول بلند پروژه گل سرخ - تهران



میزان دهانه های انواع سقف های بتنی با توجه به معیارهای اقتصادی



سقف های مربعی  
 سقف های مستطیلی با نسبت طول ۱/۲۵  
 سقف های مستطیلی با نسبت طول ۱/۵

مزایای پیش تنیدگی به طور خلاصه

مزایای معماری

- ایجاد سهولت و انعطاف پذیری در طراحی پلان و نما
- امکان ایجاد دهانه های بزرگتر 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 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

مزایای سازه ای

- افزایش دوام بتن
- کاهش ابعاد فونداسیون
- کنترل ترک خوردگی در سازه
- باربری بیشتر عضو پیش تنیده
- کنترل خیز و تغییر شکل 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
- امکان ساخت قطعات سبک تر بتنی پیش ساخته
- کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی
- استفاده حداکثر و بهینه از ظرفیت مصالح بتنی و کابل ها

مزایای اقتصادی

- افزایش طول عمر مفید سازه
- کاهش فوق العاده در زمان ساخت و ساز
- امکان ایجاد طبقات بیشتر تحت یک ارتفاع مجاز
- امکان احداث پروژه های تجاری با معماری خاص
- کاهش هزینه تمامی آیتم های ارتفاعی نازک کاری
- کاهش قابل ملاحظه در مقدار آرماتور و بتن مصرفی
- کاهش قابل ملاحظه در زمان و هزینه نیروی انسانی
- افزایش سوددهی پروژه های ساختمانی بواسطه افزایش پارکینگ ها



سقف های با ضخامت کم، بدون تیر پروژه مجتمع مسکونی همدان



کنسول بلند - قسمتی از پروژه شهرک بهداشت و درمان (Hamad) دوحه قطر - مجری PBL



دهانه های بزرگ با ستون گذاری نامنظم پروژه لموناکو - مجری PBL



بتن پیش کشیده - کاربرد در تولید قطعات پیش ساخته



بتن پیش تنیده پس کشیده به روش چسبنده



بتن پیش تنیده پس کشیده به روش غیر چسبنده



### ■ مراحل اجرای سقف پس کشیده به روش غیر چسبنده

انیمیشن‌های اجرا در لوح فشرده گنجانده شده و از طریق وبسایت نیز قابل دانلود می‌باشد.



(۱) قالب بندی سقف



(۲) جاگذاری آرماتورهای پایینی دال



(۳) جاگذاری اسپیرها



(۴) جاگذاری تاندون‌ها (کابل‌ها)



(۵) جاگذاری آرماتورهای مهاری انکورج



(۶) جاگذاری آرماتورهای بالایی دال



(۷) جاگذاری Pocket Former ها



(۸) قالب بندی و فیکس کردن دیواره های سقف



(۹) بتن ریزی سقف



(۱۰) برچیدن قالب بندی دیواره های سقف



(۱۱) برچیدن قالب بندی دیواره های سقف



(۱۲) جاگذاری گوه ها



(۱۳) کشش کابل ها



(۱۴) برش انتهای کابل ها



(۱۵) جاگذاری کلاهک ها



(۱۶) پر کردن حفره ها با ملات سیمان



(۱۷) تزریق گروت

### ■ مراحل اجرای سقف پس کشیده به روش چسبنده

مراحل اجرایی در این روش، مشابه روش غیرچسبنده می‌باشد، با این تفاوت که پس از مرحله ۱۶، تزریق گروت انجام می‌شود.

### ■ روشهای پیش‌تندگی

#### ۱- بتن پیش‌تندیده پیش‌کشیده (Pre-tensioned concrete)

بتن پیش‌کشیده بتنی است که کابل‌های پیش‌تندگی آن قبل از ریختن بتن کشیده شده باشند. در بتن پیش‌کشیده کابل‌های داخل بتن به بتن چسبیده اند و در واقع کابل بدون غلاف داخل بتن جای می‌گیرد و بعد از اینکه بتن به مقاومت مشخصه رسید، کابل‌ها را از تکیه‌گاههای دو طرف آزاد کرده و قسمت اضافی بیرون مانده از بتن را قطع می‌نمایند. یکی از خاصیت‌های مهم بتن پیش‌کشیده این است که می‌توان چندین عضو یک شکل را در آن واحد بین دو تکیه‌گاه ریخته و پس از گرفتن بتن با قطع کردن کابل‌های مشترک، آنها را از هم جدا کرد. این کار از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد، زیرا عمل کشیدن کابل‌ها برای تمام اعضا فقط یکبار انجام می‌شود همانند تولید قطعات پیش‌ساخته Hallow-core.

#### ۲- بتن پیش‌تندیده پس‌کشیده (Post-tensioned concrete):

اگر فولاد پیش‌تندگی را بعد از گرفتن و سفت شدن بتن بکشند، بتن را اصطلاحاً بتن پس‌کشیده می‌نامند که به اشتباه به پس‌تندیده معروف است. نیروی پیش‌تندگی توسط گیره‌های دو انتهای سازه (anchorage) از کابل به بتن منتقل می‌گردد. فولاد پیش‌تندگی نباید قبل از کشیدن به بتن چسبیده باشد، در غیر این صورت امکان کشیدن آن وجود نخواهد داشت. فولادهای پیش‌تندگی را باید در داخل غلاف‌ها یا مجراهایی که در داخل بتن تعبیه شده است، قرار داد.

#### ■ انواع بتن پیش‌تندیده پس‌کشیده

##### ۱) روش چسبنده (Bonded)

بعد از پایان عملیات کشش کابل‌ها، برای جلوگیری از زنگ زدن کابل‌ها، دوغاب سیمان به داخل غلاف‌ها تزریق می‌شود تا فاصله بین کابل و غلاف را پر کند. در این حالت چون کابل توسط دوغاب به غلاف و در نتیجه به بتن می‌چسبد، اصطلاحاً این روش را چسبنده (Bonded) می‌نامند.

#### ۲) روش غیر چسبنده (Unbonded)

گاهی اوقات به دلایل خاصی از جمله ایجاد انعطاف پذیری بیشتر سازه جهت مقاومت بهتر در مقابل زلزله، ممکن است دوغاب به داخل غلاف تزریق نکنند. در چنین حالتی چون هیچ نوع چسبندگی بین کابل و غلاف وجود ندارد، این روش را غیر چسبنده (unbonded) می‌نامند. در چنین مواقعی برای جلوگیری از زنگ زدن کابل، داخل غلاف و دور کابل را پر از گریس می‌کنند بیش از یک دهه است که کابل‌هایی تولید می‌شود که در داخل لوله‌های پلی‌اتیلنی پر از گریس قرار دارد. این نوع کابل‌های فاقد چسبندگی را می‌توان مستقیماً در داخل بتن بدون نیاز به غلاف کار گذاشت و بعد از کسب مقاومت بتن، کابل‌ها را کشید.

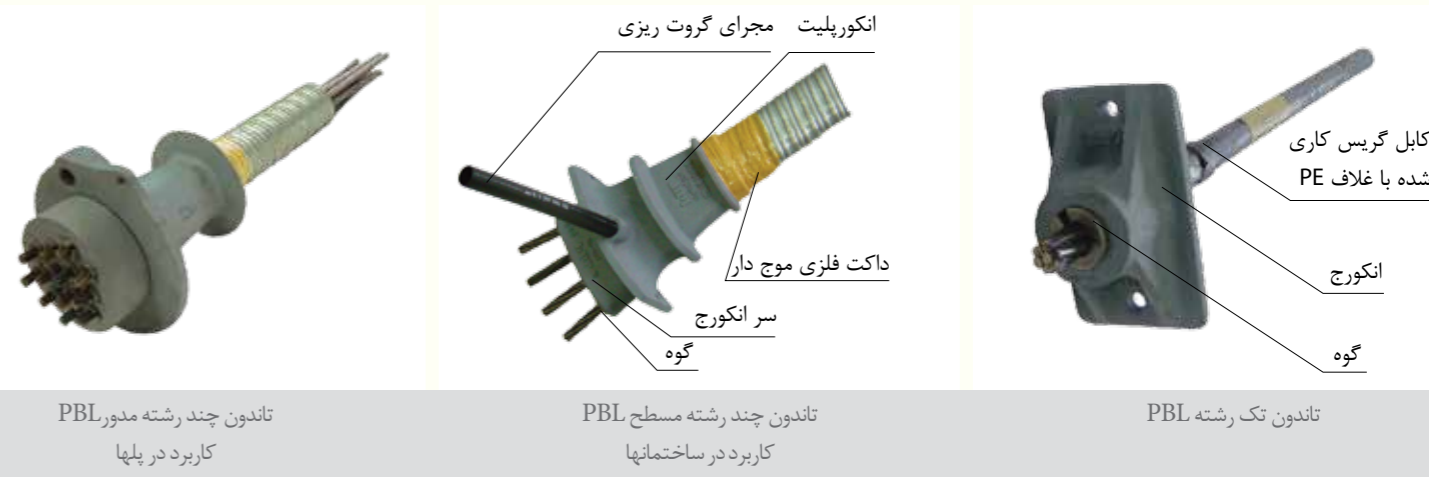
#### ■ مقایسه سیستم‌های غیر چسبنده و چسبنده

##### چسبنده

- مانع گسترش ترک می‌شود.
- مقاومت خمشی بالاتری فراهم می‌کند.
- بعد از گروت ریزی به انکورج بستگی ندارد.
- برش سقف آسانتر است

##### غیر چسبنده

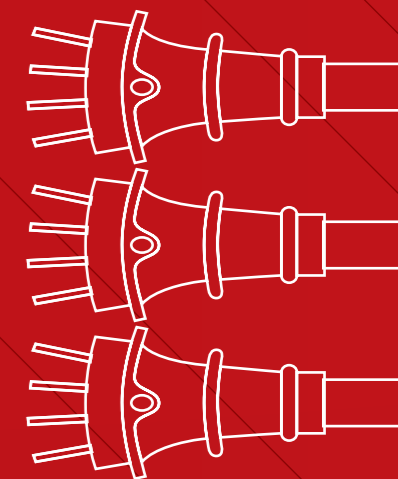
- معمولاً ارزانتر است.
- نیاز به گروت ریزی ندارد.
- سرعت اجرای بالاتری دارد.
- کابل گذاری را آسان می‌کند.
- تلفات اصطکاکی را کاهش می‌دهد.
- بازوی لنگر بزرگتری فراهم می‌کند.
- انعطاف پذیری بهتری در برابر زلزله دارد.
- در صورت سر خوردن کابل نیروی پیش‌تندگی در مقطع از بین می‌رود.



اجزای تاندون‌های تک رشته و چند رشته



Activity **Zone**



■ طراحی و ساخت

شرکت پارس PBL به عنوان نماینده انحصاری شرکت PBL GROUP و با بهره گیری از نیروی تخصصی داخلی و خارجی، در زمینه های کاربرد پیش تنیدگی در صنعت عمران در ایران و کشورهای همسایه به صورت طراح، مجری و تامین کننده تجهیزات و مصالح پیش تنیدگی فعالیت می کند.

■ زمینه های تخصصی فعالیت

- شمع و سرشمع ها (تصویر ۱)
- پس کشیدن انواع فونداسیون ها (تصویر ۲)
- ترمیم و تقویت سازه ها
- سیستم های پیش ساخته (تصویر ۳)
- شاه تیرهای پس کشیده
- سیستم های مهارای خاک و سنگ
- اجرا با قالب های لغزنده
- پل های پیش تنیده و cable Stay
- دیگر سازه های خاص
- بالابری سازه های سنگین یا (HeavyLifting)

■ زمینه های عمومی فعالیت

- پارکینگ های طبقاتی (تصویر ۴)
- اماکن عمومی مانند سینماها، هتل ها، بیمارستان ها (تصویر ۵)
- مجتمع ها و برج های رفاهی، تجاری، اداری و مسکونی (تصویر ۶)

■ سیستم های پیش ساخته:

محصولات این سیستم عبارتند از:

- پانل های دیواری پیش ساخته
- دال های پیش ساخته برای عرشه پلها
- دال های پیش ساخته برای سقف ساختمانها
- شاه تیرهای پیش ساخته برای ساختمانها و پلها
- عناصر پیش ساخته بزرگ برای ساختمانها، پلها و سیستم های سازه ای دیگر

شاه تیرهای پس کشیده:

سیستم پس کشیده در ساخت شاه تیر های سازه ها با دهانه های بلند کاربرد بسیار دارد. این موارد عبارتند از :

- سازه های دریایی
- پل های عابر پیاده
- شاه تیرهای قابل جابجایی
- کنسول های بزرگ و استادیوم ها
- پل های بزرگراه ها و راه های هوایی
- سقف سالن های کنفرانس و نمایشگاه ها

شاه تیرها می توانند بصورت دهانه های ساده یا پیوسته باشند و شکل مقطع آنها ممکن است به صورت T، U، دابل T، قوطی و یا هر شکل دیگری باشد.

■ مزایا:

- اجرای سریع
- سازه سبک تر
- افزایش دهانه سازه
- کاهش عمق شاه تیر
- مناسب برای ساخت در محل و اجتناب از حمل و نقل
- عدم نیاز به فضای بزرگ و قابلیت استفاده از قالب های جداگانه
- کنترل بهتر تغییرشکل های ناشی از خیز، خزش و جمع شدگی بتن
- قابلیت تولید عناصر شاه تیرها در چندبخش و سپس پس کشیدگی یکپارچه



تصویر (۶)

PBL مجری - بانکوک - طبقه ۳۴ Le Monaco



تصویر (۵)

PBL مجری - طبقه ۵۷ Centrall plaza



تصویر (۴)



تصویر (۳)



تصویر (۲)



تصویر (۱)



## Permanent anchors

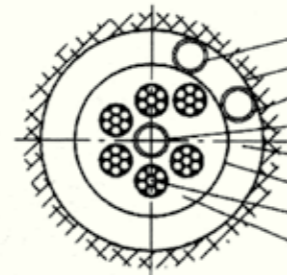
### انکور دائم

Permanent anchor, specification for 0.5" strands						
number of strands	bearing plate a/a mm	trumpet internal dia. b mm*	form work c/c mm	recess d mm	strand bundle max size mm*	bore hole min e mm**
3	140	65	200	120	60	100
6	175	77	230	140	70	110
11	220	109	270	140	90	130
18	270	138	340	150	100	140
30	345	178	420	165	115	155

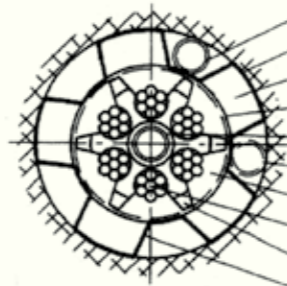
Permanent anchor, specification for 0.6" strands						
number of strands	bearing plate a/a mm	trumpet internal dia. b mm*	form work c/c mm	recess d mm	strand bundle max size mm*	bore hole min e mm**
3	175	77	230	140	70	110
6	220	109	270	140	80	120
11	270	138	340	150	100	140
18	345	178	420	165	125	165
30	440	222	460	185	***	***

\* diameter for tendon without centralizer and ext. grout pipes  
\*\* approx. tsize with centralizer and external grout pipes



طول آزاد کابل در گمانه  
Free anchor length lfr (Section 1-1)

- Outer injection pipe
- Bore hole (Reserve pipe)
- Inner injection pipe
- Outer cement grout
- Smooth HDPE-duct
- Greased and PE-coated strand
- Secondary filling



طول درگیر کابل در گمانه  
Fixed anchor length lv (Section 2-2)

- Outer injection pipe
- Bore hole
- Outer injection grout
- Corrugated HDPE-duct
- Inner injection pipe (Reserve pipe)
- Inner cement grout job
- Bare strand
- Strand spacer
- Centralizer

## Temporary anchors

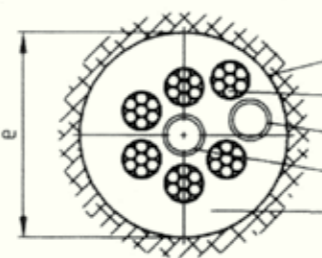
### انکور موقت

Temporary anchor, specification for 0.5" strands						
number of strands	bearing plate a/a mm	trumpet internal dia. b mm	form work c/c mm	recess d mm	strand bundle max size mm*	bore hole min e mm
3	140	65	200	120	50	65
6	175	77	230	140	60	75
11	220	109	270	140	75	90
18	270	138	340	150	85	100
30	345	178	420	165	95	110

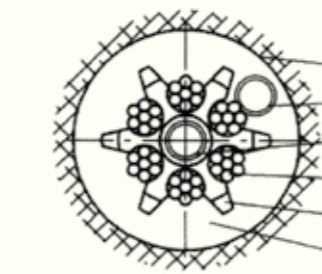
Temporary anchor, specification for 0.6" strands						
number of strands	bearing plate a/a mm	trumpet internal dia. b mm	form work c/c mm	recess d mm	strand bundle max size mm*	bore hole min e mm
3	175	77	230	140	60	75
6	220	109	270	140	70	85
11	270	138	340	150	85	100
18	345	178	420	165	105	120
30	440	222	460	185	***	***

\* approx. tendon diameter



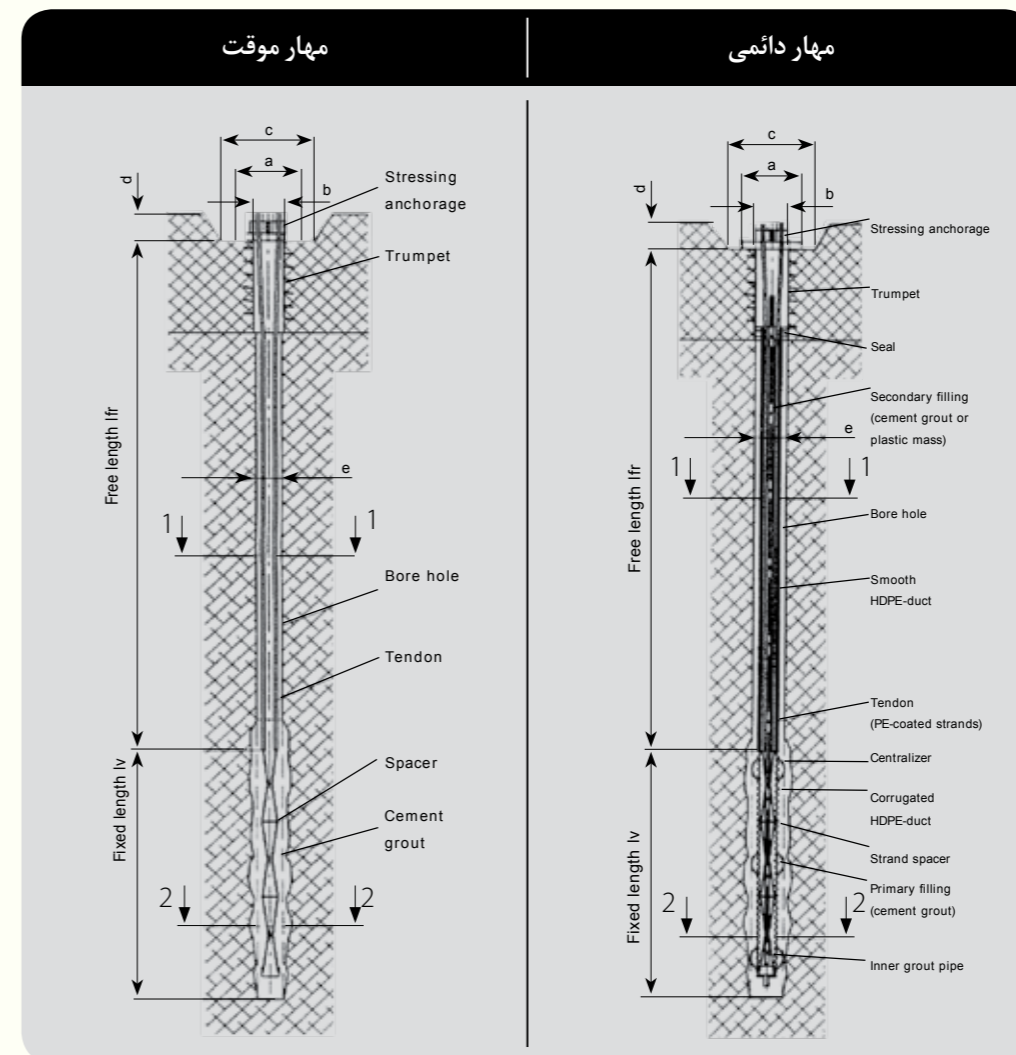
طول آزاد کابل در گمانه  
Free anchor length lfr (Section 1-1)

- Bore hole
- Greased and PE-coated strand
- Reserve pipe
- Inner injection pipe
- Cement grout (if required)



طول درگیر کابل در گمانه  
Free anchor length lv (Section 2-2)

- Bore hole
- Reserve pipe
- Inner injection pipe
- Bare strand
- Spacer
- Cement grout



## سیستم های مهاری خاک و سنگ

مهاری موقت برای ماندگاری حداکثر دو تا سه سال طراحی و اجرا می شوند، چرا که پیش تنیدگی و ضد خوردگی نسبت به مهاری دائم کمتر لحاظ می گردد. در مهاری موقت، در طول آزاد کابل در گمانه، در جایی که گروت تزریق نمی شود کابل با پوشش پلی اتیلنی بکار می رود.

سیستم های مهاری زمینی که در مهندسی ژئوتکنیک استفاده می شوند، عبارتند از سیستم هایی که به منظور تقویت و باربری بیشتر خاک به طور دائم و یا موقت بکار می روند.



پل کابلی - کامبوج - مجری PBL



عملیات انکورینگ



عملیات تحکیم خاک



PBL مجری - Bangphi Bridge

با پیش تنیده کردن فونداسیون، عملاً ضخامت آن کم می شود. بخصوص در پروژه های بزرگ با کاستن از حجم آرماتور و بتن مصرفی و نیز حجم گود برداری صرفه اقتصادی قابل توجهی را به ارمغان می آورد.

امروزه در امریکا ۴۷۵،۰۰۰ پل وجود دارد. عملکرد پل های بتنی بسیار بهتر از پل ها با مصالح دیگر بوده است. تحلیل اطلاعات National Bridge Inventory برای سازه های ساخته شده از سال ۱۹۵۰ نشان می دهد، ۱۷ درصد پل های فولادی در امریکا "از نظر سازه ای معیوب" هستند، در حالی که درصدها برای پل های بتن مسلح و پیش تنیده به ترتیب تنها ۷ و ۴ درصد می باشد. بیش از ۷۰ درصد پل هایی که امروزه ساخته می شوند، بتنی هستند.

- مخازن و سیلوها
- سازه های کابلی معلق
- ستون های بلند و لاغر
- اسکله و سکوهای نفتی
- باند و برج های کنترل فرودگاه ها
- دودکش ها، برج های خنک کننده

با استفاده از ادوات پیش تنیدگی و تخصص کافی می توان سازه های سنگین را با وزن هزاران تن، تا ارتفاع دلخواه بالا برد.

### ■ فونداسیون های پس کشیده:

### ■ پل ها:

### ■ دیگر سازه های خاص:

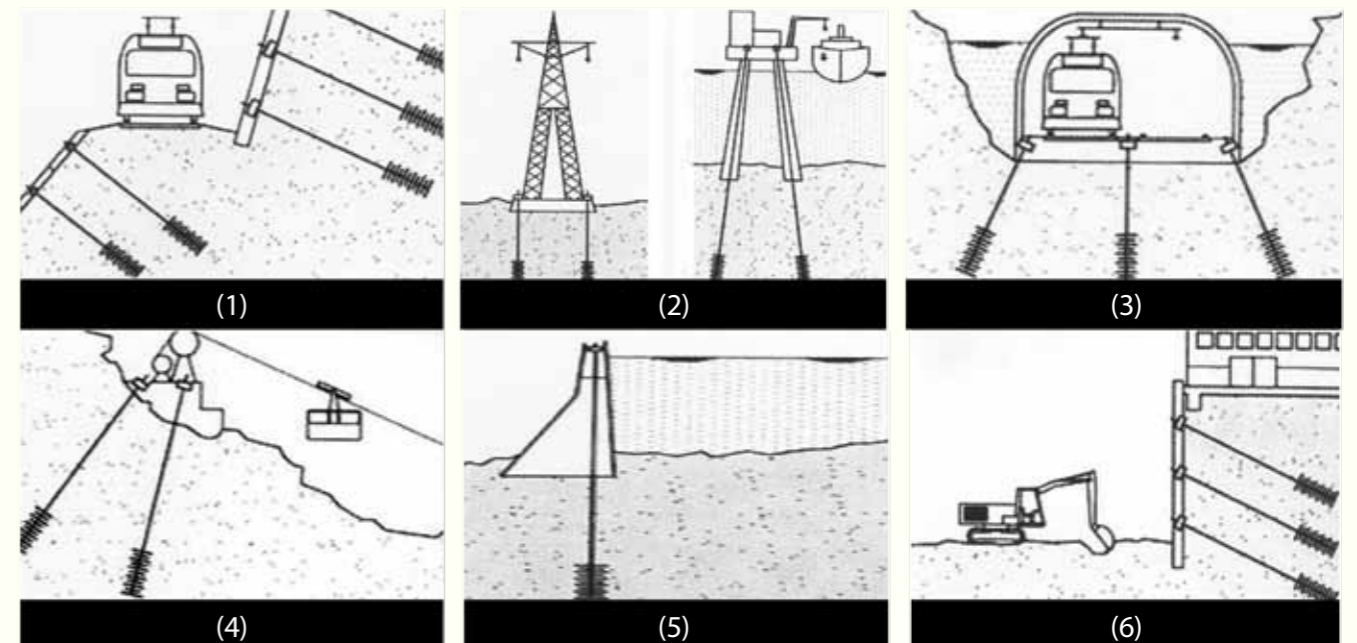
### ■ بالابری سازه های سنگین یا (Heavy Lifting):

### ■ خدمات:

- طراحی مهارهای زمین
- تأمین قطعات مهار زمین
- گمانه زنی برای مهارهای زمین
- نصب، تزریق گروت و آزمایش سیستم نصب شده
- تحلیل و طراحی سازه ها به منظور تأمین نیروهای مهاری زمین

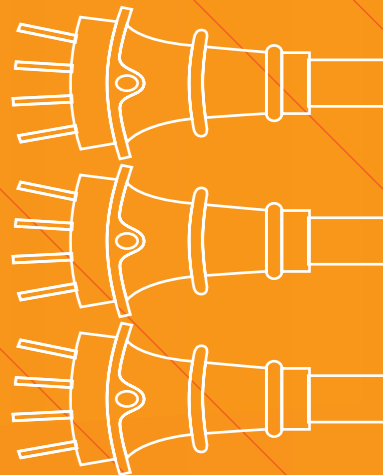
### ■ کاربردهای معمول:

- پیش تنیدگی موقت زمین با استفاده از انکورج، پیچ و مهره.
- پایدار کردن شیروانی های طبیعی ناپایدار یا ترانشه های مصنوعی. (1)
- مهار سازه های بلند از قبیل دکل های انتقال نیرو و سکوهای نفتی. (2)
- ایمن سازی سازه هایی که پایین تر از سطح آب زیرزمینی قرار می گیرند. (3)
- مهار نیروهای کششی متمرکز در سازه های کابلی از قبیل پلهای معلق و تله کابین. (4)
- مهار سدهای بتنی به منظور کاهش ابعاد و یا تقویت سدهای موجود، به عنوان مثال برای افزایش ارتفاع سد. (5)
- در خاکبرداری های عمیق که به دلایل اقتصادی و یا محدودیت فضای اشغال شده، استفاده از سازه نگهبان مقدور نمی باشد. (6)





**PT** Material Supply



Strands 0.5", U.T.S 1860 N/mm <sup>2</sup> , 100 mm <sup>2</sup>					
Number of Strand	Anchor type	Strand area of tendon mm <sup>2</sup>	Ultimate force U.T.S kN	Stressing force at 0.8u.t.s. kN	Wieght of strand Bundle Kg/m
1	105	100	186	149	0.79
2		200	372	298	1.57
3	M 405	300	558	446	2.35
4		400	744	595	3.14
5		500	930	744	3.93
6	M 705	600	1116	893	4.71
7		700	1302	1042	5.50
8		800	1488	1190	6.28
9		900	1674	1339	7.07
10		1000	1860	1488	7.85
11	M1205	1100	2046	1637	8.63
12		1200	2232	1786	9.42
13		1300	2418	1934	10.21
14		1400	2604	2083	10.99
15		1500	2790	2232	11.78
16		1600	2976	2381	12.56
17		1700	3162	2530	13.35
18	M1905	1800	3348	2678	14.13
19		1900	3534	2827	14.92
20		2000	3720	2976	15.7
21		2100	3906	3125	16.48
22		2200	4092	3274	17.27
23		2300	4278	3422	18.05
24		2400	4464	3571	18.84
25		2500	4650	3720	19.63
26		2600	4836	3869	20.41
27		2700	5022	4018	21.20
28		2800	5208	4166	21.98
29		2900	5394	4315	22.77
30	M 3105	3000	5580	4464	23.55

Strands 0.6", U.T.S 1860 N/mm <sup>2</sup> , 150 mm <sup>2</sup>					
Number of Strand	Anchor type	Strand area of tendon mm <sup>2</sup>	Ultimate force U.T.S kN	Stressing force at 0.8u.t.s. kN	Wieght of strand Bundle Kg/m
1	106	150	279	223	1.18
2		300	588	446	2.36
3	M 406	450	837	670	3.53
4		600	1116	893	4.71
5		750	1395	1116	5.89
6	M 706	900	1674	1339	7.07
7		1050	1953	1562	8.25
8		1200	2232	1786	9.42
9		1350	2511	2009	10.60
10		1500	2790	2232	11.78
11	M1206	1650	3069	2455	12.96
12		1800	3348	2678	14.14
13		1950	3627	2902	15.31
14		2100	3906	3125	16.49
15		2250	4185	3348	17.67
16		2400	4464	3571	18.85
17		2550	4743	3794	20.03
18	M1906	2700	5022	4018	21.20
19		2850	5301	4241	22.38
20		3000	5580	4464	23.56
21		3150	5859	4687	24.74
22		3300	6138	4910	25.92
23		3450	6417	5134	27.09
24		3600	6696	5357	28.27
25		3750	6975	5580	29.45
26		3900	7254	5803	30.63
27		4050	7533	6026	31.81
28		4200	7812	6250	32.98
29		4350	8091	6473	34.16
30	M 3106	4500	8370	6696	35.34

مصالح و تجهیزات تخصصی پیش تنیدگی با برند PBL با کد یا شماره فنی ویژه در کارخانجات صنعتی متعلق به PBL Group با کیفیت بسیار بالا منطبق بر استانداردهای بین المللی نظیر BS و ISO، ASTM و تولید و از طریق گمرک های جمهوری اسلامی ایران وارد می گردد. PBL Group جهت حصول اطمینان مشتریان و کارفرمایان خود تأییدیه های لازم را از مراجع معتبر بین المللی نظیر LLOYDS انگلستان دریافت نموده است. بخش R&D شرکت PBL همواره در توسعه فناوری در طراحی و تولید قطعات و سیستمهای پیش تنیده پس کشیده و ارائه آن بصورت سمینار های تخصصی که تحت نظارت PTI برگزار می گردد فعالیت می نماید. کلیه قطعات، سیستمها و تجهیزات وارداتی از PBL Group به همراه گزارش تست ویژه از طریق پارس PBL به مشتریان ارائه می گردد.

• قالب های لغزنده

• Girder launching Truss

• جک و پمپ برای کشش تک یا چند رشته

• انواع داکت به قطرهای مختلف به همراه کوپلینگ

• انواع Bearing, Expansion joint, Damper

• سایر ملزومات پیش تنیدگی نظیر strand pusher

• انواع انکورجیج (گیره یا مهار) برای تاندونهای تک تا ۳۲ رشته

• انواع کابل های فولادی (استرند) 0/5" و 0/6" با و بدون روکش

برای پیش تنیدگی و مهار زمین

### ■ فهرست:

#### مشخصات مهاری با قطر استرند ۰/۵ اینچ

**توجه:** ردیف های بزرگنمایی شده، مهارهایی هستند که یک حفره آنها برای گروت ریزی، و بقیه حفرات به طور کامل به استرند اختصاص یافته است. و در بقیه موارد بسته به تعداد استرند، از تمام ظرفیت انکورج استفاده نمی شود.

#### مشخصات مهاری با قطر استرند ۰/۶ اینچ

**توجه:** ردیف های بزرگنمایی شده، مهارهایی هستند که یک حفره آنها برای گروت ریزی، و بقیه حفرات به طور کامل به استرند اختصاص یافته است.



خط تولید نوین تاندون غیرچسبنده با روکش پلی اتیلنی گریس کاری شده به روش Extrusion (کارخانه PBL)



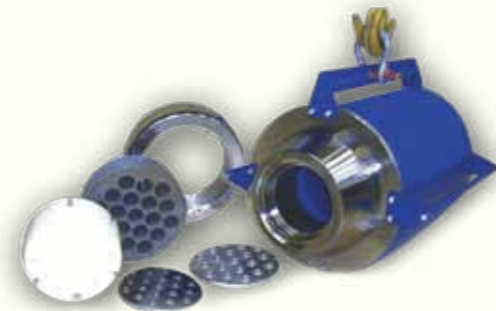
خط تولید غلاف (کارخانه PBL)



جک مولتی استرند - پروژه پل تله زنگ



جک کشش تک رشته



جک کشش چند رشته

Jack Type	V16	V24
Stand Dia,	0.5"	0.6"
Overall Length	mm 540	540
Width	mm 215	240
Thickness	mm 72	80
Weight	kg 25	30
Stroke	mm 240	240

Type Of Stressing Unit	M 110	M200	M300	M500
Max. Jack Force	KN 1100	2000	3000	5000
Stressing Unit Weight	kg 160	260	410	710
Jack Stroke	mm 200	200	200	200
Stressing Unit Length	a mm 595	620	675	740
Stress Length	b mm 710	750	810	890
Jack Diameter	c mm 270	330	400	500

- گیره برای تاندونهای تک رشته غیرچسبنده نوع SF
- تاندونهای چندرشته چسبنده تخت نوع SF
- گیره برای تاندونهای چند رشته چسبنده تخت نوع SF

اطلاعات کششی تاندون های تک رشته غیرچسبنده نوع SF

Strand Dia	0.5" (12.7 mm.)	0.6" (15.2 mm.)
No. of strand	1	1
Type of anchorage	SF105	SF106
Ultimate tensile force, KN	186	265
Stressing force at 0.8 U.T.S.,KN	149	212
Jack Type	V16	V24

گیره برای تاندون های تک رشته غیرچسبنده نوع SF

Anchorage	a	b
SF-105	100	60
SF-106	125	75

مشخصات تاندون های تک رشته (غیرچسبنده) برای استرندهای ۰/۵ و ۰/۶ اینچ

ابعاد گیرهها به میلیمتر

اطلاعات کششی تاندون های چندرشته تخت نوع SF

Strand Dia	0.5" (12.7mm)			0.6" (15.2mm)		
	305	405	505	206	306	406
Tendon Type	305	405	505	206	306	406
No. of strand	3	4	5	2	3	4
Anchor Head Type	SF305	SF405	SF505	SF206	SF306	SF406
Anchor Plate Casting Type	SF305/206	SF405/306	SF505/406	SF305/206	SF405/306	SF505/406
Ultimate tensile force per tendon, KN	558	744	930	558	837	1,116
Stressing force at 0.8 U.T.S., KN	446	595	744	446	670	892
Flat duct inside dimension /mm. x mm.	63.5 x 20 or 50 x 20	63.5 x 20	76.5 x 20	63.5 x 20 or 50 x 20	63.5 x 20	76.5 x 20
Jack Type	V16	V16	V16	V24	V24	V24

مشخصات گیره برای تاندون های چندرشته تخت چسبنده (استرند ۰/۵ و ۰/۶ اینچ)

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

ابعاد به میلیمتر

- گیره برای تاندونهای چند رشته مدور نوع M
- اسپیرال های تقویتی برای تاندونهای چندرشته مدور نوع M
- کوپلینگ برای تاندونهای چندرشته مدور نوع M

تاندون نوع M

اسپیرال های تقویتی برای تاندون های چندرشته نوع M

Type	405	705	1205	1905	3105
Spiral Outside Dia. D	180	215	280	355	465
Length L	250	300	350	400	480
Dia d	12	14	16	18	22
Pitch T	50	50	50	50	60
Number of Pitch n	5	6	7	8	8
Type	406	706	1206	1906	3106
Spiral Outside Dia. D	190	250	335	440	450
Length L	300	350	400	480	540
Dia d	12	14	18	20	22
Pitch T	50	50	50	60	60
Number of Pitch n	6	7	8	8	9

ابعاد به میلیمتر

اطلاعات کششی تاندون های چندرشته مدور نوع M

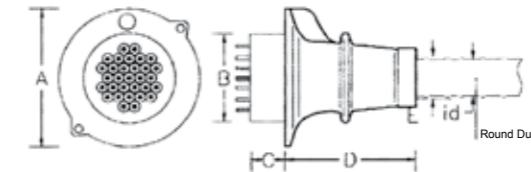
Number of strands dia. 0.5"(12.7mm)	4	7	12	19	31
Tendon Type	405	705	1205	1905	3105
Ultimate tensile force per tendon, KN	747	1302	2232	3534	5766
Stressing force at 0.8 u.t.s,KN	595	1042	1786	2827	4613
Duct ID, mm	45	55	70	85	105
Jack Type	V16	M110	M200	M300	M500

مشخصات تاندونهای چندرشته مدور نوع M با استرند ۰/۵ اینچ

Number of strands dia. 0.6"(15.2mm)	4	7	12	19	31
Tendon Type	406	706	1206	1906	2206
Ultimate tensile force per tendon, KN	1116	1953	3348	5301	6138
Stressing force at 0.8 u.t.s,kN	893	1562	2678	4241	4910
Duct ID, mm	50	65	80	100	110
Jack Type	M110	M200	M300	M500	M500

مشخصات تاندونهای چندرشته مدور نوع M با استرند ۰/۶ اینچ

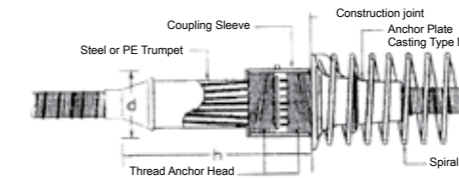
گیره برای تاندون های چندرشته مدور نوع M



Strand Dia.	Nos of strands					
	4	7	12	19	31	-
0.5"	4	7	12	19	31	-
0.6"	-	4	7	12	19	22
A	150	175	230	285	350	360
B	88	110	150	180	230	250
C	50	50	52	65	80	80
D	83	140	225	295	395	440
E	52	65	80	95	115	120
0.5" ID	45	55	70	85	105	-
0.6" ID	-	50	65	80	100	110

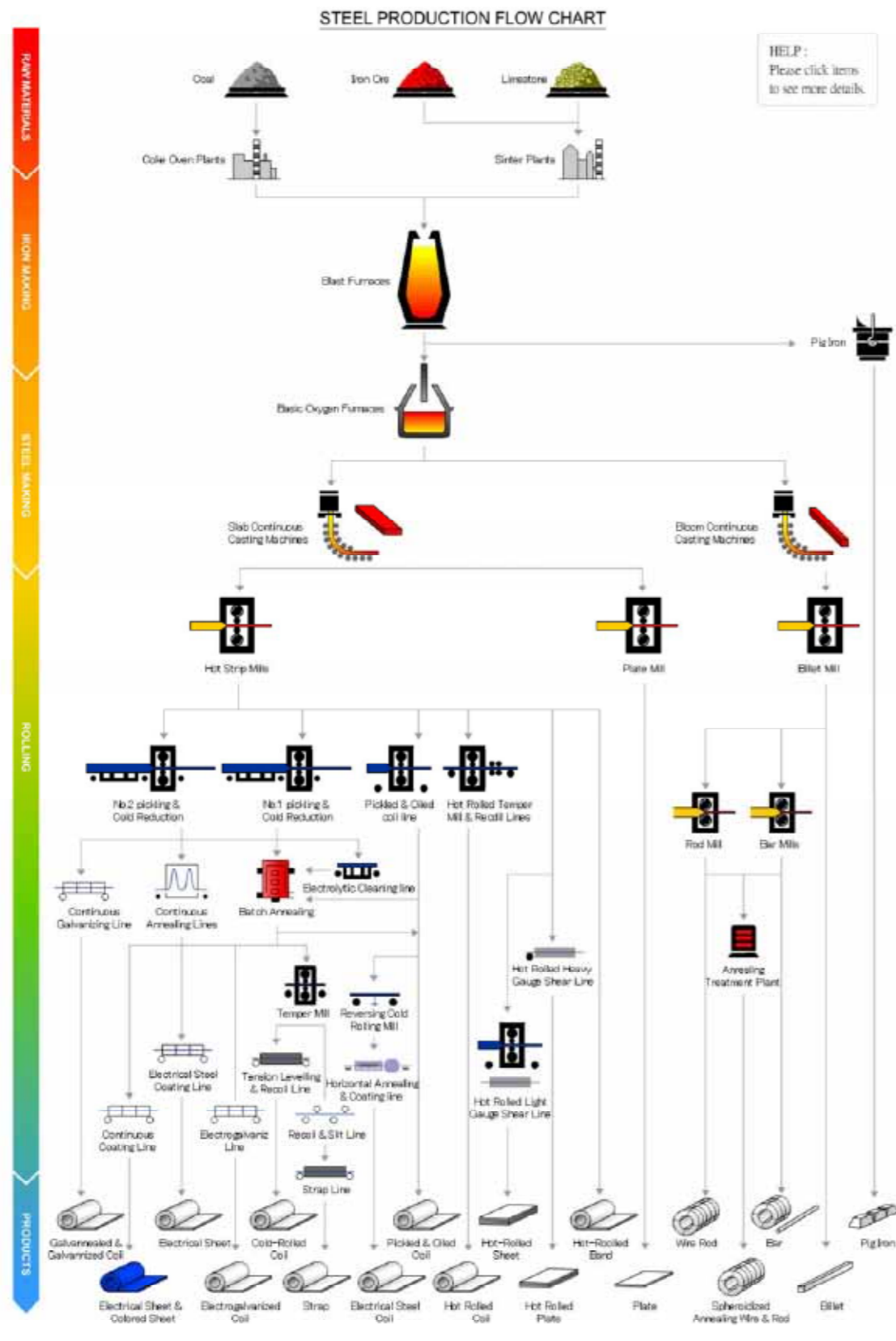
ابعاد به میلیمتر

کوپلینگ برای تاندون های چندرشته مدور نوع M

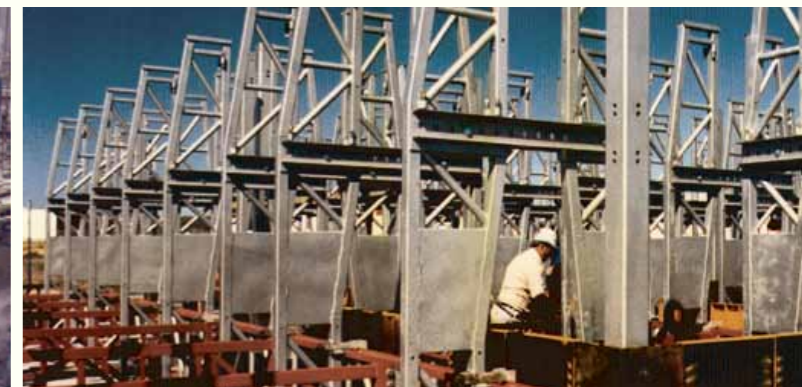


	Strand Dia. 0.5"				Strand Dia. 0.6"				
	7	12	19	31	4	7	12	19	22
Number Of Strands	7	12	19	31	4	7	12	19	22
Coupling Type	705	1205	1905	3105	406	706	1206	1906	2206
Length h, mm.	420	565	655	775	420	565	655	775	815
Diameter d, mm.	156	206	247	307	156	206	247	307	337

ابعاد به میلیمتر



Brewery Tank , Beer Chang, Kampangpetch



تولید قالبهای لغزنده کارخانه PBL

REPORT NO. S0449-09A

PAGE 1 OF 4

**1. Purpose of test**

To determine the performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction when tested in accordance with BS 4447:1973 "Specification for The performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction: Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon"

**2. Test specification**

In order to comply with this standard, single anchorages when tested with a tendon of a quality not lower than the lowest characteristic strength specified in BS 2691 or BS 3617 or BS 4486 or BS 4757 shall have the following minimum performance in at least three consecutive tests.

- (1) The actual efficiency of the anchored tendon shall not be lower than 92%. The actual efficiency of the anchored tendon shall be taken as the ratio of the failure force as measured in Clause 5 to the average ultimate tensile strength of the tendon. The average ultimate tensile strength shall be determined from three specimens taken at random from the total length of the tendon used in the tests and tested in accordance with the methods specified in BS 18 or BS4545 as appropriate.
- (2) The percentage elongation at maximum load as measured in Clause 5 shall not be less than 1.8%
- (3) For an unbounded tendon, when tested in accordance with the method given in Clause 6, not more than 5% of the initial cross sectional area of the tendon shall fail.
- (4) The anchorage system tested in accordance with the test given in Clause 7 shall be capable of supporting a load of 1.1  $f_{pu}$  (where  $f_{pu}$  is the characteristic strength of the tendon for which the anchorage is designed).

In the case of a range of anchorages of various capacities but of similar design form using the same size and type of tendon material the intermediate sizes shall be deemed to comply with the requirements of the whole standard provided at least three consecutive test results in each of two sizes comply.

**3. Test specimen**

The test specimen shall consist of suitable lengths of wire, strand or bar held at each end by the anchorage under test, or at one end by the anchorage and at the other by a special device which ensures that the failure occurs at a point remote from that end. The test shall be carried out using, at least at one end, all parts of the anchorage which contribute to the actual gripping or supporting of the tendon but not necessarily those parts normally cast into the concrete. The method of supporting the anchorage parts shall be chosen by the anchorage manufacturer but shall simulate the effect of any geometric deviation of any individual wires, strand or bars within the anchorage. The number of wires, strands or bars forming the tendon shall be the maximum for which the anchorage is designed.



School of Engineering and Technology

Asian Institute of Technology

Postal Address:  
P.O. Box 4  
Klong Luang  
Pathumthani 12120  
Thailand

Street Address:  
Km. 42 Paholyathin Highway  
Klong Luang  
Pathumthani 12120  
Thailand

(For local calls, dial 02 before the tel/fax nos.)  
Tel: (66-2) 524-6052, 6060  
Fax: (66-2) 524-6059, 5525  
http://www.ait.ac.th

TEST REPORT

Our Ref : S0449-09A  
 Issued by : Structural Engineering Laboratory, School of Engineering and Technology  
 Issue date : 26 June 2009  
 Product : Prestressed Concrete Anchorage : SF 205  
 Reference Standard : BS 4447 :1973  
 Method of test : Methods for determining the performance of prestressing anchorage for post tensioned construction. Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon  
 Applicant : PBL GROUP CO., LTD.  
 Description of test : One set of Prestressed Concrete Anchorage (Post Tension) consists of SF 205 anchorage with 1 set of compact wedge and 2 piece of 0.5 " P.C. seven wire strand (ASTM A 416 -99 Min breaking load 18.725 ton), was in installed in the concrete block having a size of 45 (W) x 304 (L) x 35 (T) centimeters. The testing machine consists of the hydraulic jack of serial no. 2006-192 and the "POWER TEAM" hydraulic pump of serial no. 334029 fitted with the "MANO" pressure gauge of serial no. 073953051 of having a maximum capacity of 600 bar or 8,600 psi.  
 Date received : 30 June 2009

Prepared by

Anan R.

MR. ANAN RODANAN  
ENGINEER

Approved by

DR. SUN SAYAMIPUK  
SENIOR LABORATORY SUPERVISOR



**AIT**

REPORT NO. S0449-09A

PAGE 3 OF 4

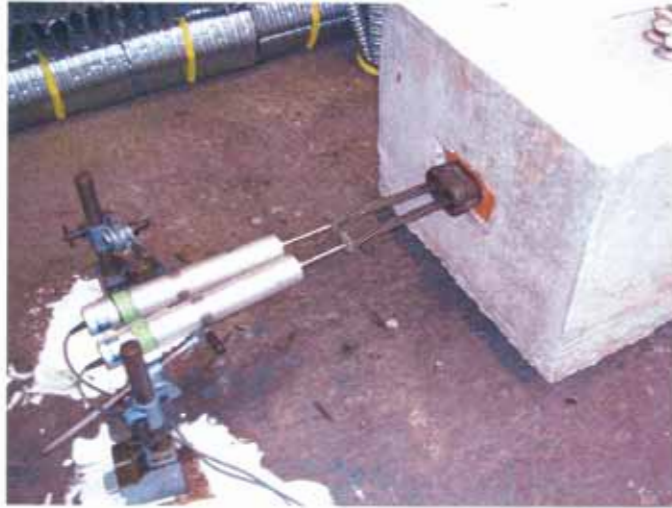


Figure 2 Setting the dial gauges to measure elongation of the wire strand.



Figure 3 Tensile testing machine.



REPORT NO. S0449-09A

PAGE 2 OF 4

4. Test procedure

The test load shall be applied uniformly on tendons which have been previously prestressed by a representative prestressing operation to not less than 0.70 of the characteristic strength of the tendon either by calibrated jacks or by a suitable tensile testing machine. Alternatively, where it can be demonstrated that the prestressing operation has no effect on the load transfer. The whole of the test load may be applied by calibrated jacks or by a suitable testing machine. The failure force shall be the force at which the test specimen no longer supports any increase in the loading at which point the total elongation of the tendon shall be recorded, or deduced from elongation readings at lower loading.

The test load shall be applied at a rate of not more than 200 N/mm<sup>2</sup> per minute and the tests shall be carried out at ambient temperature unless otherwise stated.

The percentage elongation shall be taken as the ratio of the net elongation to the original length of the tendon the anchored length shall not be less than 3 m. Due allowance for draw in, slip and other extraneous causes shall be taken into account in determining the net elongation, which shall be measured over the outside face of the anchorages or special device.

The characteristic strength of an anchored tendon is the product of the characteristic strength of the tendon times the actual efficiency.



Figure 1 Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon







Asian Institute of Technology

School of Engineering and Technology

Postal Address:  
P.O. Box 4  
Klong Luang  
Pathumthani 12120  
Thailand

Street Address:  
Km. 42 Paholyothin Highway  
Klong Luang  
Pathumthani 12120  
Thailand

(For local calls, dial 02 before the tel/fax nos.)  
Tel: (66-2) 524-6052, 6060  
Fax: (66-2) 524-6059, 5525  
http://www.ait.ac.th  
http://www.sef.ait.ac.th

2

TEST REPORT

Our Ref : S0449-09E

Issued by : Structural Engineering Laboratory, School of Engineering and Technology

Issue date : 26 June 2009

Product : Prestressed Concrete Anchorage : SF 506

Reference Standard : BS 4447 :1973

Method of test : Methods for determining the performance of prestressing anchorage for post tensioned construction.  
Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon

Applicant : PBL GROUP CO., LTD.

Description of test : One set of Prestressed Concrete Anchorage (Post Tension) consists of SF 506 anchorage with 1 set of compact wedge and 5 piece of 0.6 " P.C. seven wire strand (BS5896 Min breaking load 27.01 ton), was installed in the concrete block having a size of 50 (W) x 300 (L) x 40 (T) centimeters. The testing machine consists of the hydraulic jack of serial no. V240103 (042) and the hydraulic pump of serial no. 34033 (042) fitted with the "MANO" pressure gauge having a maximum capacity of 600 bar or 8,600 psi.

Date received : 30 June 2009

Prepared by

Anon R.

MR. ANAN RODANAN  
ENGINEER

Approved by

DR. SUN SAYAMIPUK  
SENIOR LABORATORY SUPERVISOR



**AIT**

REPORT NO. S0449-09A	PAGE 4 OF 4
----------------------	-------------

5. Test results

The performance of prestressing anchorage: SF 205 under the applied force is shown in Table 1.

Table 1 Test result

Specimen No.	Type of Specimen	Percentage of Capacity	Tensile Load (ton)	Elongation (mm)
1	Anchorage SF 205:12.7 mm-2 pcs	25	4.68	1.30
		50	9.36	2.83
		75	14.04	4.03
		96	17.98	5.30

Remark: The tensile load applied to each prestressing wire at each step.

6. Evaluation against the perform criteria

The performance of the specimen was judged against the following criteria BS 4447:1973. It is required that there is no crack or any damage was found on tested anchorage and the concrete block after applied the maximum tensile load or 96 % of wire stand capacity. The specimen satisfied the requirement of the BS 4447:1973 Clause 5.

7. Limitation

The test results relate only to the specimen tested. BS 4447:1973 provides guidance information on the specification for the performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction: Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon.

Application of the results to assemblies of different dimensions or incorporating different components should be subjected to re-verification.



REPORT NO. S0449-09E	PAGE 2 OF 4
----------------------	-------------

4. Test procedure

The test load shall be applied uniformly on tendons which have been previously prestressed by a representative prestressing operation to not less than 0.70 of the characteristic strength of the tendon either by calibrated jacks or by a suitable tensile testing machine. Alternatively, where it can be demonstrated that the prestressing operation has no effect on the load transfer. The whole of the test load may be applied by calibrated jacks or by a suitable testing machine. The failure force shall be the force at which the test specimen no longer supports any increase in the loading at which point the total elongation of the tendon shall be recorded, or deduced from elongation readings at lower loading.

The test load shall be applied at a rate of not more than 200 N/mm<sup>2</sup> per minute and the tests shall be carried out at ambient temperature unless otherwise stated.

The percentage elongation shall be taken as the ratio of the net elongation to the original length of the tendon the anchored length shall not be less than 3 m. Due allowance for draw in, slip and other extraneous causes shall be taken into account in determining the net elongation, which shall be measured over the outside face of the anchorages or special device.

The characteristic strength of an anchored tendon is the product of the characteristic strength of the tendon times the actual efficiency.



Figure 1 Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon



REPORT NO. S0449-09E	PAGE 1 OF 4
----------------------	-------------

1. Purpose of test

To determine the performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction when tested in accordance with BS 4447:1973 "Specification for The performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction: Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon"

2. Test specification

In order to comply with this standard, single anchorages when tested with a tendon of a quality not lower than the lowest characteristic strength specified in BS 2691 or BS 3617 or BS 4486 or BS 4757 shall have the following minimum performance in at least three consecutive tests.

- (1) The actual efficiency of the anchored tendon shall not be lower than 92%. The actual efficiency of the anchored tendon shall be taken as the ratio of the failure force as measured in Clause 5 to the average ultimate tensile strength of the tendon. The average ultimate tensile strength shall be determined from three specimens taken at random from the total length of the tendon used in the tests and tested in accordance with the methods specified in BS 18 or BS4545 as appropriate.
- (2) The percentage elongation at maximum load as measured in Clause 5 shall not be less than 1.8%.
- (3) For an unbounded tendon, when tested in accordance with the method given in Clause 6, not more than 5% of the initial cross sectional area of the tendon shall fail.
- (4) The anchorage system tested in accordance with the test given in Clause 7 shall be capable of supporting a load of 1.1  $f_{pu}$  (where  $f_{pu}$  is the characteristic strength of the tendon for which the anchorage is designed).

In the case of a range of anchorages of various capacities but of similar design form using the same size and type of tendon material the intermediate sizes shall be deemed to comply with the requirements of the whole standard provided at least three consecutive test results in each of two sizes comply.

3. Test specimen

The test specimen shall consist of suitable lengths of wire, strand or bar held at each end by the anchorage under test, or at one end by the anchorage and at the other by a special device which ensures that the failure occurs at a point remote from that end. The test shall be carried out using, at least at one end, all parts of the anchorage which contribute to the actual gripping or supporting of the tendon but not necessarily those parts normally cast into the concrete. The method of supporting the anchorage parts shall be chosen by the anchorage manufacturer but shall simulate the effect of any geometric deviation of any individual wires, strand or bars within the anchorage. The number of wires, strands or bars forming the tendon shall be the maximum for which the anchorage is designed.



REPORT NO. S0449-09E	PAGE 4 OF 4
----------------------	-------------

5. Test results

The performance of prestressing anchorage: SF 506 under the applied force is shown in Table 1.

Table 1 Test result

Specimen No.	Type of Specimen	Percentage of Capacity	Tensile Load (ton)	Elongation (mm)
1	Anchorage SF 506:15.7 mm-5 pcs	25	6.75	1.47
		50	13.51	4.15
		75	20.26	5.82
		95	25.66	7.92

Remark: The tensile load applied to each prestressing wire at each step.

6. Evaluation against the perform criteria

The performance of the specimen was judged against the following criteria BS 4447:1973. It is required that there is no crack or any damage was found on tested anchorage and the concrete block after applied the maximum tensile load or 95 % of wire stand capacity. The specimen satisfied the requirement of the BS 4447:1973 Clause 5.

7. Limitation

The test results relate only to the specimen tested. BS 4447:1973 provides guidance information on the specification for the performance of prestressing anchorages for post-tensioned construction: Clause 5 – Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon.

Application of the results to assemblies of different dimensions or unincorporating different components should be subjected to re-verification.



REPORT NO. S0449-09E	PAGE 3 OF 4
----------------------	-------------



Figure 2 Setting the dial gauges to measure elongation of the wire strand.

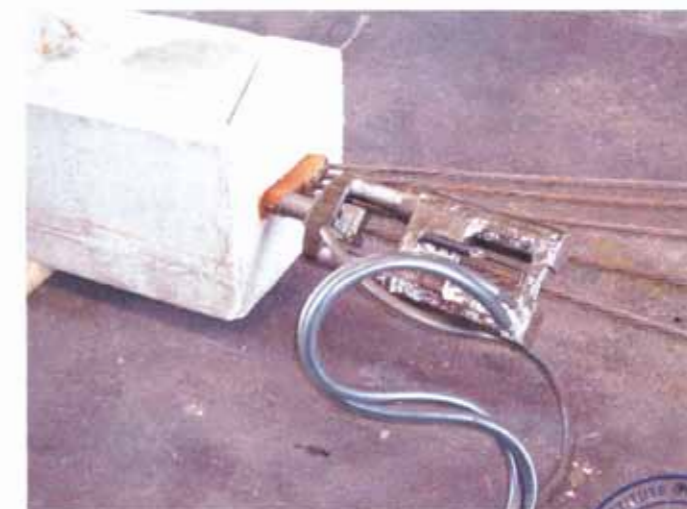


Figure 3 Tensile testing machine.



Certificate no: **BGK 0770013/2**  
Page 2 of 3

On the basis of the aforementioned scope of inspection, all tests were carried out by using of calibrated test equipment and at the best of our knowledge we certify that the tested anchorages and its structural parts can withstand the load greater than 92% of its average ultimate tensile strength as specified in the BS 4447 : 1973.



Chamni Mosagul  
Surveyor to Lloyd's Register Asia

A member of the Lloyd's Register Group

Form 1123 (2005.02)

Certificate no: **BGK 0770013/2**  
Page 1 of 3



## Inspection Certificate

Project: **Performance test of Prestressing Anchorage for Post-tensioned construction Anchorages**  
Type: **M 1906 and M 3106**

Client: **PBL Group Co., Ltd.**  
**8/11 Soi Amornphan-nivet4(Viphavdi44),**  
**Viphavadi-Rangsit Road, Lardyao, Jatujak,**  
**Bangkok 10900 Thailand**

Office: **Bangkok**

Clients Order Number: **Request for services dated 20 Feb. 07**

Date: **23 February 2007**

Order Status: **Complete**

Inspection Dates

First: **23 February 2007**

Final: **23 February 2007**

This certificate is issued to PBL Group Co., Ltd. to certify that the undersigned surveyor to this society, did attend at the PBL's factory at 152/4 Moo 3, Thanyaburi-Lumlookka Rd. Klong 7, Rangsit, Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand on the date mentioned above for the purpose of witnessing performance test of Prestressing Anchorages plates, heads and wedges Type M 1906 and M 3106 stated to be designed by PBL Group and manufactured to PBL's specifications in accordance with BS 4447: 1973 with Steel 7 wire Strand BS 5896 : 1980 Grade 1770, Nominal diameter 15.7 mm. manufactured by Bangkok Steel Wire Co., Ltd. :-

### Product Description/Specification

Anchorage type : **M 1906, 19 strands/0.6"(15.7mm.) nominal diameter.**  
**M 3106, 31 strands/0.6"(15.7mm.) nominal diameter.**

Design drawings No. : **M05/06 Dated 05/01/2005**

Steel Wire Strand  
Design standard : **BS 5896-1980 Grade 1770,**  
type : **7 wire super**  
Nominal Diameter : **15.7 mm.**

Specified breaking Load : **265 kN.**  
Average ultimate tensile strength : **276.79 kN. (tested on 20 Feb 2007)**  
Strand's Manufacturer : **Bangkok Steel Wire Co., Ltd.**

### Referenced documents:-

Lloyd's Register Asia Inspection Certificate No. BGK 0770013/1 dated 20 February 2007  
BS 4447: 1973  
BS 5896 : 1980  
Calibration certificate of testing machine issued by Asian Institute of Technology Doc. No. 50154-07

### Scope of Inspection:-

- Visual inspection and dimensional check of the sample Anchorage plates, heads and wedges types M 3106 and M 1906 in accordance with the design drawing stated above.
- Visual inspection and review manufacturer's Mill test certificate of the wire strand in accordance with the BS 5896 : 1980 specification.
- Witness performance tests, load efficiency and Elongation of the anchorage samples in accordance with the BS 4447 : 1973 item 5 with using of a calibrated test equipment by applying the load at minimum 93% of the average ultimate tensile strength (257.42 kN) to each strand of the tested anchorages then secure and maintain the load by its anchorage wedge. The tested Anchorage plates, heads, and wedges were found in good condition after apply and secure the specified load to all strands without any damage in all structural parts tested at the time of inspection, the elongation of each strand is detailed in the manufacturer's test record attached.

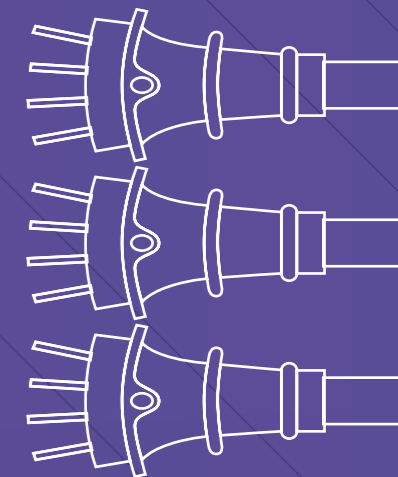
Lloyd's Register, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as the 'Lloyd's Register Group'. The Lloyd's Register Group assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant Lloyd's Register Group entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract.

Form 1123 (2005.02)

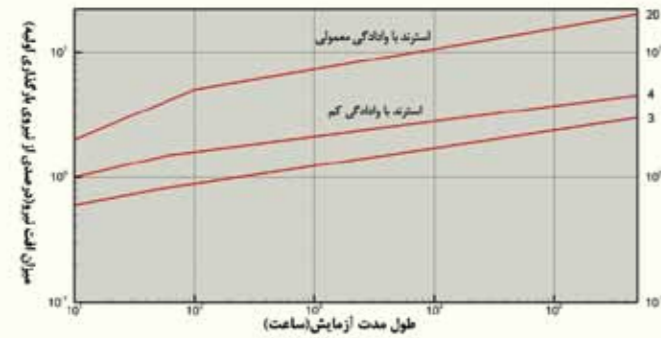




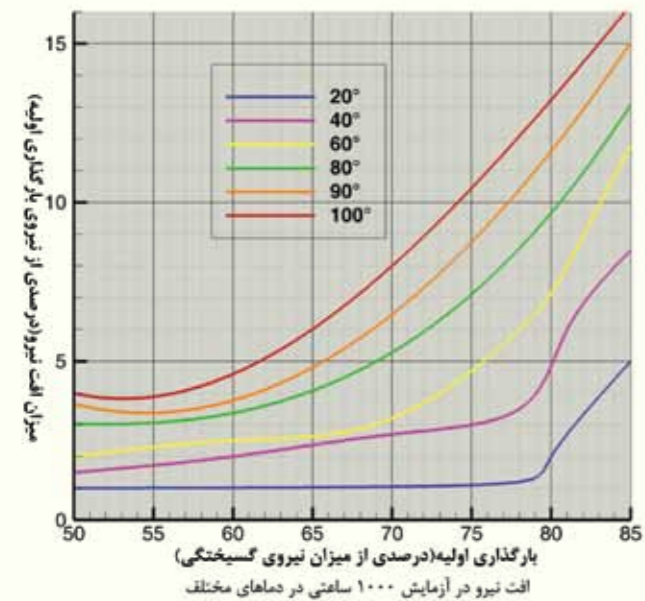
Why **PBL** ?



مشخصات بی نظیر استرند PBL



آزمایش طولانی مدت افت نیروی استرند با زمان (نیروی وارده به میزان ۷۰ درصد نیرو گسیختگی می باشد).



به عبارت دیگر PBL همچون VSL یا DYWIDAG یک برند است و گیره هایی با ابعاد و شکل خاص خود را به ثبت رسانیده است. تمامی ادوات پیش تنیدگی بتن، انکورینگ خاک و یا مربوط به پل های کابلی توسط سازمان AIT تست شده و توسط شرکت بین المللی لویدز صحه گذاری شده است.

۲- انتخاب کابل سایز "۵/۰" برای ساختمانها بعنوان کابل بهینه .

در سازه های معمولی و سبک ساختمانی کابل سایز "۵/۰" یا 12/7 mm دست طراح را در انتخاب تعداد تاندون های کمتر و بهینه باز می گذارد حال آنکه کابل سایز "۶/۰" یا 15/2 mm در سازه های سنگین که تعداد تاندون را پایین می آورد بهینه است. بعلاوه کشش کابل "۵/۰" به جک سبکتر نیاز دارد که به دلیل سهولت کار با آن، سرعت عمل را بالاتر می برد همچنین در صورت رها شدن و یا پاره شدن کابل حین کشش که به ندرت اتفاق می افتد، صدمه کمتری به سقف وارد خواهد آمد.

۳- ارائه گوه سه جزئی به جای دو جزئی

گیرداری گوه سه جزئی بهتر از گوه دو جزئی است که این برتری حاصل چندین آزمایش بوده و متولی پیش تنیدگی در دنیا یعنی سازمان PTI هم بر استفاده از گوه سه قسمتی تأکید دارد. مقالات مدعی بر این موضوع در وبسایت شرکت قابل دانلود می باشد. تنها گوه سه قسمتی موجود در ایران متعلق به برند PBL است.

۴- ارائه گیره با روکش ضد زنگ

تنها برند PBL است که چه در طول زمان نگهداری گیره ها در انبار پروژه و چه در طول مدت عمر ساختمان و مدفون بودن گیره در بتن، آنها در برابر خوردگی بیمه می کند. این مهم با اضافه کردن پوششی از اپوکسی ضد زنگ بر گیره در کارخانه حاصل می گردد.

سقف پیش تنیده هر پروژه با سقف پیش تنیده در پروژه دیگر متفاوت است، بنابراین اجرای پیش تنیدگی با روش های دیگر اجرایی سقف که همگی تیپ هستند و براحتی توسط پیمانکاران قابل اجرا، متفاوت است. عبارت دیگر هر پروژه نیازمند طراحی منحصر به خود است. متاسفانه بدلیل ساده انگاری به طراحی و اجرای پیش تنیدگی، برخی از مجموعه ها برای تقلیل قیمت تمام شده خود با کپی برداری از مصالح برند و تولید مصالحی که چه در مواد اولیه و چه در فرآیند تولید مطابق استاندارد جهانی نیستند، اقدام به اجرای غیر اصولی این سقفها نموده که در برخی موارد منجر به تخریب شده است. لذا پرداخت هزینه لازم برای استفاده و بهره برداری صحیح و بهینه از تکنولوژی توصیه می گردد.

کیفیت یک پروژه پیش تنیده به سه عامل وابسته است:

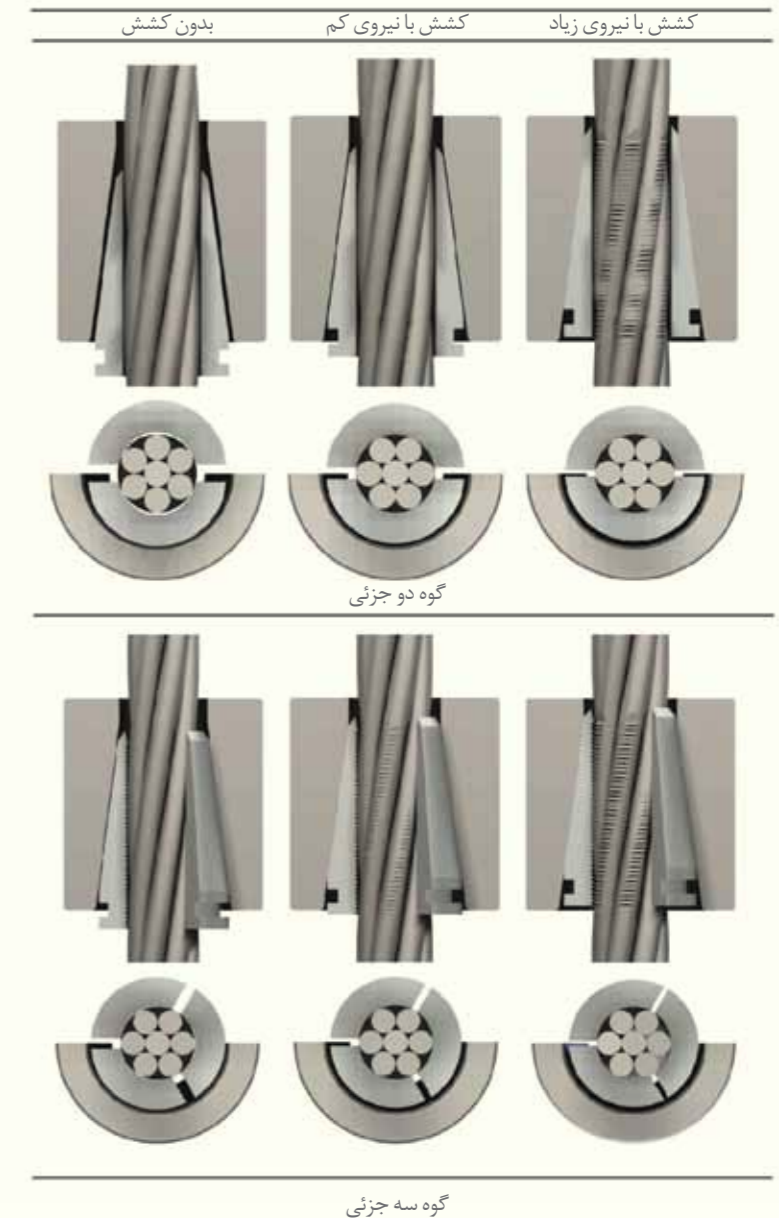
- الف: طراحی درست و بهینه
- ب: مصالح با کیفیت و استاندارد
- ج: اجرا توسط تیم فنی و مهندسی

شرکت پارس PBL با توجه به موارد زیر الزامات فوق الذکر را به درستی رعایت کرده است و هر چه بیشتر می کوشد با بهره گیری از پشتیبانی بین المللی خود برتری بتن پیش تنیده را به شکلی متفاوت در کشور ارائه کند.

شرکت های برتر مشاور دنیا، به دلیل حساسیت رفتاری اجزای پیش تنیدگی نظیر کابل، گیره و گوه ترجیح می دهند مصالح پیش تنیدگی مورد نیاز پروژه را از یک برند پیشنهاد دهند، که این مهم توسط شرکت PBL به عنوان تنها برند مقیم آسیا در کشور ما نیز محیاست.

۱-PBL یک سیستم پیش تنیدگی مختص به خود ارائه می کند.

گاز گرفتگی بیشتر استرند توسط گوه سه جزئی



استفاده از فاصله انداز جهت علامت گذاری با اسپری



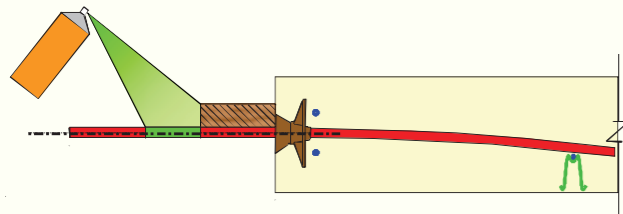
ایجاد سر مرده با روش بسکت یا پیازی در روش چسبیده



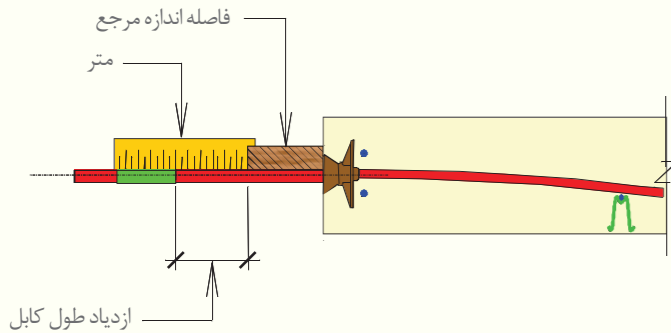
تیم فنی کارآموده

اندازه ثابت استفاده می گردد.

- ازدیاد طول کابل های اندازه گیری شده می تواند با مقادیر از پیش محاسبه شده تا 7% اختلاف داشته باشد در صورت اختلاف بیش از این تیم طراح و اجرا مورد را بررسی می کنند.
- سر بیرون زده کابل ها از گوه بعد از برش با دقت کافی بین 13-20 mm می باشد.



علامت گذاری نقطه ابتدایی با استفاده از فاصله انداز مرجع قبل از کشش



ازدیاد طول کابل

- برای مقابله با خوردگی، سر بیرون زده کابل ابتدا با اسپری زینک (پودر گالوانیزه کننده روی) و سپس با درپوش پلاستیکی پوشانده می شود.
- پس از پوشش کپ برای گیرایی بیشتر ابتدا داخل پاکت (حفره جکینگ) رطوبت پاشی شده و سپس درون آن با ملات پر می گردد و در آخر، سطح بیرون آن تسطیح و تنظیم می گردد.
- در کشش تا 2% استرندها می تواند پاره یا رها گردد.

#### علت سر خوردن استرندها می تواند یکی از دلایل زیر باشد:

- 1- زاویه دار بودن سر انکوريج با قالب دور.
- 2- بی کیفیت بودن گوه ( گوه های PBL در سه عمق مختلف سه سختی مختلف می بینند).
- 3- عدم دقت تکنسین دوم اجرا در گیرداری سر دوم زنده هنگام کشش سر دیگر در موارد دو سر کشش.

- برای سرعت در اجرای سقف های بعدی حداکثر تا میزان  $\frac{2}{3}$  تا  $\frac{3}{4}$  اسکالدها کسر می گردد و جک ها کاملاً برچیده نمی شوند خصوصاً در مورد تیر ها.

#### 8- ملاحظات PBL در تزریق گروت

- تزریق گروت حداکثر تا بیست روز پس از کشش انجام می گیرد.
- قبل از تزریق گروت می بایست هوای پر فشار داخل غلاف ها دمیده شود تا غلاف کاملاً خشک شود، همچنین نشستی آن مشخص شده برطرف گردد.

#### 5- کامل بودن ست گیره

انکوريج های تک سوراخ PBL، به غیر از قطعات اصلی صفحه (پلیت، گیره، مهار) و گوه، شامل کانکتور، پاکت فورمر و گریس کپ است. اجرای صحیح بدون استفاده از کانکتور بدلیل راهیابی شیره بتن به داخل انکوريج امکان پذیر نیست.

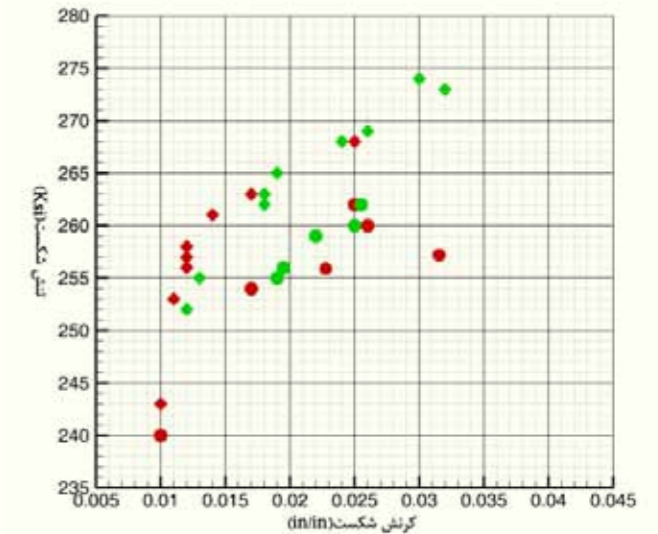
#### 6- طراحی بهینه توسط نرم افزار اصل Adapt

با اتکاء به ارتباط تنگاتنگ گروه PBL با شرکت تولید کننده نرم افزار طراحی سقف پیش تنیده Adapt هر ساله کارگاه های آموزشی در دفتر مرکزی شرکت PBL تشکیل می شود و از سایر شرکتهای زیر مجموعه درسایر کشورها، طراحان برای فراگیری دستاورد های جدید این نرم افزار در این کارگاه ها شرکت می کنند تا توان طراحی خود را به روز کنند.

#### 7- کیفیت اجرا

- نیمی از گزارش های مربوط به عیوب سقف پیش تنیده در ارتباط با نحوه اجراست. عدم کفایت و کار آزمودگی مجری حتی در نحوه بلوکه کردن گوه در جای خود می تواند منجر به پارگی کابل گردد.
- شرکت پارس PBL با استعانت از تیم فنی گروه PBL با ارائه چک لیست های اجرایی، هر چه بیشتر در انجام دقیق جزئیات اجرا می کوشد.

- بعد از اتمام بتن ریزی و عملیات کشش، میزان کشش کابل ها توسط سر مهندس PT چک می گردد و در صورت قابل قبول بودن، قسمت اضافه کابل ها برش داده می شود.
- برای اندازه گیری دقیق ازدیاد طول کابل ها (Elongation) بلافاصله از کنار گوه کابل علامت گذاری نمی شود چرا که در صورت برگشت کابل دیگر علامت قابل خواندن نیست. بدین منظور از یک فاصله



نمودار فوق بیانگر کارایی گوه سه تکه در برابر گوه دو تکه می باشد.



مقطع یک تزریق خوب گروت



برچیدن اسکالدها پس از کشش نهایی



نگه داشتن برخی اسکالدها بعد از کشش



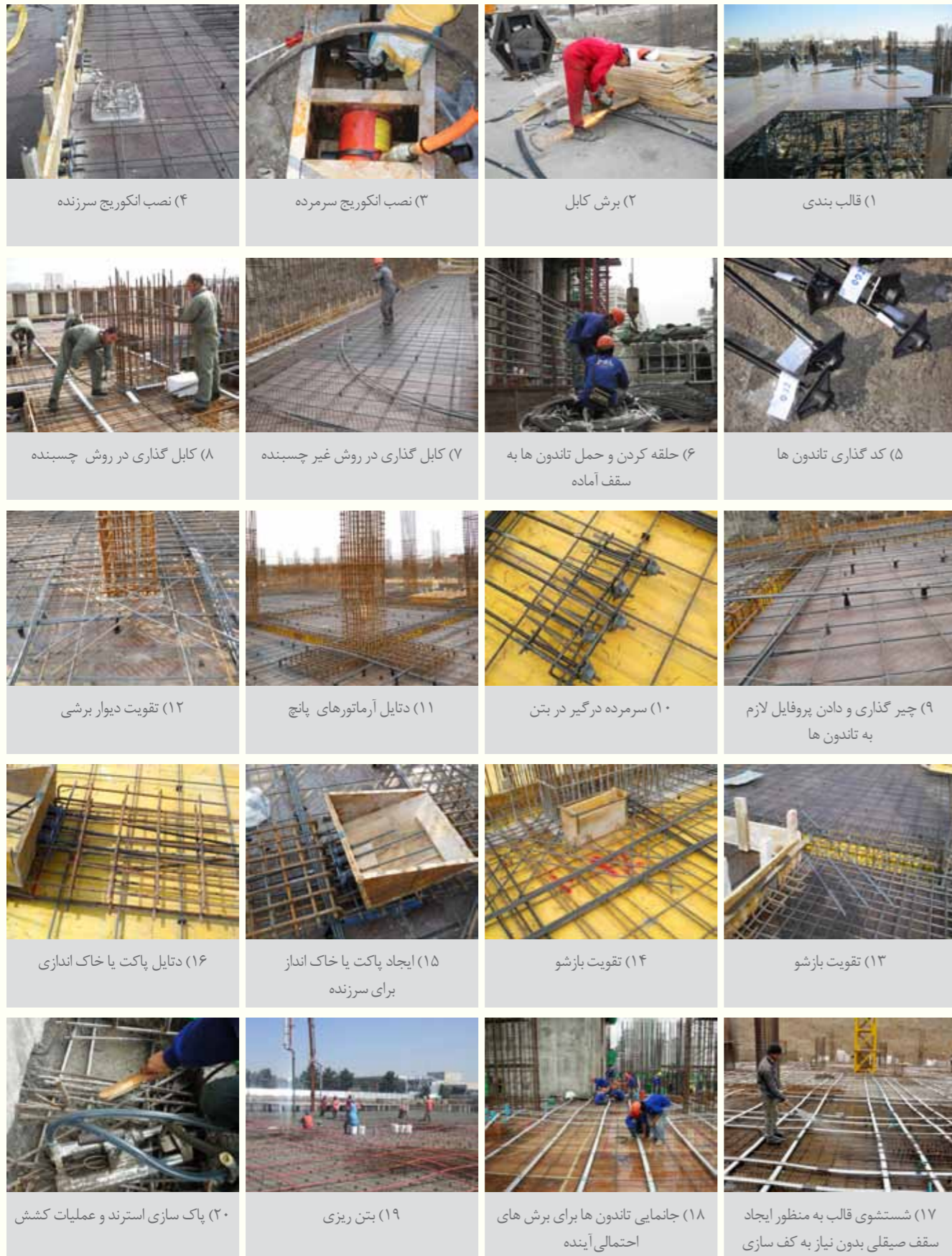
روش صحیح جایگیری اپراتورها هنگام کشش



نصب انکوريج سرمرده در روش غیر چسبنده



عملیات کشش



۴) نصب آنکوریج سرزنده

۳) نصب آنکوریج سرمرده

۲) برش کابل

۱) قالب بندی

۸) کابل گذاری در روش چسبنده

۷) کابل گذاری در روش غیر چسبنده

۶) حلقه کردن و حمل تاندون ها به سقف آماده

۵) کد گذاری تاندون ها

۱۲) تقویت دیوار برشی

۱۱) دتایل آرماتورهای پانچ

۱۰) سرمرده در گیر در بتن

۹) چیر گذاری و دادن پروفایل لازم به تاندون ها

۱۶) دتایل پاکت یا خاک اندازی

۱۵) ایجاد پاکت یا خاک انداز برای سرزنده

۱۴) تقویت بازشو

۱۳) تقویت بازشو

۲۰) پاک سازی استرند و عملیات کشش

۱۹) بتن ریزی

۱۸) جانمایی تاندون ها برای برش های احتمالی آینده

۱۷) شستشوی قالب به منظور ایجاد سقف صیقلی بدون نیاز به کف سازی

۹- ملاحظات PBL در برش سقف پیش تنیده  
سقف های پیش تنیده بعد از اتمام با رعایت ملاحظات زیر قابل برش می باشند.

• بهتر است برشهای سقف از قبل در نقشه های معماری دیده شود، در غیر اینصورت در سقف هایی که بعد از اتمام عملیات بتن ریزی برش سقف محتمل است، بهتر است تصویر تاندون ها بر روی قالب رنگ آمیزی شود یا از اسپیسر های رنگی برای پروفایل دادن به تاندون استفاده گردد تا بعد از بتن ریزی موقعیت تاندون ها مشخص باشد. بدیهی است بهتر است سعی شود فضای بین تاندونها برش داده شود. برش در فضای بین تاندون ها می تواند تا قطر 2m انجام گردد به شرط اینکه حداقل فاصله محل برش تا ساپورت (مثل دیوار) یا تیر حداقل ۶ برابر ضخامت سقف باشد (محدودیت قطع نکردن آرماتور های پانچ). هرچه محل برش از محل تنش دورتر باشد قطر این برش می تواند به 5m نزدیک گردد.

• در صورتی که موقعیت برش درست بر روی کابل ها واقع شود (حداکثر مقطع به مساحت  $2 \times 1/5$  متر قابل برش است) در اینصورت در روش چسبنده بهتر است سر کابل ها دوباره گیره با روکش اپوکسی نصب شود و در روش غیر چسبنده الزاماً از محل برش ۶۰ سانتی متر در هر ضلع عقب تر نشسته و شناژ دور بسته شود. لبه ها قالب بندی شده و مهار ها سر کابل ها نصب می شود و در نهایت پس از بتن ریزی کابل ها مجدداً مورد کشش قرار گیرند.

• در صورت برش یک تا دو تاندون در محل های کم تنش سقف ایراد زیادی وارد نیست ولی در صورت بیشتر بودن آن، فایل طراحی سقف می بایست دوباره چک گردد و در صورت نیاز کابل های پیرامونی مورد کشش بیشتری واقع گردد.

• نسبت آب به سیمان گروت باید بین  $0.45 - 0.4$  باشد در صورتیکه گروت خیلی رقیق باشد گروت دانه دانه شده و می بایست افزودنی پلاستیسیزه به آن اضافه گردد تا گروتی با ویسکوزیته بالا آماده گردد.

• در ساختن گروت می بایست از سیمان پرتلندی که حداکثر  $0/05\%$  کلراید داشته و چند هفته ای بیشتر از تولیدش نگذشته باشد استفاده گردد تا باعث خوردگی استرند ها نشود. سیمان کهنه کربونیزه شده در برابر افزودنی ها منفعل است.

• میزان سولفات کلسیم سیمان هم نباید آنقدر کم باشد که باعث سفتی گروت گردد و نه آنقدر زیاد که در ترکیب با آب باعث ایجاد حرارت بالا گردد.

• آب مورد استفاده بهتر است آب خوردنی باشد چرا که ذرات کربنات، کلراید، سولفات و سولفیدش باید بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی گرم در لیتر باشد.

• افزودنی های گروت نباید شامل کلراید یا نیترات کلسیم باشد چرا که باعث خوردگی استرند می گردند.

• سرعت تزریق باید  $10-12 \text{ m}^3/\text{min}$  باشد.

• حداقل فشار پمپ تزریق باید 1 Mpa باشد.

• بین خروجی پمپ و ورودی غلاف باید یک گیج با دامنه نمایش 2 Mpa نصب شود.

• وقتی فشار تزریق به ۱۰ بار رسید باید تزریق از نازل بعدی صورت گیرد و نازل اول بسته شود.

• حداقل دو گالن گروت باید از خروجی انتهایی بیرون بزند تا بتوان از پر شدن غلاف اطمینان حاصل کرد.

• تزریق گروت باید در دمای ۴۰-۵ درجه سلسیوس انجام گیرد و از تغییر دمای گروت در طول لوله تزریق جلوگیری بعمل آید.

• مقاومت ۲۸ روزه گروت تزریق شده باید بین ۲۵ تا ۳۵ مگا پاسکال باشد.



جانمایی تاندون های با رنگ آمیزی روی قالب



جانمایی تاندون ها با استفاده از اسپیسر های رنگی

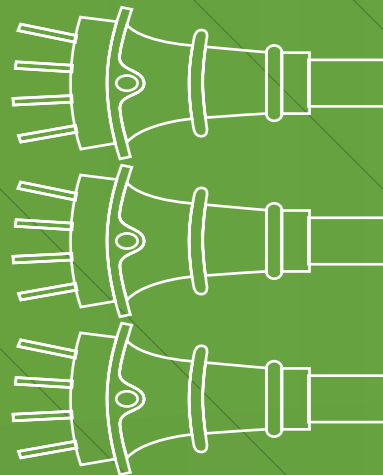


امکان پذیری برش سقف پیش تنیده



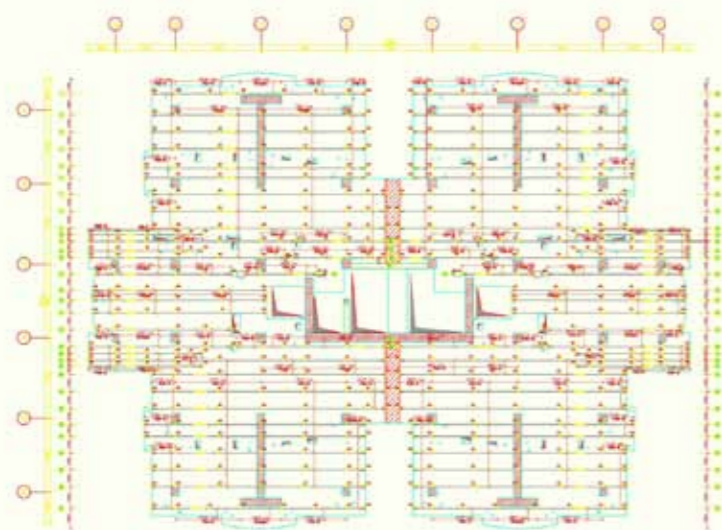


# PBL Group Projects





نام پروژه	برجهای مسکونی کرج
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۱۶
بیشترین دهانه (متر)	۹
مساحت کل (مترمربع)	۱۸۰,۰۰۰
محل پروژه	کرج - حصارک
پیش تنیدگی	✓ طراحی
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## KARAJ Residential Towers

### عمومی

پروژه فراز رازی مشتمل بر ۶ برج مسکونی و سه ساختمان و پارکینگ در منطقه حصارک کرج بوده که کاربری طبقات پائین پارکینگ و طبقات بالا مسکونی می باشد.

### سیستم سازه ای

در این پروژه استفاده از سقف های پیش تنیده و حذف تیر ها باعث کاهش ارتفاع سازه و در نتیجه تغییر سیستم سازه ای از قاب خمشی با دیوار برشی به قاب ساده با دیوار برشی شده است. در نتیجه نیازی به استفاده از تیر نبوده و حجم مصالح مصرفی کاهش می یابد. همچنین کاهش وزن سازه تأثیر مثبتی در حجم بتن و میزان مصرف میلگرد فونداسیون داشته و باعث حذف شمع های پیش بینی شده در طرح قدیمی شده است.

### سیستم سقف

سیستم سقف به صورت دال تخت پیش تنیده پس کشیده و به صورت چسبنده طرح و اجرا شده است. در طراحی سقف سعی شده است که ضمن کنترل تغییر شکل های دال و تنش های وارده از کمترین ضخامت ممکن بهره برده شود که تأثیر به سزایی در کاهش حجم مصالح مصرفی در سازه داشته است. ضخامت سقف ها در این پروژه ۲۲ سانتی متر می باشد.



نام پروژه	برج های تابناک
نام کارفرما	شرکت مهستان
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۱۴
بیشترین دهانه (متر)	۱۳,۵
مساحت کل (مترمربع)	۴۷,۰۰۰
محل پروژه	تهران - محمودیه
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Tabnak Garden Twin Towers

### عمومی

پروژه تابناک مشتمل بر دو برج باغ شمالی و جنوبی با ۱۴ طبقه و همچنین سازه های الحاقی شامل پارکینگ، استخر و موتورخانه می باشد. کاربری برج ها در طبقات زیرین پارکینگ و در طبقات بالا مسکونی می باشد. از ویژگی های این پروژه میتوان به معماری خاص با نگرش حفظ فضای سبز و درختان موجود اشاره کرد. ساکنین آینده این برج باغ به نسبت متراژ آپارتمانهاشان از باغچه خصوصی بهره می برند.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای انتخابی قاب ساختمانی ساده به همراه دیوار برشی بتنی می باشد. در این پروژه از تیر فقط در برخی از دهانه ها استفاده شده است که تعدادی از آنها پیش تنیده بوده و این امر سبب کاهش ارتفاع تیرها شده است. از ویژگی های این پروژه می توان به بارگذاری بسیار زیاد خاک بر روی سازه و سقف ها در سازه های الحاقی اشاره کرد.

### سیستم سقف

سیستم سقف مورد استفاده در این پروژه دال پیش تنیده پس کشیده به روش چسبنده بوده که در برخی از دهانه ها نیز از تیر پیش تنیده استفاده شده است.



نام پروژه	پارکینگ فرودگاه مشهد
نام کارفرما	گسترش راه و ابنیه پروازی
کاربری پروژه	پارکینگ
تعداد طبقات	۴
بیشترین دهانه (متر)	۸,۵
مساحت کل (مترمربع)	۴۲,۰۰۰
محل پروژه	مشهد - فرودگاه بین‌المللی
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Mashhad Airport Parking

### عمومی

پروژه طرح توسعه پارکینگ فرودگاه بین المللی شهید هاشمی نژاد مشهد در کنار ترمینال اصلی فرودگاه به جهت افزایش ظرفیت پارک خودرو در فضای سر پوشیده و امکان توقف خودرو ها برای مدت طولانی طرح و اجرا می گردد.

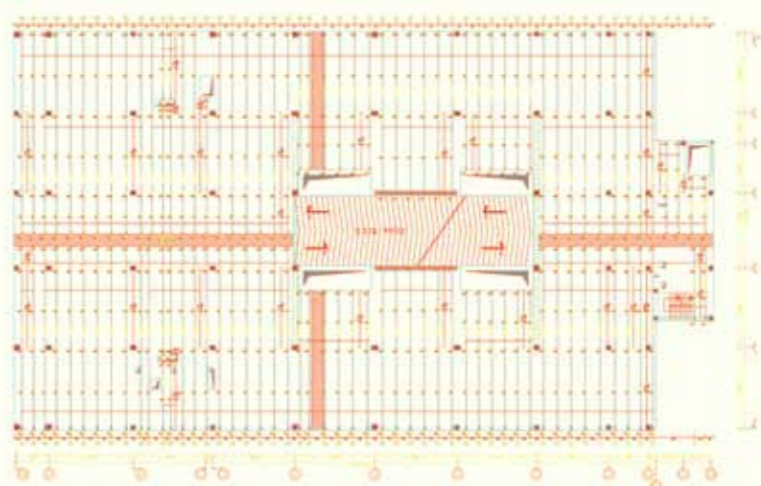
### سیستم سازه ای

با توجه به اینکه ارتفاع سازه کمتر از ۱۰ متر و تعداد طبقات ۳ طبقه می باشد لذا مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ می توان سیستم سازه ای را از نوع قاب خمشی در نظر گرفت و از دال تخت بعنوان سیستم بار جانبی استفاده نمود. بدلیل اینکه سقف پیش تنیده جهت انتقال نیرو ها نیازی به تیر ندارد لذا کلیه تیر ها حذف و سقف بصورت دال تخت پیش تنیده طرح و اجرا شده است.

### سیستم سقف

سیستم سقف در این پروژه دال تخت پیش تنیده به روش غیر چسبنده اجرا شده است. یکی از دلایل استفاده از این روش کاهش ضخامت دال تخت و کاهش ارتفاع سازه ای می باشد همچنین در این سیستم زمان اجرا کاهش می یابد. بدلیل اینکه سقف سیستم بار بر جانبی بوده لذا کلیه ملاحظات و نیازهای آیین نامه ای در این خصوص رعایت شده است و توسط اداره ساختمان فرودگاه های کل کشور بطور کامل بررسی و صحت

گذاری شده است. ضخامت سازه ای دال در این پروژه ۲۵ سانتی متر می باشد.





نام پروژه	مجتمع مسکونی بهمن (مشهد ۲۱)
نام کارفرما	شرکت تعاونی مسکن اداره کل تامین اجتماعی مشهد
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۱۵
بیشترین دهانه (متر)	۱۰
مساحت کل (مترمربع)	۴۲,۰۰۰
محل پروژه	مشهد - بلوار دانش آموز
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	-
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Bahman Residential Complex

### عمومی

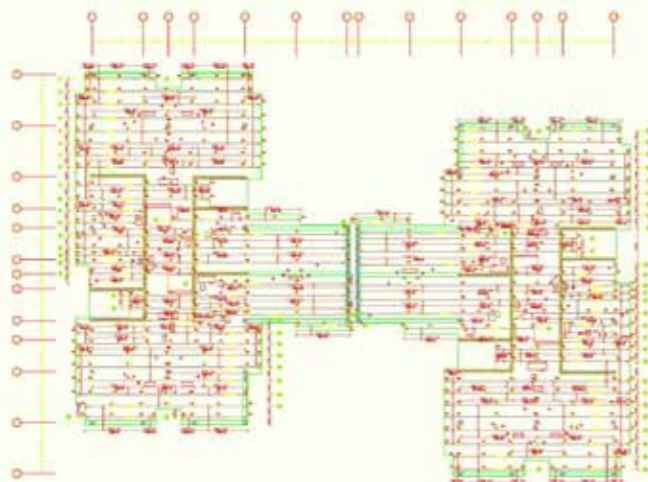
پروژه مجتمع مسکونی بهمن با کاربری عمدتاً مسکونی در طبقات بالا و پارکینگ در طبقات پایین و برای کارکنان اداره تامین اجتماعی مشهد طرح و اجرا شده است.

### سیستم سازه ای

طراحی سازه این پروژه توسط مشاوران کارفرما انجام شده که در آن از سیستم دوگانه قاب خمشی و دیوار برشی استفاده شده است.

### سیستم سقف

در این پروژه بدلیل کاهش ارتفاع طبقات و ایجاد فضاهای معماری بهینه از دال پیش تنیده به روش غیرچسبنده بهره برده شده است.





نام پروژه	مجتمع مسکونی
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۶
بیشترین دهانه (متر)	۸,۵
مساحت کل (مترمربع)	۳۱,۶۰۰
محل پروژه	همدان
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Residential Complex

### عمومی

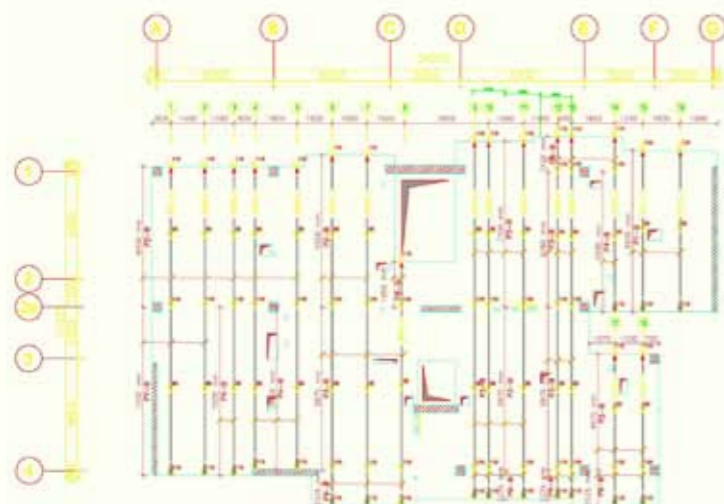
پروژه مذکور در نزدیکی شهر همدان واقع شده است. این پروژه بصورت بلوک های مجزا در کنار هم و با کاربری پارکینگ و مسکونی طراحی و اجرا شده است.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای در نظر گرفته شده قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتن مسلح متوسط می باشد. با توجه به فاصله ستون ها در سقف از تیر استفاده شده است که این امر در کاهش ارتفاع سازه و سهولت اجرای تأسیسات تأثیر بسزایی داشته است.

### سیستم سقف

در این پروژه از سیستم دال تخت پیش تنیده چسبنده استفاده شده است. ضخامت دال ۲۲ سانتی متر در نظر گرفته شده است.





نام پروژه	مجتمع تجاری - اداری آبنوس
نام کارفرما	شرکت عمران سازه شهرکوشا
کاربری پروژه	تجاری - اداری
تعداد طبقات	۲۶
بیشترین دهانه (متر)	۱۱
مساحت کل (مترمربع)	۳۰,۰۰۰
محل پروژه	تهران - بزرگراه باکری
طراحی پیش تنیدگی	-
طراحی سازه	-
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	-
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Abnos CITY Center

### عمومی

پروژه مجتمع تجاری ، اداری و رفاهی آبنوس در بزرگراه شهید باکری در ضلع جنوبی مجتمع تجاری هایپر استار واقع شده است. در این پروژه چند منظوره کاربری های مختلفی از جمله تجاری، سینما، اداری، هتل و رستوران در نظر گرفته شده است که در فاز های مختلف در حال اجرا است. در این پروژه سازه های کوتاه مرتبه و بلند مرتبه با ارتفاع های مختلف پیش بینی شده است.

### سیستم سازه ای

بدلیل اینکه سازه های این پروژه دارای ارتفاع های مختلفی می باشد، لذا از چند سیستم سازه ای بهره گرفته شده است. در حالت کلی برای بخش های تجاری ( میان مرتبه ) از سیستم دوگانه قاب خمشی متوسط + دیوار برشی متوسط و برای ساختمان های اداری و هتل ( بلند مرتبه ) از سیستم قاب خمشی ویژه + دیوار برشی ویژه استفاده شده است.

### همچنین از دال بتنی به همراه تیر های میانی

بعنوان سیستم سقف استفاده شده است.



نام پروژه	برج D پارس
نام کارفرما	شرکت عمران پارس
کاربری پروژه	تجاری-اداری
تعداد طبقات	۲۴
بیشترین دهانه (متر)	۱۱
مساحت کل (مترمربع)	۲۵,۰۰۰
محل پروژه	تهران
طراحی پیش تنیدگی	-
طراحی سازه	-
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Pars City Center D Tower

### عمومی

مجتمع چند منظوره پارس در خیابان معلم شهر تهران و در زمینی به مساحت ۲۶۰۰۰ مترمربع و در ۸ بلوک مجزا طرح شده و در حال اجرا است.

با توجه به معماری پیچیده بخصوص در فضاهای تجاری و برج اداری، استفاده از سیستم های پیش تنیده باعث شده است تا کلیه نیازهای طرح معماری علی الرغم پیچیدگی های بسیار زیاد تأمین شده و همچنین با وجود بارگذاری های سنگین (

نظیر بام سبز) طرح بهینه ای از لحاظ مصالح مصرفی و ابعاد المان های سازه ای حاصل شود.

### سیستم سازه ای

با توجه به ارتفاع های متغیر در این پروژه و وجود ۸ بلوک مجزا از دوسیستم سازه ای مختلف استفاده شده است. در ۶ بلوک از قاب ساختمانی ساده + دیوار برشی بتن مسلح متوسط و در ۲ بلوک (D و H) از سیستم قاب خمشی ویژه + دیوار برشی ویژه استفاده شده است.

### سیستم سقف

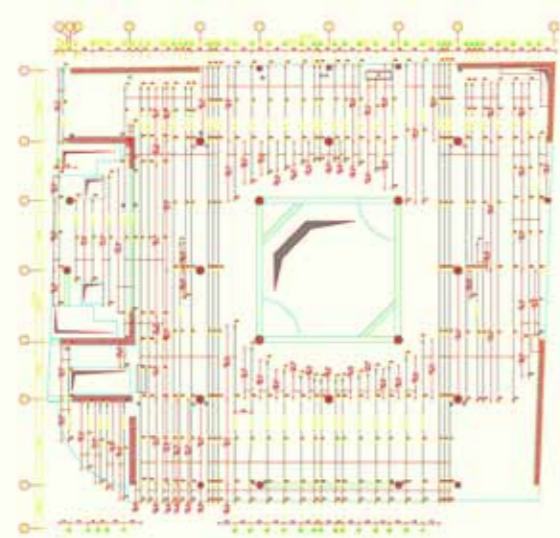
پیش تنیدگی باعث شده است در این پروژه بتوان بازشوهای بسیار بزرگ و کنسول های بلند را ایجاد کرد که تأثیر بسزایی در بهینه کردن طرح معماری داشته اند. همچنین به دلیل بارگذاری های خاص و سنگین استفاده از این سیستم سقف از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است. یکی دیگر از ویژگی های این پروژه اجرای پیش تنیدگی در سقف های شیب دار و قوسی است.

ضخامت سقف ها از ۲۲ الی ۳۰ سانتی متر متغیر بوده و از روش چسببند استفاده شده است.





تجاری گل سرخ	نام پروژه
بخش خصوصی	نام کارفرما
تجاری	کاربری پروژه
۱۵	تعداد طبقات
۱۳	بیشترین دهانه (متر)
۲۲,۰۰۰	مساحت کل (مترمربع)
تهران - بزرگراه بعثت	محل پروژه
✓	طراحی پیش تنیدگی
✓	طراحی سازه
✓	تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی
✓	اجرای سازه
-	اجرای نازک کاری



## Red Flower Commercial Complex

### عمومی

مجتمع تجاری - اداری گل سرخ در جنوب شرق و در محدوده بازار بسور و چینی تهران واقع شده است. مساحت زمین حدود ۱۷۰۰ متر مربع بوده و بنای مذکور با کاربری پارکینگ در طبقات زیرین، کاربری تجاری در طبقات میانی و کاربری اداری در طبقات در حال اجرا می باشد. از ویژگی های این پروژه می توان به بهره گیری از بتن با مقاومت بالا جهت کاهش ابعاد المان های سازه اشاره کرد، معماری پروژه از پیچیدگی های خاص برخوردار بوده و سعی

شده است با ایجاد دهانه ها و باز شو های بزرگ فضاهای معماری مطلوب تری حاصل شود.

### سیستم سازه ای

در این پروژه قاب خمشی به انضمام دیوار های برشی بتن مسلح متوسط بعنوان سیستم سازه ای انتخاب و سعی شده است که تیرها در پیرامون سازه قرار گرفته تا علاوه بر ایجاد سختی بیشتر در سازه، آسیب چندان به معماری پروژه وارد نشود. بدلیل وجود کنسول بلند و دهانه های بزرگ، مولفه

فائق در این پروژه اثر زیادی داشته است.

### سیستم سقف

سیستم انتخابی در این پروژه دال پیش تنیده به روش چسبنده می باشد. بدلیل وجود کنسول های بلند و دهانه های بزرگ استفاده از سقف های پیش تنیده ضروری بوده است. همچنین استفاده از پیش تنیدگی امکان ایجاد باز شوهای بزرگ را فراهم نموده است. در برخی از دهانه های بزرگ از تیر پیش تنیده استفاده شده است.



نام پروژه	برج های کوثر
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۲۰
بیشترین دهانه (متر)	۹,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲۰,۵۰۰
محل پروژه	همدان - بلوار بعثت
پیش تنیدگی طراحی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	✓



## Kowsar Twin Towers

### عمومی

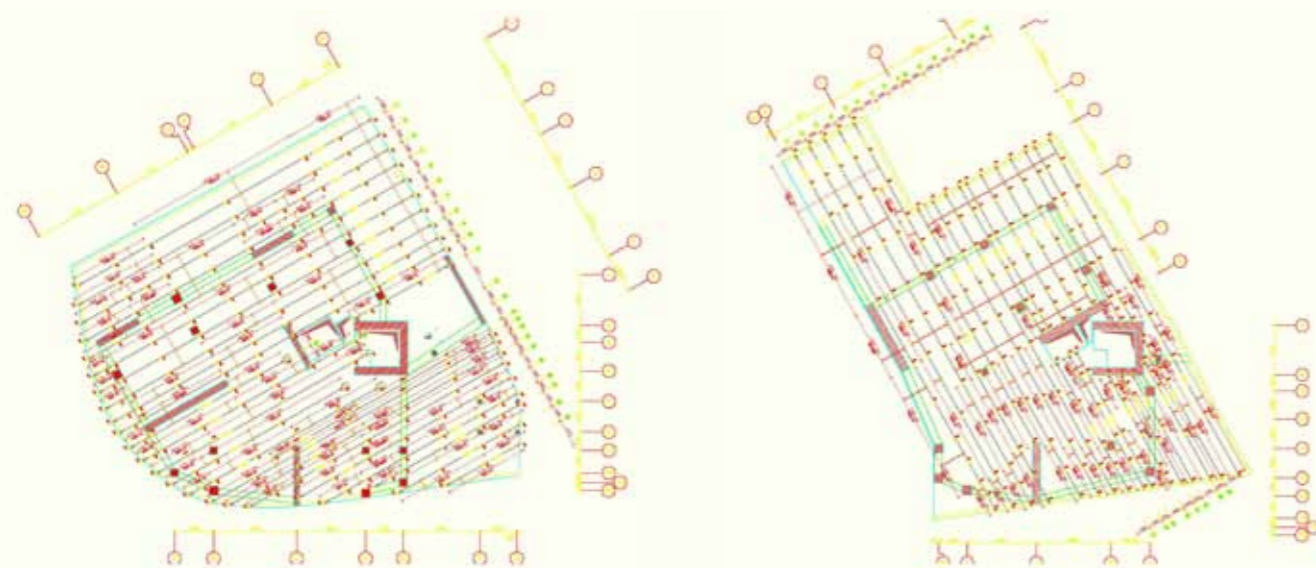
برج های دوقلوی کوثر در شمال شهر همدان و در بلوار بعثت این شهر واقع شده اند. این دو برج در طبقات زیرین و همکف دارای پلان معماری یکپارچه بوده ولی از لحاظ سازه ای جدا می باشند. کاربری طبقات زیرین پارکینگ، طبقه همکف تجاری و تأسیساتی و طبقات بالا مسکونی می باشد. برج مذکور برای کارکنان نیروگاه شهید مفتاح همدان طراحی و اجرا شده است.

### سیستم سازه ای

در این پروژه بدلیل ارتفاع زیاد برج ها از سیستم دوگانه قاب خمشی متوسط و دیوار برشی بتن مسلح متوسط استفاده شده است. تیرها در پیرامون سازه تعبیه شده اند که تا حد ممکن نیاز به سقف کاذب را مرتفع سازند و همچنین فضای بهره برداری مناسب تری را حاصل نمایند. همچنین عبور کانال های تأسیساتی نیز براحتی در زیر دال های تخت امکان پذیر شده است.

### سیستم سقف

سیستم پیش تنیدگی انتخابی از نوع چسبنده بوده است و با توجه به دهانه های پروژه ضخامت دال ۲۲ سانتی متر طرح و کنترل شده است. بدلیل ضخامت دال کنترل نیروهای برش پانچ بسیار حائز اهمیت می باشد.

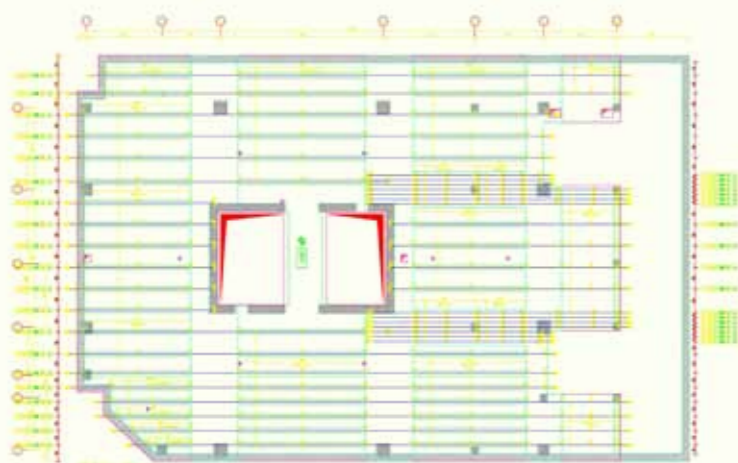




نام پروژه	ساختمان مرکزی مادیران
نام کارفرما	شرکت مدیریت طرح و ساخت ایرانیان
کاربری پروژه	اداری
تعداد طبقات	۱۷
بیشترین دهانه (متر)	۱۳,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲۰,۰۰۰
محل پروژه	تهران - خدای
طراحی پیش تنیدگی	-
طراحی سازه	-
تامین مصالح پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



Maadiran Central Office Building





نام پروژه	مجموعه مسکونی شهریار
نام کارفرما	شرکت ASP
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۶
بیشترین دهانه (متر)	۸,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲۰,۰۰۰
محل پروژه	شهریار
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Shahriar Residential Complex

### عمومی

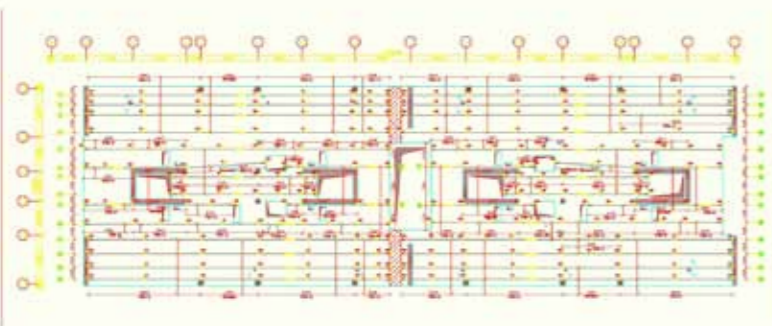
این مجتمع مسکونی در شهریار و در ۸ بلوک مجزا با معماری و سازه یکسان طرح و اجرا شده است. استفاده از پیش تنیدگی در این پروژه سبب افزایش سرعت اجرا و تکمیل عملیات سازه آن شده است. کاربری طبقه اول پارکینگ و سایر طبقات مسکونی می باشد.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه قاب ساختمانی + دیوار برشی بتن مسلح متوسط بعنوان سیستم سازه ای این پروژه انتخاب شده است. با توجه به دهانه های موجود و چیدمان المان های سازه ای ابعاد المان ها بسیار مناسب و حجم مصالح مصرفی بسیار کاهش یافته است، در این سازه تیر وجود ندارد.

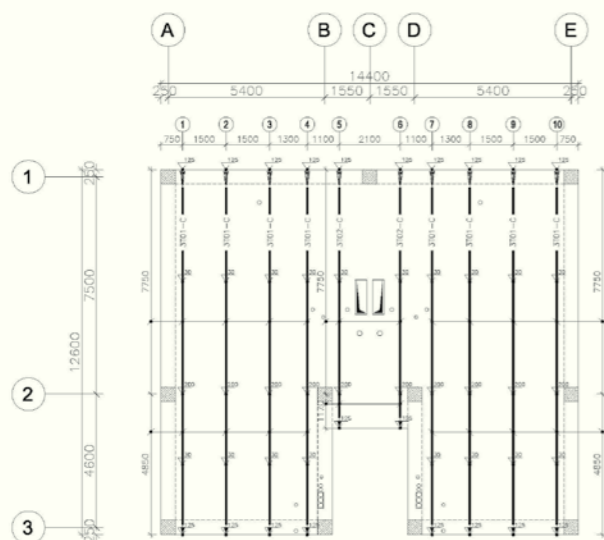
### سیستم سقف

در سقف های این پروژه از دال تخت پیش تنیده به روش چسبیده استفاده شده است. ضخامت سقف ها ۲۲ سانتی متر بوده و کلیه کنترل های مربوط به تغییر شکل ها و تنش های وارده و همچنین برش پانچ انجام شده است.





نام پروژه	مجتمع مسکونی
نام کارفرما	مپسا
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۳
بیشترین دهانه (متر)	۷,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲۰,۰۰۰
محل پروژه	تهران
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	✓



## Residential Complex

### عمومی

این مجتمع مسکونی در ۳۰ بلوک با معماری و سازه یکسان طرح و اجرا شده است. کاربری طبقه اول پارکینگ و دو طبقه دیگر مسکونی بوده و سازه دارای سه سقف می باشد.

### سیستم سازه ای

بدلیل اینکه سازه دارای سه سقف بوده و ارتفاع آن کمتر از ۱۰ متر می باشد لذا بر مبنای آیین نامه ۲۸۰۰ (ویرایش سوم) می توان از سیستم قاب خمشی بهره برد. در واقع در این سیستم، سقف بعنوان باربر نیروی جانبی بوده و نیازی به استفاده از تیر و یا دیوار برشی وجود ندارد. در عین حال باید ضوابط مربوط به استفاده از این سیستم را رعایت نمود.

### سیستم سقف

در این پروژه از دال تخت پیش تنیده به روش غیر چسبنده استفاده شده است و جزئیات آرماتوربندی خاص ( با توجه به نوع سیستم سازه ای انتخابی ) در آن رعایت شده است. ضخامت دال ۲۵ سانتی متر بوده و کنترل های مربوط به صلبیت دیافراگم و سایر ضوابط های آیین نامه ای به دقت در آن رعایت شده است.



نام پروژه	مجموعه مسکونی پارس
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۴
بیشترین دهانه (متر)	۸,۵
مساحت کل (مترمربع)	۱۵,۲۰۰
محل پروژه	شهرکرد
پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Pars residential Complex

### عمومی

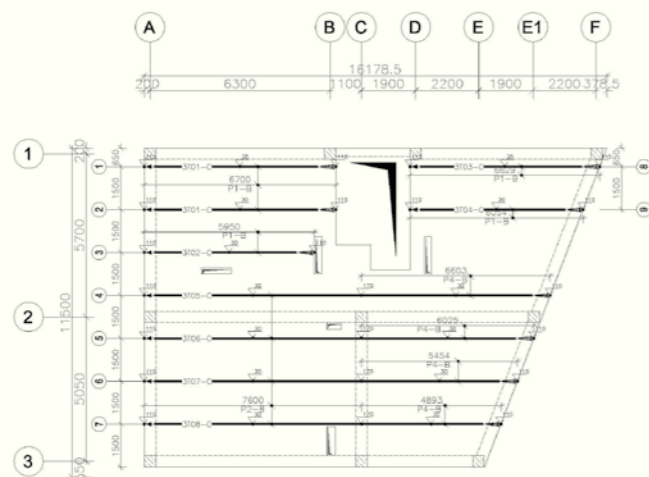
این پروژه مشتمل بر ۲۴ بلوک می باشد که در ۱۰ تیپ معماری و سازه ای طراحی و اجرا شده اند. کلیه بلوک ها ۴ طبقه بوده و در طبقه اول کاربری پارکینگ و در سایر طبقات مسکونی می باشند. با توجه به تفاوت های معماری و ابعاد بلوک ها طراحی سازه و سقف در بلوک بصورت مجزا انجام شده است.

### سیستم سازه ای

به طور معمول در ایران سازه هایی که از تکنولوژی پیش تنیدگی استفاده می کنند جهت کنترل نیروهای جانبی وارد بر سازه از دیوارهای برشی بهره می گیرند ولی در این پروژه و بنا به خواست کارفرما مبنی بر عدم استفاده از دیوار برشی، از سیستم قاب خمشی متوسط استفاده شده است. این قاب از تیرهایی با ارتفاع یکسان در پیرامون دال تشکیل شده است.

### سیستم سقف

با توجه به دهانه ها و شکل پلان ها و به جهت کاهش ضخامت دال از سیستم پیش تنیده غیر چسبنده جهت طرح و اجرای سقف ها استفاده شده است.





نام پروژه	برج مینا
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۱۷
بیشترین دهانه (متر)	۱۵
مساحت کل (مترمربع)	۱۵,۰۰۰
محل پروژه	تهران - نیاوران
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Mina Tower

### عمومی

مجتمع مسکونی مینا در منطقه نیاوران واقع شده است. کاربری طبقات زیرین برج پارکینگ و انباری، طبقه همکف لابی و طبقات بالا مسکونی می باشد. از ویژگی های این پروژه می توان به تقسیم بندی بسیار مناسب فضا های معماری ما بین المان های سازه ای و بهره گیری مناسب از دهانه های بزرگ اشاره کرد.

### سیستم سازه ای

با توجه به ارتفاع سازه و نزدیکی به گسل های شمال تهران از سیستم دوگانه شامل قاب خمشی متوسط و دیوار برشی متوسط استفاده شده است. در این پروژه ابعاد و شکل زمین باعث ایجاد نامنظمی در پلان سازه شده است که سعی شده تا با چیدمان مناسب دیوارهای برشی تا حد امکان از اثرات منفی کاسته شده و طرح سازه ای بهینه را بتوان ارائه نمود.

### سیستم سقف

در طراحی این پروژه سعی شده است با ایجاد تدابیری از وزن سازه کاسته شود به همین دلیل با رعایت کلیه ضوابط و مقررات تا حد امکان ضخامت دال کاهش یافته است و در بعضی از دهانه ها به جهت کاهش ارتفاع تیر ها، از تیر پیش تنیده استفاده شده است.





نام پروژه	یادواره
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	تجاری-اداری
تعداد طبقات	۸
بیشترین دهانه (متر)	۱۱
مساحت کل (مترمربع)	۱۵,۰۰۰
محل پروژه	تهران - یادگار امام
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Yadvareh Commercial Building

### عمومی

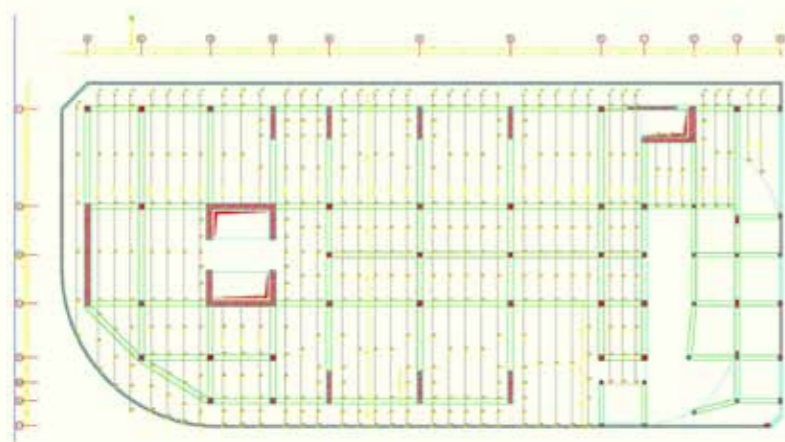
مجتمع تجاری یادواره در شهرک غرب واقع شده است. کاربری طبقات زیرین پروژه پارکینگ و انباری و طبقه همکف و بالاتر تجاری و اداری می باشند. از مزایای این پروژه می توان دسترسی راحت به بزرگراه یادگار امام نام برد.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای استفاده شده در این پروژه دوگانه ( قاب خمشی متوسط + دیوار برشی متوسط ) بوده و سعی شده است تا ارتفاع تیرها کاهش یافته و فضاهای معماری بهتری حاصل شود.

### سیستم سقف

استفاده از تیرهای پیرامونی و میانی باعث شده است تا تغییر شکل ها و تنش های سقف کاهش یافته و همچنین ضخامت دال کاهش یابد. ضخامت سقف های این پروژه ۲۲cm بوده و کنترل های مربوط به برش پانچ نیز انجام شده است.







نام پروژه	مجتمع الوند
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۴
بیشترین دهانه (متر)	۹,۵
مساحت کل (مترمربع)	۱۲,۸۰۰
محل پروژه	همدان
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-

## Alvand Residential Complex

### عمومی

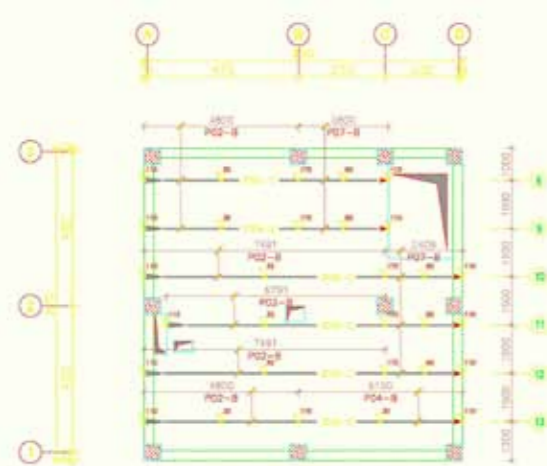
مجتمع الوند در نزدیکی شهر همدان در دو تپه سازه و معماری جداگانه طرح و اجرا شده است. هر دو بلوک دارای ۴ سقف می باشند. کاربری طبقات اول پارکینگ و سایر طبقات مسکونی می باشد.

### سیستم سازه ای

در این پروژه به دلیل عدم امکان جانمایی دیوار های برشی از سیستم قاب خمشی استفاده شده است. به منظور کاهش سطح مورد نیاز سقف کاذب کلیه تیر ها در پیرامون پلان قرار گرفته تا آویز تیر ها تأثیری در فضا های معماری نداشته باشند.

### سیستم سقف

در این پروژه از روش غیر چسبنده استفاده شده و سعی شده است تا حد امکان ارتفاع کلی سازه کاهش یابد. ضخامت دال پیش تنیده ۲۲ سانتی متر انتخاب و طرح شده است.





نام پروژه	رستوران میزبان
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	رستوران
تعداد طبقات	۴
بیشترین دهانه (متر)	۱۱.۵
مساحت کل (مترمربع)	۱۲.۵۰۰
محل پروژه	بابلسر
پیش تنیدگی	✓ طراحی
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Mizban Resturant Ceremony Hall

### عمومی

مجتمع اقامتی و رستوران میزبان در شهر بابلسر و در چند فاز مختلف طراحی و در حال اجرا است. این مجتمع چند منظوره از یک هتل، سالن های برگزاری مراسم و رستوران های بین المللی تشکیل شده است. طراحی سازه فاز اول این پروژه که ساخت سالن های مراسم و رستوران می باشد توسط تیم طراحی پارس PBL با صرف وقت بسیار زیاد به اتمام رسیده و تلاش شده است تا با رعایت کلیه اصول و مقررات ملی ساختمان حجم مصالح مصرفی

بهینه گردد. این پروژه از لحاظ سازه ای به دو بلوک مجزا و مجموعه راه های دسترسی تقسیم می شود.

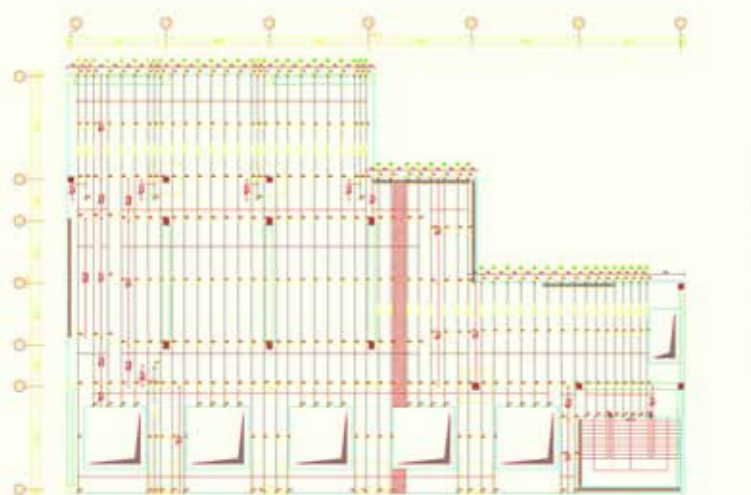
### سیستم سازه ای

با توجه به اهمیت فضاهای معماری در سالن های مراسم و بهره گیری از حداکثر ارتفاع مفید سازه، سعی شده است که تا حد امکان از تیر در این سازه استفاده نشود و در برخی نقاط با افزایش ضخامت دال تغییر شکل ها کنترل شوند. سیستم سازه ای انتخاب شده قاب

ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی متوسط در هر بلوک بوده است.

### سیستم سقف

با توجه به میزان بارهای وارده بر سقف و بهره گیری از دهانه های بزرگ در این پروژه از دال پیش تنیده به روش چسبنده استفاده شده است تا چیدمان کابل ها به نحوه مناسبی انجام شده و از ظرفیت کابل ها به نحوه بهینه استفاده گردد.





نام پروژه	برج توسکان
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۱۱
بیشترین دهانه (متر)	۱۱,۵
مساحت کل (مترمربع)	۸,۳۰۰
محل پروژه	تهران - محمودیه
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Tooskan Tower

### عمومی

مجموعه برج مسکونی توسکان در کوی مهر محمودیه تهران واقع شده است ارتفاع سازه آن از تراز خیابان ۳۹ متر و در ۹ طبقه می باشد. همچنین ۳ طبقه در زیر زمین قرارداد که دارای کاربری استخر، پارکینگ و انباری می باشد. از ویژگی های این پروژه می توان به تخصیص مناسب فضا های معماری در محدوده زمین و بهره گیری مناسب از دهانه های بزرگ و کنسول های بلند اشاره کرد.

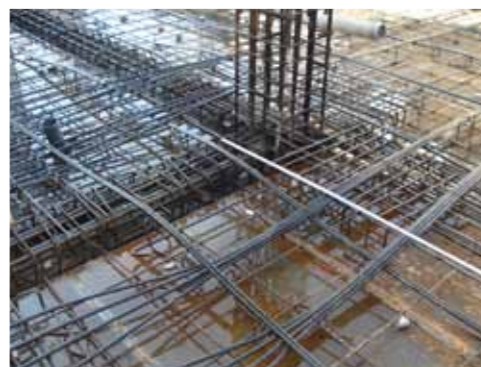
### سیستم سازه ای

سیستم سازه این پروژه قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتن مسلح متوسط می باشد. در این پروژه سعی شده است با بهره گیری از دال تخت پیش تنیده سرعت اجرا افزایش و ارتفاع کلی سازه کاهش یابد همچنین با حذف تیر ها سطح مورد نیاز جهت سقف کاذب نیز کاهش یابد.

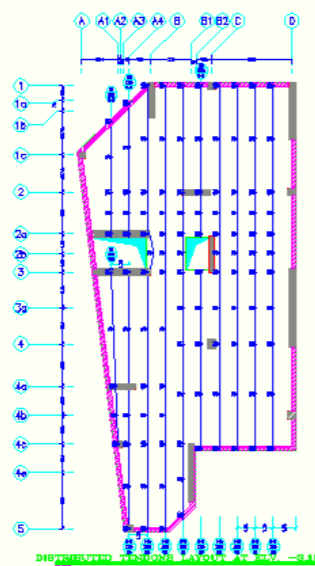
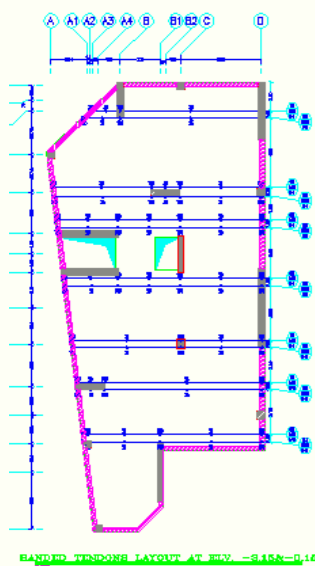
### سیستم سقف

سقف این پروژه بصورت دال تخت پیش تنیده به روش چسبنده طرح و اجرا شده است. از شاخصه های این پروژه بهره گیری از کنسول های بلند و ایجاد فضاهای مناسب و متنوع معماری بوده است. ضخامت دال در این پروژه ۲۵ سانتی متر بوده و کلیه ضوابط و کنترل های لازم با صرف وقت فراوان انجام شده است.





نام پروژه	مجتمع مسکونی نیکان
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۸
بیشترین دهانه (متر)	۹
مساحت کل (مترمربع)	۳,۰۰۰
محل پروژه	بلوار ۲۴متری - تهران
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	✓



## Nikan Building

### عمومی

مجتمع مسکونی نیکان در بلوار ۲۴ متری سعادت آباد با کاربری پارکینگ و مسکونی طراحی و اجرا شده است. از ویژگی های این پروژه می توان به کاهش حجم مصالح مصرفی سازه بواسطه استفاده از سیستم پیش تنیده اشاره کرد.

### سیستم سازه ای

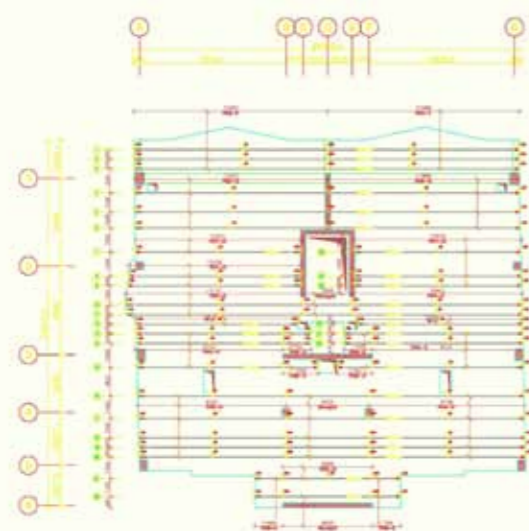
با توجه به ارتفاع سازه سیستم سازه ای قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتن مسلح متوسط جهت کنترل نیرو های جانبی انتخاب شده است. در این سازه از تیر استفاده نشده است.

### سیستم سقف

سیستم انتخابی برای این پروژه دال تخت پیش تنیده به روش غیر چسبیده بوده است که باعث کاهش ضخامت دال ها و کاهش ارتفاع کلی سازه شده است. با توجه به ابعاد دهانه و عدم استفاده از تیر کنترل برش پانچ حائز اهمیت است. از ویژگی های این پروژه می توان به ایجاد کنسول های بلند با شکل های نامنظم اشاره کرد.



نام پروژه	مسکونی الاستیک
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۸
بیشترین دهانه (متر)	۱۱
مساحت کل (مترمربع)	۳,۰۰۰
محل پروژه	مازندران - سرخورد
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Elastic Buidling

### عمومی

ساختمان مسکونی الاستیک در شهر سرخورد و در کنار دریای خزر واقع شده است. حذف ستون ها و ایجاد دهانه های بزرگ و ایجاد کنسول های بلند باعث شده است تا فضا های معماری مناسب به همراه چشم اندازی زیبا بوجود آید. سازه این پروژه به ارتفاع ۳۰ متر بر روی زمین قرار دارد و بدلیل بالا بودن سطح آبهای زیر زمینی امکان ایجاد زیر زمین وجود ندارد. کاربری طبقه همکف پارکینگ و طبقات بالا مسکونی می باشد.

### سیستم سازه ای

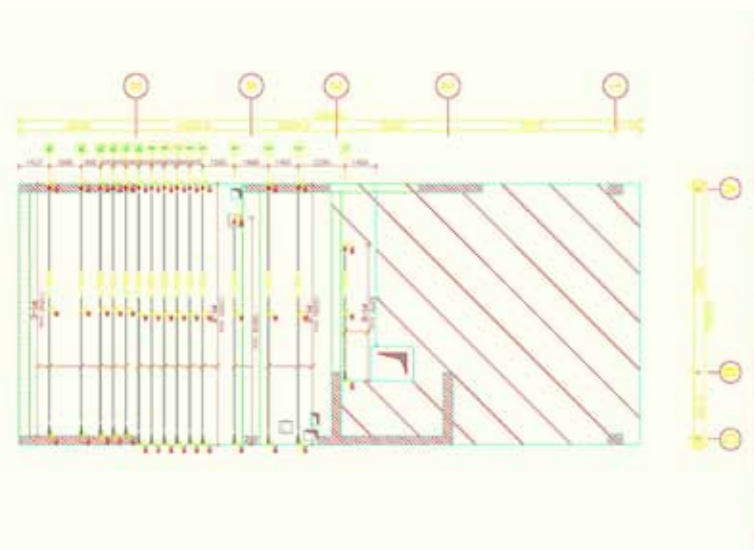
سیستم سازه ای انتخابی در این پروژه قاب ساختمانی ساده به اضافه دیوار برشی بتن مسلح متوسط می باشد. با توجه به پیچیدگی های معماری پروژه سعی شده است تا ستون ها به محیط پلان منتقل و دیوار برشی در محدوده پله ها و آسانسور تعبیه شود تا آسیبی به طرح معماری وارد نشود.

### سیستم سقف

در این پروژه از دال تخت پیش تنیده به روش غیرچسبنده استفاده شده است و ضخامت دال تا حد امکان کاهش یافته است. از ویژگی های این پروژه می توان به اجرای کنسول های بلند به طول ۴ متر اشاره نمود.



نام پروژه	مجتمع جهان تاب
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۸
بیشترین دهانه (متر)	۱۲,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲,۸۰۰
محل پروژه	تهران - قیطریه
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Jahan Tab Building

### عمومی

پروژه جهان تاب در منطقه قیطریه و در ۸ سقف سازه ای با کاربری پارکینگ و مسکونی طراحی و اجرا شده است. بدلیل نیاز پروژه به تأمین پارکینگ، امکان تعبیه ستون در عرض پلان وجود نداشته لذا پروژه به صورت تک دهانه در عرض زمین طراحی گردید. حذف ستون های میانی و کاهش ابعاد المان های پیرامونی سبب ایجاد فضای مناسب معماری و همچنین سهولت چیدمان خودروها در پارکینگ گردید.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای این پروژه قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتن مسلح متوسط می باشد. همچنین در برخی از دهانه های بزرگ از تیر استفاده شده است. از ویژگی های این پروژه می توان به کاهش حجم مصالح مصرفی و افزایش سرعت اجرا بواسطه استفاده از سیستم پیش تنیده اشاره نمود.

### سیستم سقف

سیستم انتخابی برای این پروژه دال پیش تنیده به روش چسبنده می باشد. ضخامت دال در این پروژه ۲۵ سانتی متر می باشد.



نام پروژه	مسکونی اوین
نام کارفرما	بخش خصوصی
کاربری پروژه	مسکونی
تعداد طبقات	۹
بیشترین دهانه (متر)	۱۸
مساحت کل (مترمربع)	۲,۵۰۰
محل پروژه	تهران
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



## Evin Building

### عمومی

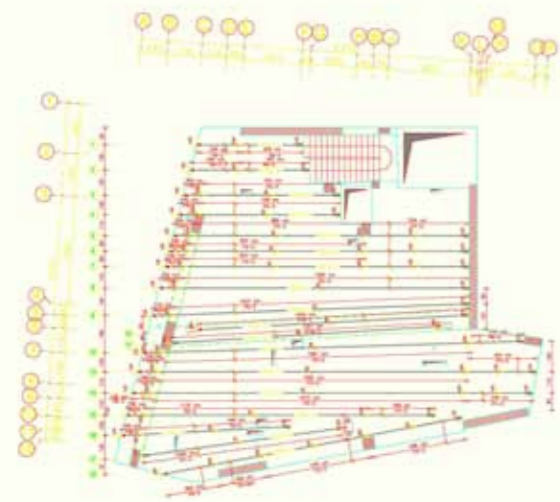
ساختمانی مسکونی اوین دارای ۳ طبقه زیر زمین با کاربری پارکینگ و طبقه همکف با کاربری تجاری و ۵ طبقه با کاربری مسکونی می باشد. حذف ستون های میانی در پلان معماری و ایجاد دهانه های بزرگ سبب افزایش تعداد پارکینگ ها در این پروژه شده است. همچنین در طبقه همکف که کاربری تجاری دارد فضای بسیار مناسب معماری ایجاد شده است.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای این پروژه قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتنی متوسط می باشد. ساختمان در طبقات زیرین دارای دیوار حائل بوده و در برخی از دهانه های بزرگ از تیر استفاده شده است. از ویژگی های این پروژه می توان به کاهش حجم مصالح مصرفی و افزایش سرعت اجرا و همچنین کاهش سطوح مورد نیاز سقف کاذب اشاره نمود.

### سیستم سقف

سیستم انتخابی در این پروژه دال تخت پیش تنیده به روش چسبنده می باشد. البته در برخی از دهانه های بزرگ از تیر پیش تنیده به جهت کاهش ارتفاع تیر استفاده شده است.





تالار باغسرا	نام پروژه
بخش خصوصی	نام کارفرما
تجاری	کاربری پروژه
۳	تعداد طبقات
۲۰	بیشترین دهانه (متر)
۲,۵۰۰	مساحت کل (مترمربع)
مشهد	محل پروژه
✓	طراحی پیش تنیدگی
✓	طراحی سازه
✓	تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی
-	اجرای سازه
-	اجرای نازک کاری



## Baghsara Ceremony Hall

### عمومی

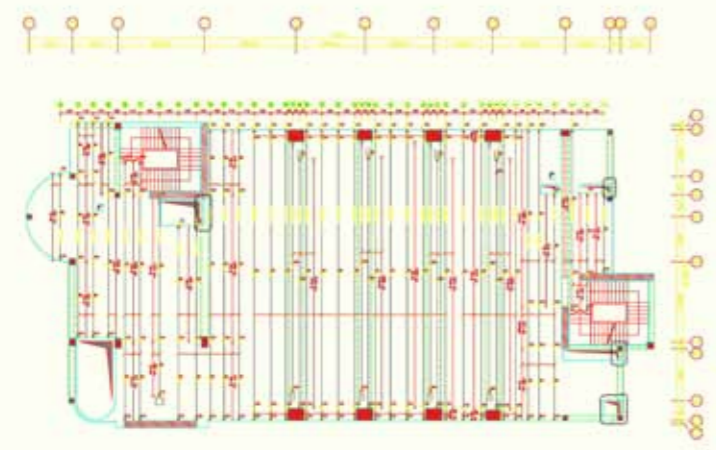
کاربری این پروژه در تمامی طبقات به برگزاری مراسم اختصاص یافته است. به همین منظور در طرح معماری سعی شده است تا فضاهای بزرگ معماری پیش بینی شود به جهت تأمین خواست های معماری و توجیه اقتصادی از سیستم پیش تنیده استفاده شده است. استفاده از این تکنولوژی باعث کاهش حجم مصالح مصرفی در مقایسه با سایر سیستم های قابل اجرا در این طرح و همچنین افزایش سرعت عملیات اجرایی شده است.

### سیستم سازه ای

سیستم سازه ای انتخاب شده قاب ساختمانی ساده به انضمام دیوار برشی بتن مسلح متوسط می باشد. همچنین در دهانه های بزرگ از تیر استفاده شده است. ارتفاع سازه در مجموع ۱۶/۵ متر بوده و در زیر زمین جهت کنترل فشار جانبی خاک از دیوار حائل استفاده شده است.

### سیستم سقف

سیستم سقف دال تخت پیش تنیده به روش چسبنده می باشد که در برخی از دهانه های بزرگ از تیر پیش تنیده به جهت کاهش ارتفاع تیر و کنترل تغییر شکل های سقف استفاده شده است.







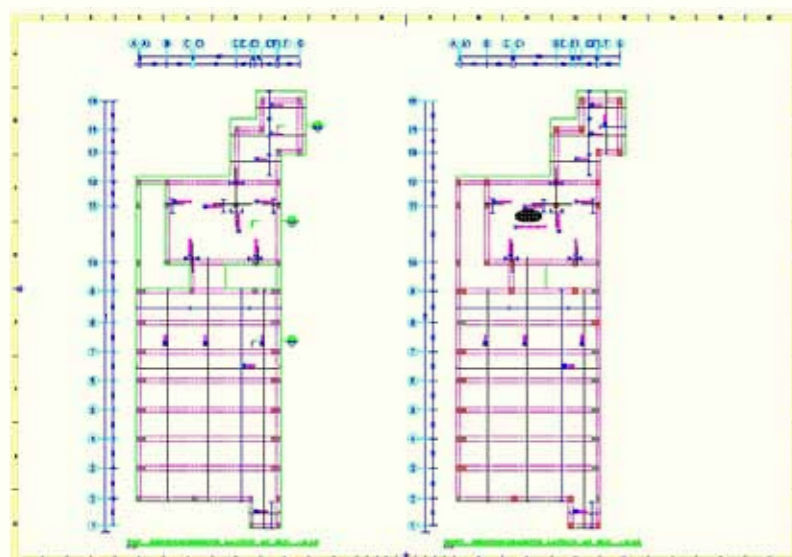
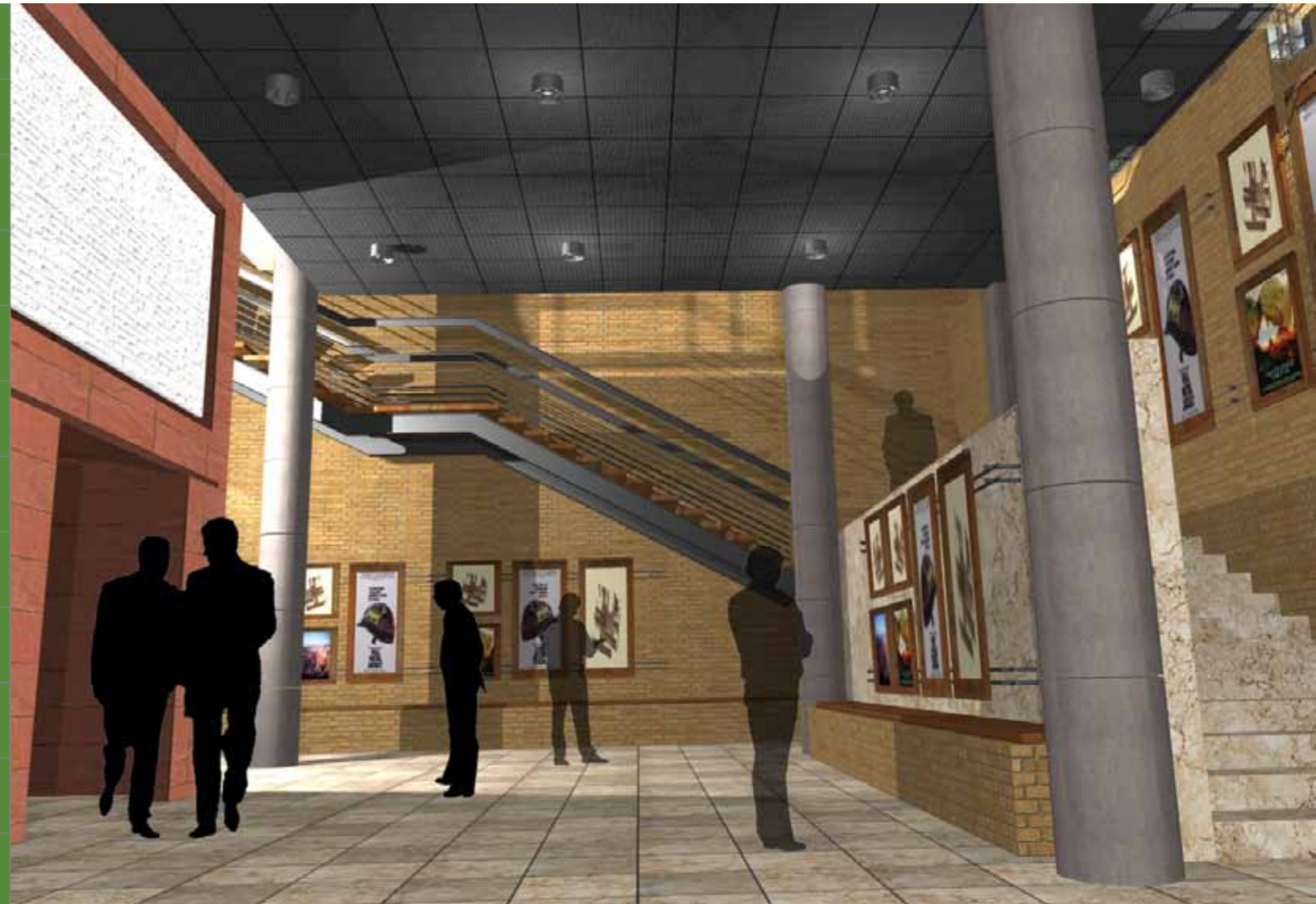
نام پروژه	برج روژان
نام کارفرما	تامین مسکن روژان
کاربری پروژه	مجتمع مسکونی
تعداد طبقات	۲۰
بیشترین دهانه (متر)	۱۰,۵
مساحت کل (مترمربع)	۲,۰۰۰
محل پروژه	تهران
طراحی پیش تنیدگی	-
طراحی سازه	-
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



Rozhan Tower



نام پروژه	سینما توگراف موزه سینمای ایران
نام کارفرما	شرکت توسعه فضاهای فرهنگی
کاربری پروژه	سینما
تعداد طبقات	۳
بیشترین دهانه (متر)	۱۶
مساحت کل (مترمربع)	۱.۵۰۰
محل پروژه	تهران - باغ فردوس
طراحی پیش تنیدگی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	✓



## Cinematograph of Iran Cinema Musiem

### عمومی

این پروژه در منطقه باغ فردوس تجریش و با کاربری فرهنگی طراحی و اجرا شده است. از عمده کاربری های این پروژه می توان به سینما، نمایشگاه و رستوران اشاره کرد. با توجه به نوع کاربری پروژه بکارگیری پیش تنیدگی جهت ایجاد دهانه های بزرگ و فضاهای مناسب فرهنگی حائز اهمیت بوده است.

### سیستم سازه ای

با توجه به نیاز به فضاهای باز و عدم امکان تعبیه دیوار های برشی در پلان معماری از سیستم قاب خمشی متوسط جهت کنترل بارهای ثقلی و جانبی استفاده شده است. بهره گیری از این سیستم سازه ای سبب ایجاد فضاهای مناسب معماری و بهبود شرایط بهره برداری شده است. همچنین سعی شده است تا قاب خمشی به پیرامون سازه منتقل شده تا اثرات نامطلوب معماری کمتری را ایجاد نماید.

### سیستم سقف

سیستم در نظر گرفته شده برای این پروژه دال پیش تنیده به روش غیرچسبنده بوده است. همچنین از تیرهای پیش تنیده جهت کنترل تغییر شکل و تنش های موجود در سقف استفاده شده است.

ضخامت دال ۲۲ سانتی متر می باشد.



نام پروژه	آتین عسلویه
نام کارفرما	شرکت آتین سازه
کاربری پروژه	تجاری
تعداد طبقات	۴
بیشترین دهانه (متر)	۱۴
مساحت کل (مترمربع)	۱.۵۰۰
محل پروژه	بوشهر، عسلویه
پیش تنیدگی طراحی	✓
طراحی سازه	✓
تامین مصالح و اجرای پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	✓
اجرای نازک کاری	-



## Atin Asalooyeh Building

### عمومی

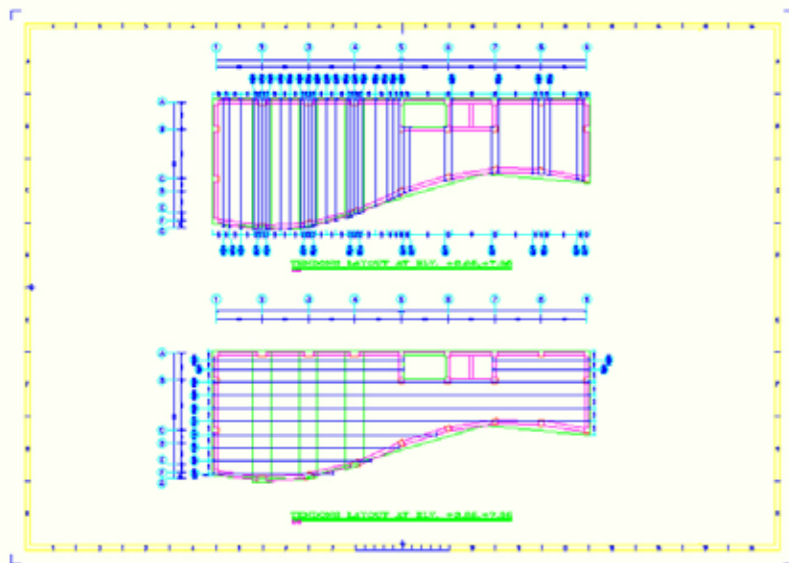
ساختمان آتین عسلویه در چهار طبقه با کاربری تجاری طراحی و اجرا شده است. از ویژگی های این پروژه می توان به حذف ستون های میانی و ایجاد فضاهای مناسب معماری و بهبود بهره برداری اشاره کرد.

### سیستم سازه ای

بدلیل عدم امکان تعبیه دیوار های برشی در سازه، از سیستم قاب خمشی متوسط استفاده شده است. قاب خمشی از تیر های پیرامونی با ارتفاع یکسان تشکیل شده است. همچنین در بعضی از دهانه های بلند از تیر استفاده شده است که علاوه بر کنترل تغییر شکل های دال در تحمل بارهای جانبی نیز مشارکت می کند.

### سیستم سقف

سیستم انتخابی برای سقف از نوع غیرچسبنده بوده و در دهانه های بلند نیز از تیرهای پیش تنیده با عرض زیاد استفاده شده است. استفاده از کابل های پیش تنیدگی در این تیر ها علاوه بر کنترل تغییر شکل های دال سبب کاهش ارتفاع تیر و بهبود فضاهای معماری می شود.





نام پروژه	پل تله زنگ
نام کارفرما	شرکت تکنیک
کاربری پروژه	پل راه آهن
تعداد طبقات	-
بیشترین دهانه (متر)	۱۰۷
مساحت کل (مترمربع)	-
محل پروژه	خوزستان
طراحی پیش تنیدگی	-
طراحی سازه	-
تامین مصالح و ادوات پیش تنیدگی	✓
اجرای سازه	-
اجرای نازک کاری	-



#### مشخصات فیزیکی طرح:

- طول تابلیه ۲۱۵ متر و عرض پل ۶/۶ متر از نوع صندوقه ای.
- طول دهانه ها به ترتیب از سمت اندیمشک ۶۷+۱۰۷+۴۱ متر.
- ارتفاع پی و پایه های پل تا سطح نهایی معادل ۳۱ متر.
- طول واریانت ریلی در سمت شمال ۱۰۲۳ متر و در جنوب ۱۴۷ متر.

#### پل موبایل:

با بهره برداری از پل موبایل می توان با بالا بردن آن در کمترین زمان، از خط قدیم نیز در صورت لزوم استفاده کرد.

#### نوع مصالح پیش تنیدگی استفاده شده:

انکورج ۱۹ سوراخ سایز ۰/۶ اینچ پی بی ال.

#### قدیم تله زنگ

- صرفه جویی در مصرف سوخت.
- آثار مثبت بهره برداری از پل جدید صندوقه ای در حمل و نقل باری و مسافری.
- با توجه به تغییر شکل های عرضی و ارتفاعی شاسی پل موجود و احتمال فروریختن آن، استفاده از پل واریانت موجب تردد ایمن و مطمئن قطار ها می گردد.

#### ویژگی های متمایز طرح:

- استفاده از روش قالب های لغزنده در ساخت پل و ایجاد بلند ترین دهانه بتنی در پل های راه آهن به طول ۱۷ متر

حذف تقلیل سرعت به هنگام عبود قطار از روی پل تله زنگ، پل جدیدی موسوم به پل صندوقه ای در کنار پل قدیمی تله زنگ و تغییر در واریانت خط با ارتفاع ۲۷ متر و طول ۲۱۵ متر طراحی و به مرحله اجرا در آمد.

#### دستاوردها:

- افزایش ایمنی سیر و حرکت.
- حذف تقلیل سرعت در مسیر با احداث یک دستگاه پل موبایل در مسیر اتصال پل واریانت به خط اصلی.
- امکان حفظ پل موجود (پل قدیم) به لحاظ پدافند غیر عامل.
- حذف دو عدد تونل در ابتدای انتهای پل

## Talleh zang Bridge

پل تله زنگ، یکی از استراتژیک ترین پل های ایران در مسیر راه آهن دورود - اندیمشک است که بر روی رودخانه دز ساخته شده است. این پل، نقش اساسی و مهمی در روند انتقال تجهیزات و امکانات در دوران دفاع مقدس به عهده داشت. پل تله زنگ در زمان جنگ تحمیلی بارها مورد حمله هوایی دشمن قرار گرفت که به دست متخصصان ایرانی به سرعت باز سازی شد. به منظور افزایش ایمنی سیر و حرکت و



Thailand's Bangkok Government Center	نام پروژه
Dhanarak Asset Development Co., Ltd.	نام کارفرما
۱۰	تعداد طبقات
۱۳	بیشترین دهانه (متر)
۶۴۵,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
بانکوک-تایلند	محل پروژه



## BANGKOK GOVERNMENT CENTRE

**Location:** Bangkok, Thailand

**Owner:** Dhanarak Asset Development Co., Ltd.

**Contractor:** Sinothai Engineering and Construction PCL and Italian Thai Development PCL

**Consultant:** Team Consulting Engineering and Management Co., Ltd.

**System:** Anchorage Type SF305, SF405 and SF505

**Duration:** 2006-2008

**This project involve in the construction of:**

### Building A

- 10 storeys service building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam

- Span combinations ranging from 8.4-11.5m
- Thickness 250 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 170,000 sq.m.

### Building B

- 9 storeys service building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- Maximum span 13m
- Thickness 230 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 310,000 sq.m.

### Parking A

- 2 storeys parking building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- Maximum span 8m
- Thickness 230 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 22,000 sq.m.

### Parking B

- 5 storeys service building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- Maximum span 8m
- Thickness 230 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 104,000 sq.m.

### Dormitory

- 10 storeys service building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- Maximum span 8.4m
- Thickness 230 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 22,000 sq.m.

### Conference Centre

- 5 storeys service building
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- Maximum span 12.6m
- Thickness 230 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 17,000 sq.m.

## Thailand's Bangkok Government Center



نام پروژه	شهرک بهداشت و درمان Hamad (مجموعه بازی های آسیایی ۲۰۰۶)
نام کارفرما	Joannou & Parakevaides Ltd.,
تعداد طبقات	۹
بیشترین دهانه (متر)	۳۵
متراژ پروژه (مترمربع)	۴۲۸,۰۰۰
محل پروژه	دوحه - قطر



**HOSPITAL SHELL & CORE & UNDER GROUND CAR PARK**

**Location:** Hamad Medical City, Doha, Qatar

**Owner:** Ministry of Municipal Affairs of Agriculture

**Contractors:** Joannou & Parakevaides Ltd., L&T Qatar LLC & HBK Contracting Co. W.L.L.

**Consultant:** FEDCON

**System:** Anchorage Type SF405 and SF 505

**Duration:** 2005 to 2007

**This project involve in the construction of:**

**Hospital Building**

- 4 storeys of common podium
- 3 Towers of 9 storey, 8 storey and 6 storey
- PT flat plate, PT slab & slab band, PT band beam
- PT transfer floor with grid beam
- Span combinations ranging from 9 – 35 m with cantilever from 4 – 10 m
- Thickness ranging from 250 – 800 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 200,000 sq.m.

**Oval Car Park**

- 1 storey of parking floor
- Post tension flat plate system
- Typical span 9 x 9 m
- Thickness 250 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 30,000 sq.m.

**Married Staff & Nurses Hostel**

- 32 Buildings of 8 – 9 storey residential

- Post tension flat plate system
- Typical span 6.5 x 7.5 m
- Thickness 225 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 150,000 sq.m.

**Ministry of Public Health**

- 9 storey office and 3 floors parking building
- Post tension flat plate system
- Typical span 9 x 9 m
- Thickness 250 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 40,000 sq.m.

**Staff Club**

- 4 storey services building
- Post tension flat plate system
- Typical span 8.5 x 9 m
- Thickness 250 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 8,000 sq.m.

**Hamad Medical City**



Parkland Srinakaran Condo-  
minium

نام پروژه

نام کارفرما

۱۶ تعداد طبقات

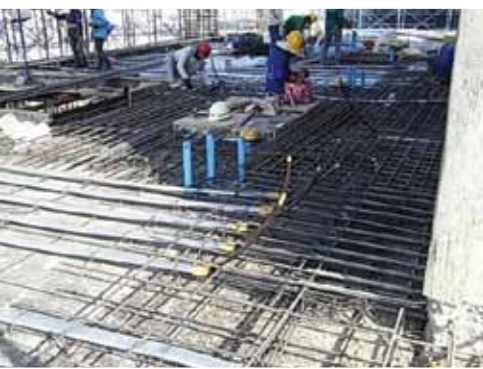
۱۶ بیشترین دهانه  
(متر)

۴۰۰,۰۰۰ متر از پروژه  
(مترمربع)

محل پروژه بانکوک-تایلند



Parkland Srinakaran  
Condominium



HUA HIN	نام پروژه
	نام کارفرما
۹	تعداد طبقات
۱۳	بیشترین دهانه (متر)
۱۶۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
مراکش	محل پروژه



HUA HIN





Empire Palace Tower	نام پروژه
	نام کارفرما
۴۵	تعداد طبقات
۱۴	بیشترین دهانه (متر)
۱۴۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
بانکوک-تایلند	محل پروژه



Empire Palace Tower



برجهای سه گانه Riverside garden marina	نام پروژه
City Realty Co., Ltd.	نام کارفرما
۳۹	تعداد طبقات
۱۰	بیشترین دهانه (متر)
۱۲۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
بانکوک-تایلند	محل پروژه



RIVERSIDE GARDEN MARINA

Riverside garden marina

**Location:** Bangkok, Thailand  
**Owner:** City Realty Co., Ltd.  
**Contractor:** Italian Thai Development PCL  
**Consultant:** Construction and Engineering Law Ltd.  
**System:** Anchorage Type SF305, SF405 and SF505  
**Duration:** 2005 to 2007

**This project involve in the construction of:**

- 6 parking floors + 1 landscape garden + 3 towers of 30 floors residential
- Post tension flat plate system
- Typical span 10 x 9 m (octagonal shape)
- Thickness 250 mm with 50 mm slab depression at local bathroom area
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 120,000 sq.m.



TOWER A,B,C	نام پروژه
Sheik Mussalam Bin Slaem Ham	نام کارفرما
۴۰	تعداد طبقات
۹	بیشترین دهانه (متر)
۱۲۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
شارجه-امارات	محل پروژه



TOWER A, B, C

A,B,C TOWER

**Location:** Sharjah, U. A. E.

**Owner:** Sheik Mussalam Bin Slaem Ham

**Contractor:** Suwaidan & General Nlle

**Consultant:** Space Consultant

**System:** Anchorage Type SF305, SF405 and SF505

**Duration:** May 01, 2004 to September 24, 2005

**This project involve in the construction of:**

- 4 parking floors as common podium + 3 towers of 33 floors of residential
- Post tension flat plate system
- Typical span 8 – 9 m
- Thickness 220 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 120,000 sq.m.



Millennium Residence Tower	نام پروژه
City Development Limited (CDL)	نام کارفرما
۵۳	تعداد طبقات
۱۳	بیشترین دهانه (متر)
۱۰۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
بانکوک-تایلند	محل پروژه



Millennium Residence Tower

**Location:** Bangkok, Thailand

**Owner:** City Development Limited (CDL)

**Contractors:** Ritta Company Limited

**Consultant:**

**System:** • Anchorage type SF305, SF405 and SF505 with flat duct bonded system

**Building Structure:** 4 Buildings of 51-53 storey with total area of almost 100,000 sq.m altogether

Millennium Residence Tower



Danat Buheirah	نام پروژه
DEEYAR Real Estate	نام کارفرما
۴۵	تعداد طبقات
۱۰	بیشترین دهانه (متر)
۸۰,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
شارجه-امارات	محل پروژه



## DANAT BUHEIRAH TOWER

**Location:** Sharjah, U. A. E.

**Owner:** DEEYAR Real Estate

**Contractor:** United Engineering Const. (UNEC)

**Consultant:** Horizon International

**System:** Anchorage Type SF305, SF405 and SF505

**Duration:** May 01, 2004 to July 31, 2006

### This project involve in the construction of:

- 3 parking floors + 41 floors residential + Roof
- Post tension flat plate system
- Typical span 10 x 6 m
- Thickness 225 – 260 mm at localized areas
- PBL Flat duct bonded tendon system
- Area 80,000 sq.m.

## Danat Buheirah Tower



Rose Condominium	نام پروژه
Canadian Bank Ltd.	نام کارفرما
۳۰	تعداد طبقات
-	بیشترین دهانه (متر)
۶۶,۳۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
کامبوج	محل پروژه



## ROSE CONDOMINIUM

**Location:** Phnom Penh, Cambodia

**Owner:** Canadian Bank Ltd.

**Contractors:** WEN Holding Company Limited

**Consultant:** Canadian Bank Ltd.

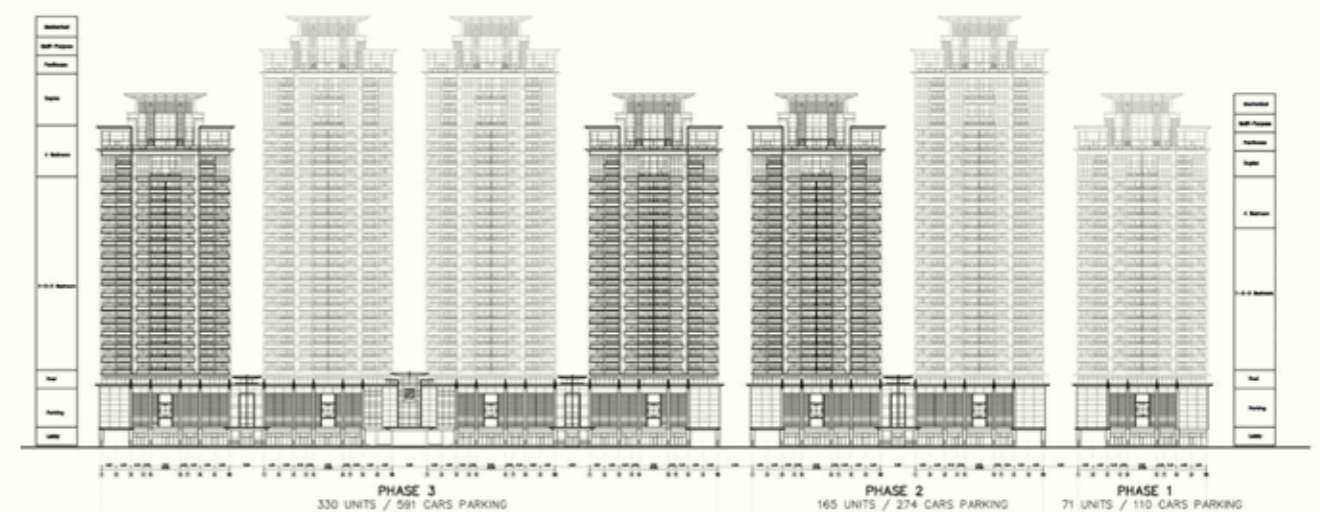
**System:** Anchorage type SF105 with mono-strand PE duct system

**Duration:** 2007 – 2011

Rose Condominium comprised 2 phases of 7 Towers. Phase 1 consisted of 4 towers with the total area of 66,300 sq.m :

- 29-Storey Tower 1 and Tower 2
- 30-Storey Tower 3 and Tower 4

## Rose Condominium





Asia Center	نام پروژه
	نام کارفرما
۲۰ طبقه	تعداد طبقات
۲۸	بیشترین دهانه (متر)
۳۱,۰۰۰	متراژ پروژه (مترمربع)
تایلند	محل پروژه



## Asia Center Tower

**Location:** Bangkok, Thailand

**Owner:** City Realty Co., Ltd.

**Contractor:** Thai Obayashi Corporation Ltd.

**Consultant:**

**System:** Anchorage Type SF305, SF405, SF505, M1205 & M3105

**Duration:** 2007 to 2008

### This project involve in the construction of:

- 20 storey office towers + 8 storey car park
- Typical span 11 x 13 m
- Thickness 300 mm
- PBL Flat duct bonded tendon system for office slab tower
- PBL Single Strand bonded tendon system for car park
- PBL Multi Strand round duct system for transfer beams and beams of perimeter moment resisting frames
- PT slab area = 39,000 Sq.m
- The entire structure is designed with PT floor system and perimeter moment resisting frame which incorporates column bracing and long span beams
- The beams of the perimeter frame are designed as PT beams
- PT transfer beams are used at every interval of 4 floors and transfer gravity load by bracing columns and PT tie beam members at ever 4 floor intervals
- The 1st floor of office tower takes 28 m clear span and supported by PT slab and beam systems. The transfer beams at 8th floor level (i.e. 1st office floor) is designed as part of rigid PT frame supported by 2 nos. of 20 m tall R. C. columns
- Typical PT floor slab is designed using strip method of de-

signing slab to determine the amount of pre-stressed force by balance load with self weight of slab itself.

- The number of tendons as obtained by the strip method are distributed in both directions as per concept of load distribution in slab by strip method.
- FEM analysis is used to analyze and design of the slab serviceability and strength.
- Special provision for seismic design of Chapter 21, ACI 318-02 is also incorporated for the design of PT perimeter moment-resisting frame.
- Asia Center: The entire structure is being designed as a moment-resisting frame which incorporates column bracing and long spans. The structure is designed such that the slab system acts in resisting gravity loads and transmit lateral load to perimeter concrete frame using PT member incorporating bracing transfer structure system for gravity and lateral load and also incorporate tall column height with long PT transfer beam.
- This Project is in accordance with the latest addition to the Chapter 21, ACI-02 Code, which incorporates seismic forces using pre-stressing.

## Asia Center Tower



Le Monaco Condominium	نام پروژه
IDTS Company Limited	نام کارفرما
۳۰	تعداد طبقات
-	بیشترین دهانه (متر)
۱۱,۸۸۰	متراژ پروژه (مترمربع)
بانکوک-تایلند	محل پروژه



LE MONACO, ELITE EUROPEAN RESIDENCES

**Location:** Bangkok, Thailand

**Owner:** IDTS Company Limited

**Contractors:** Pre-Built Public Company Limited

**Consultant:** AAE & Integrate Company Limited

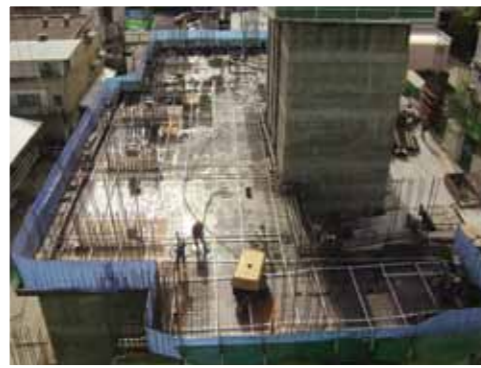
**System:** • Multi-strand flat duct system with anchorage type SF305, SF405 and SF505  
• Slip Form "B" type yoke and "C" type yoke system

**Building Structure:** 11,880.12 sq.m area of 30 floors for post-tension structure

**Duration:** 2009

Le Monaco Condominium





نام پروژه	برج های دوگانه Aguston
نام کارفرما	Major Development Public Company Limited
تعداد طبقات	۳۵
بیشترین دهانه (متر)	-
متراژ پروژه (مترمربع)	-
محل پروژه	بانکوک-تایلند



## AGUSTON TOWER

**Location:** Bangkok, Thailand

**Owner:** Major Development Public Company Limited

**Contractors:** Syntec Construction Public Company

**Consultant:** Consultant Engineer Project Alliance Co., Ltd.

**System:** Anchorage type SF305, SF405 and SF505 with multi-strand flat duct bonded system

**Building Structure:** 24-Storey Tower A and 35-Storey Tower B

**Duration:**

## Aguston Twofold Tower



QUEEN ALIA INTERNATIONAL AIRPORT  
نام پروژه

Joannou & Paraskevaides  
نام کارفرما

اجرا با انکوريج ۱۹ و ۲۲ سوراخ  
دهانه ۳۵ متر  
مشخصات

اردن  
محل پروژه



QUEEN ALIA INTERNATIONAL AIRPORT

**Location:** Amman, Jordan  
**Contractors:** Joannou & Paraskevaides (Overseas) Ltd.  
**Span Length:** 25.50 m continuous spans  
**Maximum Width:** 30.55 m  
**Hollow Core PT Bridge Deck:** 1.10 m depth  
**System:** PBL Anchorage M1906 & 2206 with anchorage couplers  
**Duration:** April 2009-March 2010

QUEEN ALIA INTERNATIONAL AIRPORT



Island City Bridge	نام پروژه
canadian bank	نام کارفرما
پل کابلی با ارتفاع پیلون ۳۵ متر و دهانه ۸۰ متر	مشخصات
کامبوج	محل پروژه



## THE SWAN BRIDGE

**Location:** Phnom Penh, Cambodia

**Owner:** Cambodian Government

**Contractors:** Canadian Bank

**The width:** 21.00 m

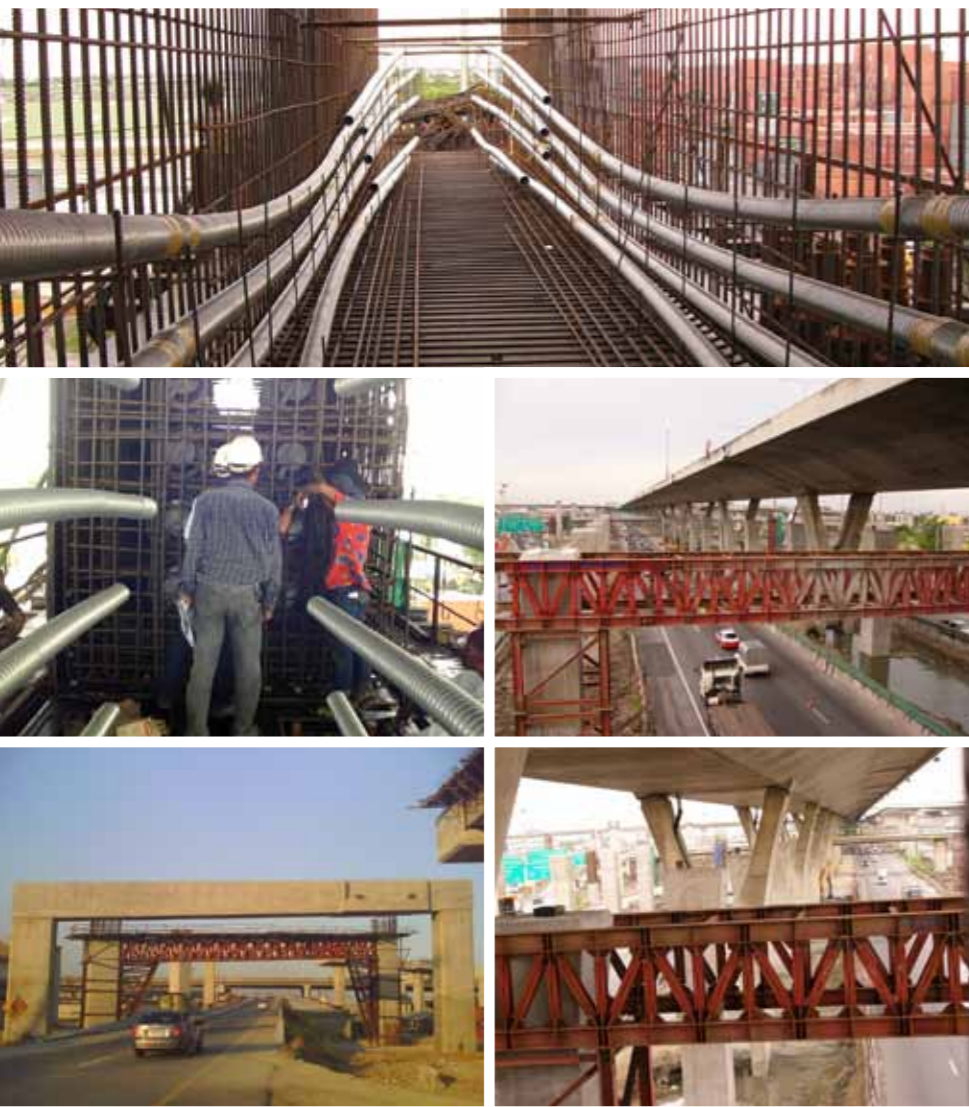
**Main Girder:** 3.00 x 5.00 (h x w) with 2-rectangular cells inside

**System:** PBL Anchorage Type M1905 & 2206 and SF305, 405 & 505 The strands for the stayed cables are galvanized PT strands and the anchorage couplers with PE trumpets

**Duration:** 2008 to 2009

The bridge structure comprised footings abutments, pylon rib beams and deck slabs. Each abutment was 30 m long and the main box girder spanned over 80 m length with the pylon center locating at 15 m from one of the girder ends. The pylon structure was 35.00 m high. The 10 cables were attached to one side of the pylon formed unbalance single-plane stayed cable.

## Island City Bridge



Bang phi- BURAPHA EXPRESSWAY	نام پروژه
وزارت ترابری تایلند	نام کارفرما
اجرای تیر پس کشیده ۳۲ متری	مشخصات
تایلند	محل پروژه



THE CONNECTION OF BANG PHLI-SUK EXPRESSWAY WITH BURAPHA EXPRESSWAY

Bang phi Burapha Expressway

**Location:** Bangkok, Thailand  
**Owner:** Ministry of Transport Expressway and Transit Authority of Thailand  
**Contractors:** Epsilon Company Limited  
**Consultant:** Asian Engineering Consultants Corp. Ltd.  
**System:** PBL Anchorage M1906 & 2206 with 80 tons of 0.6" low relaxation 7 wire PC strand  
**Duration:** 2008 to 2009

The interchange structure comprises the elevated ramps and at grade road for 4,726 m and 3 toll gates. The frame spans ranged from 26.0 m to 32.5 m. The beam parts of the frame rest on the 1.80 x 3.00 m columns which were around 12-13 m high and the beam cross section was 2.5 m by 3.0 m.

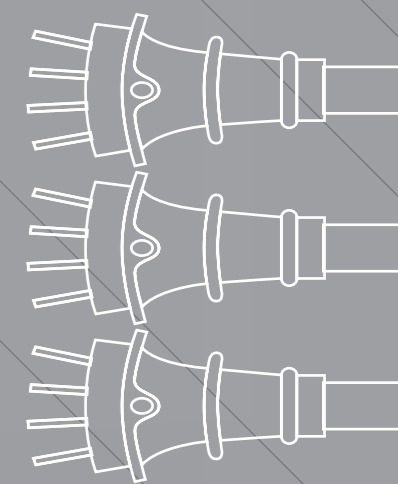
فهرست برخی دیگر از پروژه ها

ردیف	نام پروژه	نام کارفرما	مشخصات	محل پروژه
۲۵	CHENNAI METRO RAIL	Larsen Toubro Limited	تولید و نصب ۳۲۲۰ سگمنت-۱۵۹۵ تن استرند	هندوستان
۲۶	پل Thimphuchu	دولت بوتان	اجرای پل پیش تنیده با دهانه ۷۸ متر با انکورجی دوازده سوراخ	بوتان
۲۷	CHENNI City Mall	DLF LAINGOROURKE Limited	دیوار دیافراگمی-۱۲۰ تن کار پیش تنیدگی	هندوستان
۲۸	MAE MOH POWER PLANT	اداره برق تایلند	اجرای ۱۰۰ انکور موقت و ۲۰۰ انکور دائمی	تایلند
۲۹	NAM NGUM 2 HYDROELECTRIC POWER	وزارت ارتباطات لائوس	اجرای تیر پیش تنیده ۲۳ متری با استفاده از انکورجی ۷ سوراخ	لائوس
۳۰	SALAWAN BRIDGE	وزارت ارتباطات لائوس	اجرای پل پیش تنیده با دهانه ۲۲ متر با استفاده از انکورجی ۷ سوراخ	تایلند
۳۱	KRISHNAPATNAM-OBULAVARI PALLI BRIDGE	اداره دولتی راه آهن جنوب هند	تولید تیر پیش تنیده با انکورجی ۷ و ۱۰ سوراخ	هندوستان
۳۲	GREEN LAND FLYOVER-ROB PORTION	شهرداری حیدرآباد	تولید تیر پیش تنیده با انکورجی ۱۲ سوراخ	هندوستان
۳۳	RAILWAY AJMER -PUSHKAR RAJASTHAN	اداره راه هند	اجرای پل پیش تنیده با دهانه ۲۱ متر با استفاده از انکورجی ۱۹ سوراخ	هندوستان
۳۴	CHENNAI TADA SIX LANING BRIDGES	اداره راه هند	تولید ۲۴۴ تیر پیش تنیده ۲۵-۳۷ متر-۳۴۳ تن استرند	هندوستان
۳۵	TANDUR SILO	Penna Cement Industries	اجرای سیلوی پیش تنیده به دهانه ۴۰ متر و ارتفاع ۳۱ متر	هندوستان
۳۶	SEMTOKHA BRIDGE	دولت بوتان	اجرای پل پیش تنیده با دهانه ۴۵ متر با استفاده از انکورجی ۲۲ سوراخ	بوتان
۳۷	THE DRAGON BRIDGE	canadian bank	اجرای پل پیش تنیده با دهانه ۷۰ متر قوسی با استفاده از انکورجی ۲۲ سوراخ	کامبوج
۳۸	Rama BRIDGE		اجرای پل پیش تنیده	تایلند
۳۹	MYRYALAGADA TANK		مخزن بادخانه ۴۵ متر و ارتفاع ۲۵ متر	هندوستان
۴۰	Namdong BRIDGE		اجرای پل پیش تنیده	لائوس
۴۱	bellary tank		مخزن بادخانه ۴۵ متر و ارتفاع ۲۵ متر	هندوستان
۴۲	مرکز چند منظوره مبادلات مالی و تجاری		۱۳۰۰۰ متر مجموع طول انکورینگ	هندوستان
۴۳	KOLLONG RIVER MAJOR BRIDGE-ASOM	اداره راه هند	اجرای پل پیش تنیده با ۶ دهانه ۴۲ متر با استفاده از انکورجی ۱۹ سوراخ	هندوستان

ردیف	نام پروژه	نام کارفرما	تعداد طبقات	بیشترین دهانه (متر)	متر از پروژه (متر مربع)	محل پروژه
۱	Medina Centrale the Pearl		۷	۱۴	۲۴۷,۰۰۰	دوحه- قطر
۲	The Centric Scence Ratchavipha		۲۱	۱۴	۲۲۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۳	The Circle Condominium	Fragrant Property imited	۴۳	۱۴	۱۸۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۴	"A - Space Asoke" "A - Space Kasert - Navamin		۱۰	۱۵	۱۳۵,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۵	Sulafa Tower	Marvell Pte. Ltd	۷۹	۱۳	۹۰,۰۰۰	دوبی-امارات
۶	Siam Digital Gateway		۶	۱۶	۷۶,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۷	برج Athenee		۳۱	۱۱	۷۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۸	Manhattan Condominium		۳۴	۱۴	۶۳,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۹	Napalai Place (Hadyai,Songkla)		۴۶	۱۱	۶۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۰	Crystal Design	K.E. Land Co., Ltd	۳	۱۸	۶۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۱	Amanta Ratchada Condominium		۷	۱۴	۶۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۲	D 65 Condominium		۹	۱۵	۶۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۳	Ewan فاز ۱,۲,۳		۷	۹	۵۰,۰۰۰	دوبی-امارات
۱۴	Jasmine City Home by The River		۳۹	۱۴	۴۵,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۵	Meakong condominuum		۱۸	۱۵	۴۱,۰۰۰	کامبوج
۱۶	مدرسه بین المللی Shrewsbury	Bangkok City International Co., Ltd.	۴	۳۱	۴۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۷	برج Ocic	Canadian Bank	۳۰	۱۲	۳۹,۰۰۰	کامبوج
۱۸	Fullerton Condominium		۳۲	۱۴	۳۸,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۱۹	برج KG		-	۸	۳۰,۰۰۰	دوبی-امارات
۲۰	Q-House Sathorn (Casa Sathorn)		۱۵	۱۴	۲۵,۲۴۳	بانکوک-تایلند
۲۱	Ideal24		۴۱	۱۰	۲۰,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۲۲	CMC Tower		۷	۱۵	۱۳,۰۰۰	بانکوک-تایلند
۲۳	Golden Shopping Mall		۵	۱۸	۱۲,۰۰۰	کامبوج
۲۴	موزه هنرهای اسلامی		۴	۱۵	۱۰,۵۰۰	دوحه- قطر



# PBL Newsletter



**PBL GROUP NEWSLETTER**

**....Post-tensioned Construction**



Performance Testing of Anchorage M 1906

*"The test Anchorage Plates, Head and Wedges were found in good condition without any cracks or deformations"*

installed and cast into the concrete blocks the sizes of which were 750x750x3004 and 900x900x3010 mm. for anchoring type M 1906 and M 3106 respectively. Then the PC strand according to BS 5896 was cut into 19&31 pieces of approx. 4.00 m. length and installed into the set up through anchorage heads, anchorage pleats and the ducts cast inside the blocks and held at each end by means of wedges. Finally, the tendon ends were marked as reference for determination of strand elongation after the total force was applied.

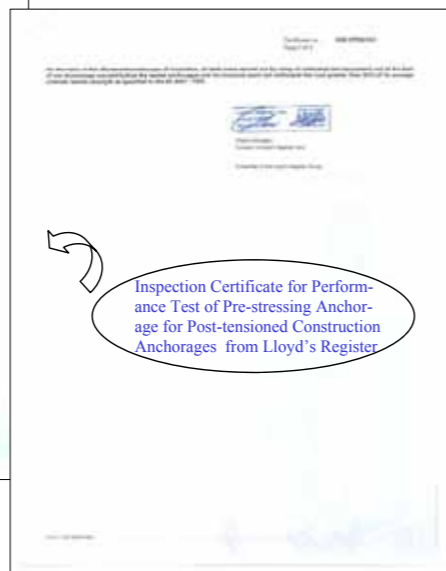
Procedure of the test: upon completion of set up arrangement the force applied gradually to the tension up to 525 kgf/cm<sup>2</sup>. Then, the elongation of each strand at the tensioning end was recorded. The movement of each strand on the other end was also recorded.

Test Result: The test Anchorage Plates, Head and Wedges were found in good condition after applying and secure the specified load to all strands without any cracks or deformations in all structural parts test at the time of inspection. The wedge gripping was observed to be firm. The tested anchorages and its structural parts can withstand the load up to average ultimate tensile strength as specified in the BS4447:1973.

The test is fully satisfied the standard.



Tensile Testing of 0.6"(15.7mm) PC Strand



Inspection Certificate for Performance Test of Pre-stressing Anchorage for Post-tensioned Construction Anchorages from Lloyd's Register

Contributed by Mr. Patibhan Ariyadej, who is currently the Project Director of PBL Group Ltd.

**PBL GROUP NEWSLETTER**



THE ART OF PRESTRESSING

Volume 2, Issue 1

April 2008

**Message from the Editor**

Dear Readers,

Welcome to year 2008 with the remarkable 20th anniversary of PBL Group.

In this year, PBL Group activities still keep steadily grow up and implement many projects in both Thailand and international network with reliable services of PBL product development.

In the first publication of year 2008, PBL Group would like to present the Performance Test of Pre-stressing Anchorages for Post-Tensioned Construction Anchorages Type: M 1906 and M 3106 which has been

used successfully and efficiently in all applications of building and civil engineering works.

Going beyond Thailand, we across to Himalayan kingdoms of Bhutan where PBL participates in infrastructure development project by supplying and supervision some of the PT works of the Pangzurmani bridge in continuation from previous project completed in 2007.

Whereas in Bangkok, the big project of Asia Centre on Sathon Road which is one of the extraordinary buildings in the terms of its architectural and structural

designs, is progressing efficiently.

In the midst of Arabian Sea, PBL has received trust in post tensioning work of building complex in mega project development at Medina Centrale of the Pearl, a landmark man made island of Doha, Qatar.

In the end of this publication, we welcome hot season of the year with Songkran festival which is coming to be a refreshing solution to beat the hottest month of Thailand.

Joy,  
Editor

**Test of Pre-stressing Anchorage for Post-tensioned Construction**

**Product Development**

Due to the increasing demand in the civil work construction and even building construction itself there appears to be the increasing need for the use of bigger size anchorages.

PBL has developed the multi strand anchorage Type M to serve the need of PT construction up to the range of M 4206.



Anchorage M 3106

**Testing Certify**

Series of test has been carried out for PBL anchorages to verify the performance of the products.

In order to ensure our users that the products conform to the recognized standards, the test of anchorage is carried out and certified by recognized institute.

anchorage type: M 1906 and M 3106 to BS 4447 : 1973

The specimens that used for the test comprised of: 7wire strand for pre-stressed concrete according to BS 5896, PBL Anchorage Plates, PBL Anchorage Head, Wedges capable of holding strands under tension force of 265 KN, Galvanized steel ducts produced to PBL Specifications and Concrete blocks for performance testing.

Set up of Specimens: The anchorages set for short term static test have been

**Look out for the upcoming publication**

- LATEST PT DESIGN TECHNOLOGIES
- SEMINARS AND WORK SHOPS
- STATE-OF-THE-ART DESIGNS
- UPDATES AND FOLLOW-UPS FROM THIS ISSUE
- PBL SOCIAL EVENTS

**Inside this issue:**

- TEST OF PRE-STRESSING ANCHORAGE FOR POST-TENSIONED CONSTRUCTION 1
- NEW BRIDGE IN BHUTAN 3
- PROGRESS OF ASIA CENTRE TOWER 4
- QATAR: THE PEARL OF ARABIAN SEA 7
- JOYFUL SONGKRAN FESTIVAL 8

Continued on Page 2

## PBL GROUP NEWSLETTER

### Progress of Asia Centre Tower



Artist Impression Of Asia Centre Tower

In the newsletter volume 1, issue 3 presented about technical solution of foundation at Asia Centre Project by using PT bars.

conscious 8-storeyed height lobby that is totally occupy in this building with an efficient design that also meets the strength and serviceability requirements.

The Asia Centre Tower is one of the peculiar buildings which is different from the other buildings in terms of its architectural and structural designs which has been recently designed by PBL Group.

incorporates the bracing transferred structure system for gravity as well as lateral load.



Construction under Progress

*"One of the peculiar buildings in term of its special architectural and structural designs"*

The special structural design features of Asia Centre Tower are as follow:

#### Unique Structural System

The entire structure is designed as a moment resisting frame which incorporates column bracing and long spans structural elements. The structure is designed such that the slab system acts in resisting gravity loads and transmits lateral load to perimeter concrete frame using PT member which

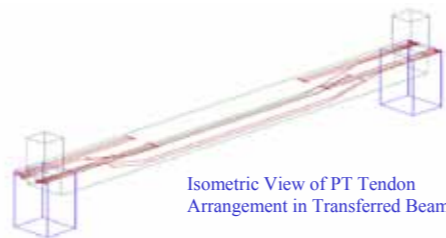
#### Long Span Portal Frame Structure

The first floor of the office tower takes a 28 m. clear span and supported PT slab and beam system. The transferred beam at the 8th floor level (i.e. the first office floor) is designed as a part of rigid portal frame supported by 2 nos. of 20 m. height R.C. columns.

This publication, PBL Group would like to present Asia Centre Tower Project which consists of a 20-storeyed office tower with a grand lobby area at ground level with an extensive floor height of 20 metres together with an 8-storeyed car park, is currently under construction at full speed with an aim to be a first-class office tower housing international firms and banks.

One great challenge to the structural engineer is to develop a spa-

Stressing of Main Transferred Beam at 8th Floor Level



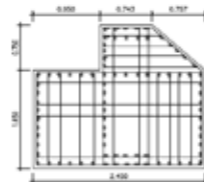
Isometric View of PT Tendon Arrangement in Transferred Beam



28 m. Span Transferred Beam with Temporary Steel Truss Support

#### Axial Shortening of Tall Column

The 20 metres height columns which support total load from the office tower has been designed with special architectural cross sectional shape. Axial shortening of these grand columns are measured to monitor effect of differential deformation between these grand column and other vertical structural elements.



Grand Column Cross Sectional Shape

## Volume 2, Issue 1

### New Bridge in Bhutan



Thimphu, the Capital City of Bhutan

In the newsletter volume 1, issue 3 described about the landscape of Bhutan and the proceeding construction of the bridge therein.



PT Tendon Type M 706

On 2007, PBL finished building Thimphuchu bridge with a span of 78.60 m. which is the first bridge at its capital city and the second one, Semtokha Rongchu bridge with a span of 45.00 m. This year, PBL is proud to present Pangzurmani Bridge, the third one which has just completed on February, 2008.

With mountainous terrain and rough roads from Zhemgang to the job site Thongsa, Double Tee Post-tensioned Bridge was to be constructed across waterfall in the Thongsa city which the Royal Government of Bhutan owned and gave fund for construction



Stressing of Tendon Under Progress

and Welfare Construction Company was contractor.

The span of bridge is 28.5 m. and the strand is around 1.5 ton which are installed with PBL post tensioning system type M 706 in the beam webs of the bridge.

The bridge is successfully completed under inspection and controlled to ensure quality and strength.

*"With mountainous terrain and rough road, Double Tee Post-Tensioned girders with the 28.5 m. span of bridge is constructed"*



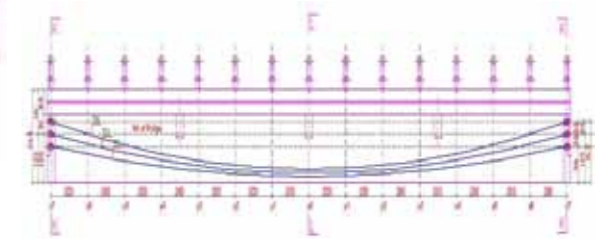
End View of Bridge Girder with Anchorage PBL M 706



Profile of PT Tendon



Bridge Section at Abutment End



Contributed by Mr. Patibhan Ariyadej, who is currently the Project Director of PBL Group Ltd.



PBL GROUP NEWSLETTER

.....Asia Centre Tower

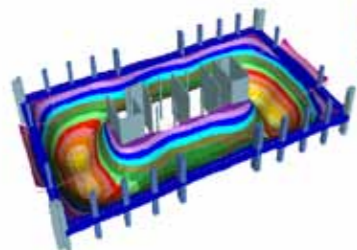
PBL Single Strand bonded tendon system was used for car park and PBL Multi Strand round duct system was used for transferred beams and of perimeter moment resisting frames. The total area of PT slab approximately 39,000 sq.m.



Tendon Layout Parking Slab

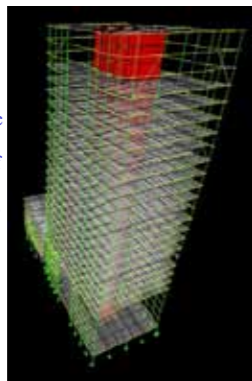
Structural Analysis

FEM analysis is used to analyze and design of PT slab for serviceability and strength.



Slab Deformation Contour by FEM Analysis

Dynamic Mode Shape of 3D Analysis Result



PT Slab of Parking Building

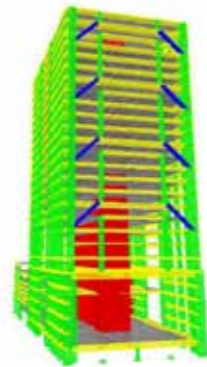
Special attention has been used to the design of the moment resisting frame member to ensure that they can be economically constructed and also ensure the strength and stability are fully satisfied. Plane frame analysis is used for preliminary determine of structural member stiffnesses under condition of gravity, wind/earthquake and hyper static post tensioned force.



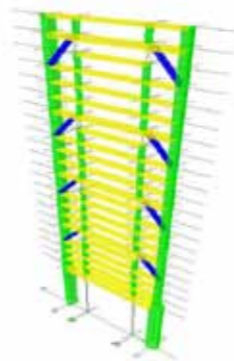
"Special attention has been used to design of the moment resisting frame member"

In Addition to the plane frame analysis, 3-dimensions structural analysis was also done using ETAB. Analysis results including drift due to wind/earthquake in X-Axis, Y-Axis and result of the dynamic analysis are also verified.

It is evident that currently constructed Asia Centre Tower features an unusual structural requirement at lower levels which require stiffness consideration as a whole.



3D-Structural Model



Plane Frame Structural Model

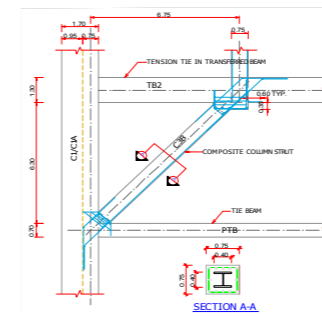
However, this awareness was taken care of by means of a special design concept using column bracing as part of transferred structure and providing lateral frame stiffness at the same time, resulting in an efficient structural system.

Volume 2, Issue 1

.....Asia Centre Tower

Transfer Structure System

The gravity loading of the whole structure at the front and back of building are transferred to the 4 nos. of main grand column at 8th floor by mean of transferred structure system using strut and tie members at every 5 floors interval. At 8th floor the long span beam is used to carry first 5 level of building taking span of 28 m.



Strut and Tie Transferred Structure

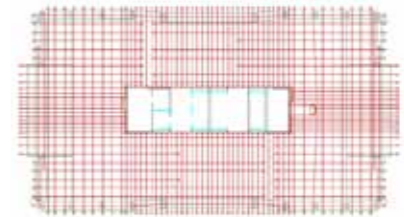
Post tensioning is used in transferred beam element (TB2) of strut and tie system to improve the shear strength which results in optimize cross section of the element. The design of this transferred beam element followed criteria of ACI 318-02 clause 11.4

The tie beam element (PTB) is also design to resist tension by using post tensioning concentrically applied to the beam cross section and thus optimize the strength of the element.

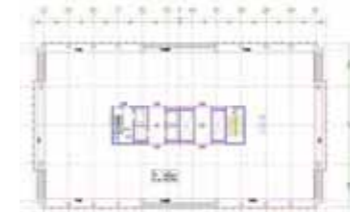
Typical Office PT Floor

The typical floor occupies an area of approximately 2,000 sq.m. The floors are based on the PT flat plate system supported by beams of perimeter moment resisting frames. Typical span is 11 by 13 m. The PT slab thickness is typically 300 mm. and is optimized to obtain good deflection performance using simple reinforcement and PT tendon arrangement.

The tendon arrangement is derived from the strip method and is distributed in both direction as per the concept of load distribution in slab by the strip method. The pre-stressed force of tendon is determine by balancing load with self-weight of the slab.



Typical Tendon Layout Details



Typical Floor Plan



Tendon Layout of Office Floor Slab



The parking structure is designed as an isolated unit from the main tower block in order to disconnect the stiffness of the parking structure from the main tower block with respect to lateral load designed stiffness.

"The design of this transferred beam element is followed criteria of ACI 318-02 clause 11.4"

PBL Multi Strand flat duct bonded tendon system was used for office slab tower.

Parking Building

At the back part of the tower is parking building which is designed using PT flat plate system. The slab thickness is 300 mm. using PBL single strand bonded tendon system.



PBL Single Strand PT Bonded Tendon



**PBL Group Ltd.**

THE ART OF PRESTRESSING

8/11 Soi Vibhavadi 44,  
Vibhavadi-Rangsit Road,  
Lardyao, Jatujak,  
Bangkok 10900, Thailand.  
Phone: (66) 2 562 0765-9  
(66) 2 941 1711-2  
Fax: (66) 2 562 0764  
E-mail: pblgroup@pbl-thailand.com

**....The Pearl of Arabian Sea**

Phase 2 has 2 zone as building B3 and B4 which residential building has 5 floors level. The first floor will be retail area. The parking building B3B and B4B has 4 floors level.



Medina Centrale the Pearl, Qatar

Phase 3 has 2 zone which the residential building and retail area will be same as phase 2

Phase 4 has 1 zone as building B7 and B7a

For all 4 phase, the total of building for PT work has 9 residential buildings and 7 parking buildings

**Design Feature**  
The retail building spans are generally 8x8 metres. The slab thickness is 230 mm. with drop panel and band beams as appropriate.

The parking building has been designed with 19 metres span. The structure has been design using PT slab at 8 metres by PT beam 19 metres span.

**Professional Team Work**

The building has been designed by Arun Chaiseri Consulting Engineers Co.,Ltd. under consultation by Dar Al Handasa. The PT work design is taking care by PBL Group Ltd. and the construction is done by Power Line, Qatar, WLL.



Pile Foundation



Pile Cap

Contributed by Mr. Kritchaiprasert Worapongwasu, who is the Project Supervisor.

*"The structure has been designed using PT slab at 8 metres by PT beam 19 metres span"*

**Joyful Songkran festival!**



Welcome to Thai New year or Songkran festival which is coming to alleviate the hottest month of the year.

Songkran is the traditional Thai New Year celebration since the past and known to foreigners as "water festival".

Songkran festival runs on 13-15 April of every year. It supposes to be the hottest month perfect wet holiday that everyone can enjoy.

At this time, People from rural areas who work in the city usually return home to celebrate the festival. Thus,



when the time comes, Bangkok temporarily turn into a deserted city.

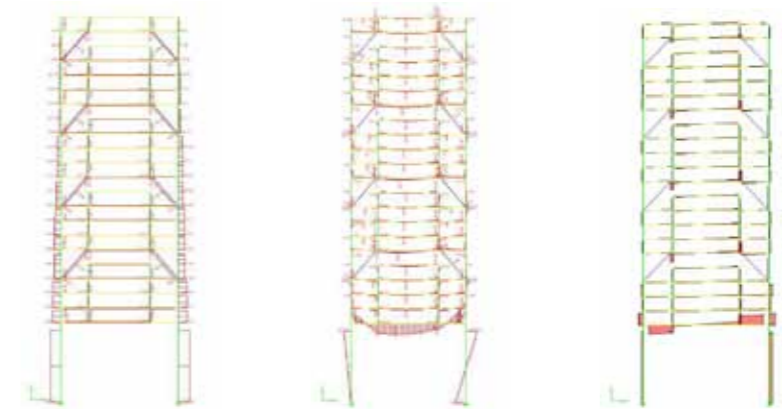
On Songkran festival, people enjoy to splash water on each other. Small Children delight with water guns and spraying anyone who comes in their path, no one is exempt! If you walk around Songkran festival in Thailand, you may think 'it is a free season to be kids again.' Songkran is still the most fun celebrate for people and visitors of all age.

"Happy Thai New Year" and enjoy Songkran festival.

Volume 2, Issue 1

**....Asia Centre Tower**

**Plane Frame Analysis**



Axial Force Gravity + PT + Wind

Moment Gravity + PT + Wind

Shear Gravity + PT + Wind

**Professional Team Work**

The building has been designed by a well know struc-

tural firm SAI under supervision by Mr.Robert Holmes. The structural design is taken care by Innovative Engineering Consultants Ltd. (an ef-

filiate of PBL Group Ltd.) and the construction is done by a first class contractor Thai Obayashi Corp., Ltd.

Contributed by Mr.Prapat Boonluoloh who is CEO and Managing Director of PBL Group Ltd. Principal in Charge of Structural Design.

**Qatar: The Pearl of Arabian Sea**



Pearl of the Gulf in Doha, Qatar

meeting these developmental needs.

The atmosphere of the Riviera within the warm water of the Arabian Gulf. A rediscovered island off coast

of one of the world's most rapidly expanding economies. An investment in a place of outstanding beauty and cosmopolitan charm. This is the Pearl-Qatar, an island which will redefine an entire nation; a destination of qualities that are unique in the region

**Medina Centrale**

Madina Centrale is part of

the mega pearl project, started at mid of year 2006, before Harmad Medical center to Asian Game end. Medina Centrale Contact was award to Power Line of Qatar, to start up the project on July, 2007 and contact will complete in January, 2010.

The total of post tensioning area is 247,335.90 sq.metres. The area was been divided to 4 phases.

Phase A has 2 zone as building B1, B1A, B1B and B2, B2A, B2B, B2C which residential building 1 and 2 has 7 floors level, parking building B1B and B2B has 4 floors level.

*"The atmosphere of the Riviera within the warm water of the Arabian Gulf... Medina Centrale is part of the mega project with the total of Post-tensioning area is 247,335.90 sq.m."*

**PBL GROUP NEWSLETTER**

**Siam Digital Gateway**

*"The roof will be a free from shape looking like waves and will be made of glass aluminum sections and canvas. It will be designed as a double glazing roof allowing wind to pass through so that energy saving can be gained."*

book computers, digital camera, digital video camera, audio visual equipment including cyber café shop offering coffee-tea service with reset area for customers.

The third floor will be the entrance/exit connecting to BTS sky trains and will

be center for small hand-carried items such as MP3, MP4, PPA Gadget, miscellaneous items for gift shop and the shops that offer digital and IT communication appliances and items. Cyber cafe will be arranged for meeting points.



Typical PT tendon for 3<sup>rd</sup> floor and other floor

The fourth floor will be activity area for social recreation, education development, concert and restaurants including garden area to provide shoppers aesthetic environment.

Chulalongkorn University who is the owner of the property decided to award the concession to Tippaya Patana Arcade winning over the other property developing groups such as Maboonkrong Group, Siam Center Group, Centerpoint Group.

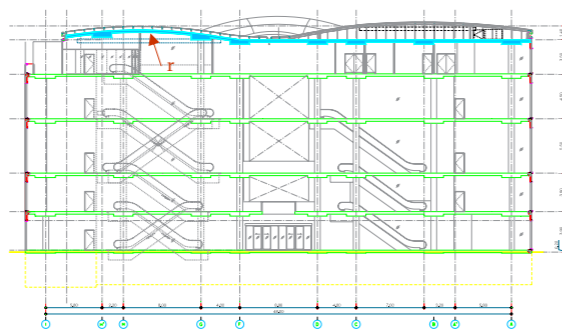
The proposal won the owner decision as they offer long term return and architectural aspect of the building. The roof will be a free from shape looking like waves and will be made of glass aluminum sections and canvas. The roof will be designed as a double glazing roof allowing wind to pass through so that energy saving can be gained.



PT tendon under installation at roof floor

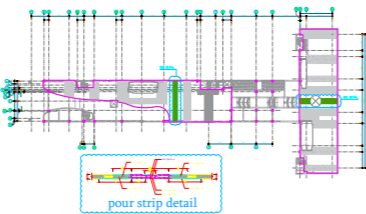
**Structural Design Feature**

In order for the architect to obtain the curved ceiling the roof slab structure has been raised up to a curved profile with radius,  $r = 50$  m at its center and the profiles of the tendons were designed in such a way that the bottom surface of curved slab 220 mm thick acted like a horizontal plain.



Raised curved slab between grid line F-I

Contributed by: Mr. Patibhan Ariyadej, Project Director of PBL Group Ltd.  
: Mr. Gumpot Moungsopha, Design Engineer of PBL Group Ltd.



Floor framing showing pour strip

The post-tensioning slab thickness was 220 mm max. span length of 11.1 m x 8 m in x-y direction. The band beams were 400 mm x 3.5 m x 12.5 m for supporting the span using multi-strand flat duct bonded system.

The pour strips had been provided since the slab was very long. The pour strips facilitated both construction cycle (efficient use of scaffoldings and bottom formwork rotation including moderate quantity of concrete per pour) and tensioning of the PT tendons.

**Project Team Work:**

The post-tensioning work and design verification have been done by PBL Group Ltd. and the construction has been carried out by Ritta Co.Ltd, the main contractor under supervision of the consultant Hassell Consultant.

**PBL GROUP NEWSLETTER**



WE STRENGTHEN YOUR STRUCTURES

Volume 3, Issue 2

April 2009

**Message from the Editor**

Dear Readers,

In this issue of PBL Group Newsletter, we will be presenting some interesting projects in Thailand and overseas as usual.

We will start off with Siam Digital Gateway, the new development in the prime area of Siam Square. This development will replace the former famous "Center Point" Shopping area in Siam Square.

Next will be Aguston luxury condominiums locating in the middle of Sukhumvit 22. The condominium was planned to offer 21,151

sq.m of residential space designed according to an "exotic Spanish contemporary living" concept. The project worth of 2 billion baht.

Another project is Crystal Design Center (CDC). CDC is the most comprehensive and integrated Design Center in Asia showcasing architectural, interior, decorating and construction products. It is the only one-stop shopping district for customers, designers, architects, project owners, importers and exporters in sourcing new and innovative mate-

rials, keeping up-to-date on new design trends.

Then, going beyond Thailand for updating on the progress of big project, Medina Centrale the Pearl which is the "town center" of the Pearl, offering a very different residential, shopping, etc. compared to other precincts.

Back to Thailand for visiting two new resort projects in Phuket Island, Phuvaree Resort at Patong Beach and Kamala Resort at Kamala Beach.

Joy,  
Editor

**Siam Digital Gateway**



Perspective look of Siam Digital Gateway after completion

*"The new development in 1,856 sq.m prime area of Siam will replace the former famous "Center Point" shopping area in Siam Square."*

The new development in the 1,856 square meter prime area of Siam Square has been awarded to Tippaya Patana Arcade Co.,

Ltd., a company in the TCC group. This development will replace the former famous "Center Point" shopping area in Siam

Square and the 6 storey T-shape building will be constructed to accommodate the following activities.

The first floor will accommodate fun areas, convention hall for marketing promotion, hardware and software for games, graphics and animations including superb items from renowned suppliers.

The second floor will be the center for portable IT equipment such as note-

**Look out for the upcoming publication**

- LATEST PT DESIGN TECHNOLOGIES
- SEMINARS AND WORK SHOPS
- STATE-OF-THE-ART DESIGNS
- UPDATES AND FOLLOW-UPS FROM THIS ISSUE
- PBL SOCIAL EVENTS

**Inside this issue:**

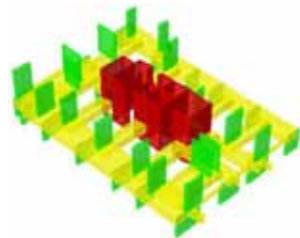
SIAM DIGITAL GATEWAY	1
AGUSTON TOWER	3
CRYSTAL DESIGN CENTER	4
MEDINA CENTRALE THE PEARL, QATAR	6
PROJECTS IN PHUKET ISLAND, THAILAND	7

Continued on Page 2

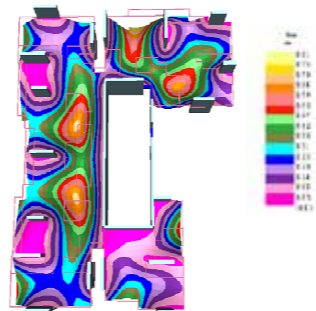
**PBL GROUP NEWSLETTER**

**Aguston Tower**

However, the lateral movement of the building has been increased then stiffness of the building had to be increased in the direction parallel to direction of building movement. The construction cost saving has been obtained to a satisfied amount.



Transfer beam system at 7<sup>th</sup> floor



Slab deformation contour by FEM analysis for tower B



Wind drift of 3-D analysis result

**Project Team Work**

Aguston project has been completed under supervision and monitoring by the following team work:

The architectural function was designed by Palmer & Turner (Thailand) Ltd. while PBL Group Ltd. took care of post-tensioning system and structural design. The construction was carried out by Syntec Construction Public Company under supervision of the Consultant Engineer Project Alliance Co. Ltd.



Construction of both tower A & B in progress

Contributed by: Mr.Patibhan Ariyadej, Project Director of PBL Group Ltd.  
: Mr.Jettasik Wattanasink, Design Engineer of PBL Group Ltd.

**Structural Analysis**

Post-tensioning slab for serviceability and strength is analyzed and designed by using FEM analysis.

ETAB software program was used for analyzing 3-dimension structure. The results of analysis included drift due to wind/earthquake and the result of the dynamic analysis were verified as well.

**Crystal Design Center**

The most comprehensive empire of decorative design, architectural products and knowledge center in a 70 rai property area intended for the total investment of 5 billion Baht by K.E. Land Co., Ltd., Thailand's leading luxurious real estate developer is now under finishing stage. The structural part of construction has already been finished. The

*"Crystal Design Center is the most comprehensive empire of decorative design, architectural products and knowledge center in a 70-rai life style district setting."*

whole complex for the first phase comprised 5 buildings namely buildings A, B, C, D and E at present.

Each building was only 3 storey high with modern style design in column pattern position and post-tensioning was chosen as structural system for the building slabs. The total area of building altogether was 21,760 m<sup>2</sup> and the build-



Post tensioning tendons installation ready for inspection prior to concreting

ing was constructed using PBL post-tensioning system. The slab thickness

**Volume 3, Issue2**

**Aguston Tower**

*"the 2 billion Baht Aguston project will offer 21,151 sq.m. of residential space designed according to an "exotic Spanish contemporary living" concept."*



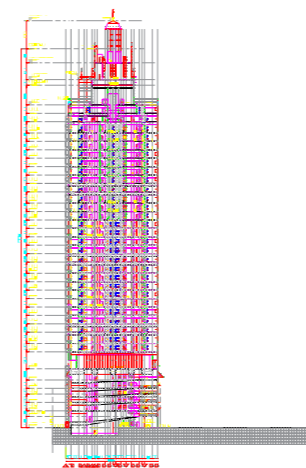
Aguston Tower

Major Development's latest milestone high-end condominium conveniently located in the heart of Bangkok's number one prime residential district Sukhumvit area with only a few minutes from the Emporium Shopping Center and the Phrom Phong BTS Sky Train Station.

Amid the many condominiums being offered in Bangkok's high-competition Sukhumvit area the "Aguston Sukhumvit 22", a new Baht 2,000 million worth high-rise residence comprising two towers, the 24-storey Tower A and 35-storey Tower B, totaling 269 units on over 3 rai area, has been created on "Exotic Spanish Contemporary Living" concept.



Post tensioning system under construction



Tower B Building cross section of Aguston Project

**Structural Feature**

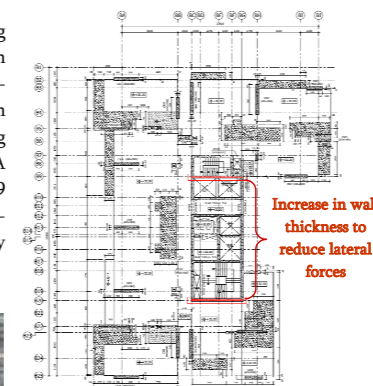
PBL multi-strand flat duct bonded tendon system was used for the building including car park. The PT slab thickness is 250 mm and typical span is 7.60 m x 8.10 m.



PT tendon installation at site

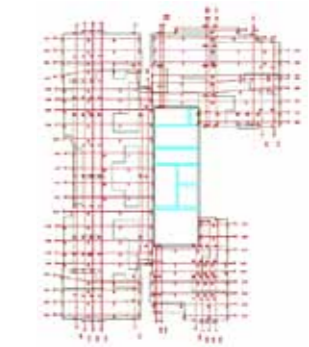
**Value Engineering & Transfer Beam**

PBL Group was requested to do value engineering for the buildings by the project owner, Major Development Group. Through study of original structural design, we have proposed



Framing plan showing the increased wall thickness

to increase the core wall from 250 to 275 mm thus, increasing the core stiffness. At the same time the slab thickness has been reduced from 250 mm to 230 mm leading to building weight reduction of 5% and also reducing both ordinary steel reinforcement and post-tensioning reinforcement as a sequence. The weight reduction lead to reduction of load acting on column, footings and transfer beam system at 7<sup>th</sup> floor.



Tendon layout for building B

**PBL GROUP NEWSLETTER**

**Medina Centrale at the Pearl, Qatar**

In PBL Newsletter-Volume2, Issue1, (April 2008) we have introduced you one of the largest PT contract, Medina Centrale Project at the Pearl, Doha, Qatar. As its name suggests, Medina Centrale is the "town center" of the Pearl-Qatar, offering a very different residential, shopping, multi-screen cinema exclusive yacht club, spa, and full range of community services compared to other precincts. Essentially a low-rise development based around a town square and adjacent streets, it will feature numerous parks and open spaces, all of which will link and serve nearby residential areas and make for both a lively environment and a place for celebrations.

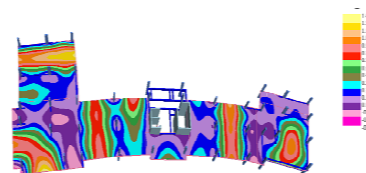
*"Medina Centrale is the 'town center' of the Pearl-Qatar, offering a very different residential, shopping, multi-screen cinema exclusive yacht club, spa, and full range of community services compared to other precincts."*

**Fast Track Design & Drawing Production**

Our PT design is centrally performed and professionally verified at PBL head office in Bangkok. The works are well scheduled and assigned to three chief design engineers with support from more than six junior engineers and a team of draftsmen. Following ACI 318-02 and with support from ADAPT Builder software, our engineers utilize

their expertise in tendon layout optimization, verification of design calculation, and even utilizing the software to generate PT shop drawing plans and profiles automatically.

Finally, all the approved shop drawings are sent to PBL Bangkok for record. It is our pleasure to report that the PT designs have all been completed to date excepting only the last car park building which is still in progress.

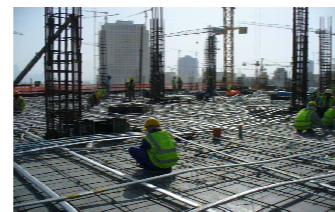


Slab deformation contour

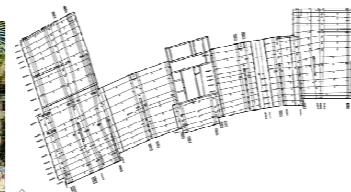
**Fast Track Construction Management**

For fast track project overseas, two major challenges are identified and elaborated as follows:

1. Logistics and Material Planning-It is important to note that there is no PT material supplier locally available in Qatar. All PT strands and accessories must be imported which usually takes over six weeks for delivery. More challengingly, we don't know in advance the needed quantities of each type of materials and accessories due to the design and build nature.



Tendon installation in progress 3<sup>rd</sup> floor 2<sup>nd</sup> part of building 1



Tendon plan



Refer to its construction phase, the project nature is design and build in which the structural work of over 240,000 square meter PT slab has to be designed and constructed within 12 months (August 2008-July 2009). The project requires up to 1,400 tons of PT strand for ten residential/retail buildings and seven spacious car park buildings. It is purpose of this article to present how PBL is being able to cope with this challenge.

The designs are then sent to ACS and DAR Consultants for approval. If there is any comment, PBL has organized another design and draft team to make rectification at the site. This has minimized time and effort in sending data back and forth between Bangkok and Qatar. In addition, it enables PBL to tailor shop drawings to meet requirements of Consultants, Main Contractor, and coordination with both architect and MEP engineers.

**Volume 3, Issue2**

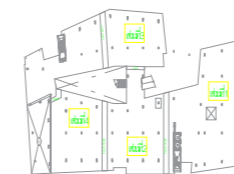
**Crystal Design Center**

is 250 mm with typical span 8 m x 8 m. The multi-strand flat duct bonded system with anchorage type SF505, SF405 and SF305 were used for the project.

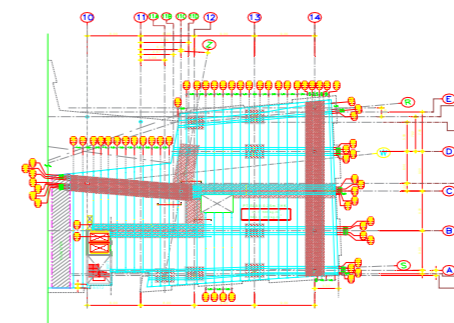


Scaffolding and formwork being set up for rebar and PT work

Sample of building key plan and tendon layout for Building B was chosen to represent these for building A, C, D and E.



Key plan for building B



Tendon layout for Building B

**Precast Wall Facade**

PBL Group was requested to engage in the design, supply and installation of precast walls for Building E. The area of precast wall altogether for this project was 3,800 m<sup>2</sup>.



Precast wall was installed into place during construction

1 type of precast panel had been produced for the project. The typical precast panel size was 1.20 m (w) x 4 m (h) x 100 mm (t) totaling approximately 417 panels were cast at PBL Group Factory in Pathumthani, Province situating 40 km away from PBL Group's head office. The steel plate

*"3 storey high of each building was designed in modern style using PBL post tensioning system for total area 21,760 sq.m and 3,800 sq.m for precast at Building E."*

fixing to the floor slabs and columns was carried out by EMC. The dimensions and finishing of the precast panels were controlled to the required specifications. Lifting of precast panel was done by overhead crane at factory and by tower crane at the job site.

**Project Team Work**

The Crystal Design Center was successfully executed under the team work as follow:

The PT design, installation, supply and precast were taken care by PBL Group Ltd. The construction for Building A to D was done by EMC, main contractor and for building E was done by EG Construction Ltd. The consultant was TESCO Co., Ltd.



Crystal Design Center after completion

Contributed by: Mr.Patibhan Ariyadej, Project Director of PBL Group Ltd.  
: Mr.Arthit Ortantikul, Design Engineer of PBL Group Ltd.



PBL Group Ltd.

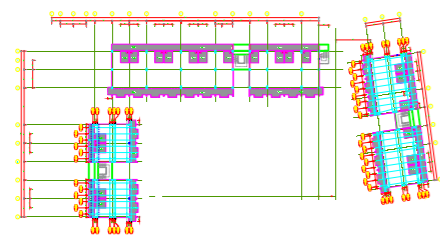
WE STRENGTHEN YOUR STRUCTURES

8/11 Soi Vibhavadi 44,  
Vibhavadi-Rangsit Road,  
Ladysao, Jatujak,  
Bangkok 10900, Thailand.  
Phone: (66) 2 562 0765-9  
(66) 2 941 1711-2  
Fax: (66) 2 562 0764  
E-mail: pblgroup@pbl-thailand.com

### Projects in Phuket Island, Thailand

#### Phuvaree, Patong Resort

The new resort development at Patong beach in Phuket island, the pearl of Andaman, owned by Bharadee Co., Ltd.



3<sup>rd</sup> floor strand laying of Phuvaree Resort



Phuvaree Resort under construction



Kamala Falls Resort under construction

was a 5 storey buildings the total area of which was 3,791 sq.m. N\_Develop Co., Ltd., the main contractor awarded PBL Group for the redesign and supply of post-tensioning system for the project.

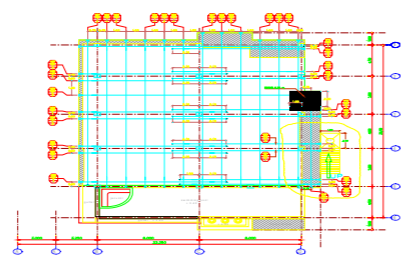
The resort building itself was initially designed as normal reinforced concrete with a typical span of 3.5 x 7 m. It was later decided to redesign the building using post-tensioning system with the span increase to 7 x 7 m in order to be on the advantage edge of post-tensioning system. As a result the following benefits are obtained.

- reduction of footing numbers and time for piling.
- reduction in number of columns thus saving the concrete, formwork and reinforcement.

- clear height of room is higher than the previous slab and beam system leading to comfortable when staying inside the room.
- saving of concrete, formwork and reinforcement as the structure become plain slab instead of slabs and beams.
- better and easier arrangement of utilities ducts and piping. Relocation of duct positions was more convenient.
- alteration of function was easier as the wall can be relocated to the new position in stead of situating on the beam.

#### Kamala Falls Resort at Kamala Beach

Even though the world economy seemed to slump down but the investment concerning tourism activity



2<sup>nd</sup> floor tendon layout of Kamala Falls Resort

Contributed by: Mr.Charlarmkiat Koewprasit, Project Manager of PBL Group Ltd.  
: Mr.Natichai Pattanon, Design Engineer of PBL Group Ltd.

kept going on in the tourist-attracted seaside resort of Phuket.

Kamala Falls Resort owned by Kamala Falls Co., Ltd. (Mr.Somwong Sman) has invested in the construction of a group of 6-2 story buildings. The upper floor of the building has swimming pool. The two floor plus roof with general typical span of 5 x 8 m were constructed using post-tensioning system. The area of each floor was 456 sq.m leading to the PT area of 1,368 sq.m for a building including roof floor. The structure of these buildings was primarily designed as RC structure but later on the contractor proposed the designer changed to PT through the advantage of fast construction, easier formwork for slabs, material saving and clear height reduction compared to previous slab and beam system.

### Volume 3, Issue2

#### Medina Centrale at the Pearl, Qatar

As a consequence, it is very critical to plan material requirement and its lead time thoroughly in order to ensure sufficiency of materials on site and avoid costly air freight on emergency cases. In this project, we import the strand and accessories from our trusted sources in Thailand, China, Malaysia, and United Arab Emirates.



Work progress under construction

2. Manpower and Supervision – According to immigration difficulties and high cost of living in Qatar, PBL has faced challenges in arranging adequate skilled manpower at peak requirement and minimizing overhead expenses in

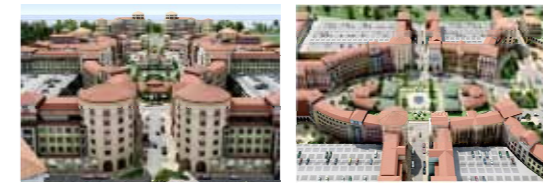
standby intervals. In order to cope with these challenges, PBL focuses on job training for local manpower from Nepal, India, and Bangladesh. Now, they become a great asset to our company who can carry out PT installation efficiently along with our qualified staff and headmen from Thailand.

#### Current PT Work Progress

During the first seven month (August 2008 - February

*“Following ACI 318-02 and with support from ADAPT Builder software, our engineers utilize their expertise in tendon layout optimization, verification of design calculation, generate PT shop drawing plans and profiles automatically.”*

2009), over 650 tons of strand has already been installed in six retail/residential buildings and four car parks. There are still over 750 tons to be completed and remaining challenges to be met up within the next five months. However, with our professional management procedure and qualified team of staff, we are very much confident that we will be able to satisfactorily deliver this project within time frame and up to specified quality.



Medina Centrale Complex

Contributed by: Dr. Ekharin Sriprasert, Contract Manager, PBL Group (Qatar Operations)

#### Projects in Phuket Island, Thailand



Phuket is Thailand's largest island, nestles in balmy Andaman Sea water on Thailand's Indian Ocean coastline 862 km South of Bangkok. Phuket is blessed with magnificent covers and bays, powdery, palm-fringed white beached, sparkling island-dotted seas, sincerely hospitable people, superb accommodations and seafood all of

which combine to create a delightful ambience for truly memorable holidays.

The most famous beaches are Patong, Nai Harn, Karon, Kata and Kamala Beach.

**Patong Beach**, the 3 km long beach still possesses beautiful white sand and clear water, which is now visibly clearer after tsunami. The deck chairs and umbrellas are now back in force, providing an ideal place to relax and soak up the sun with all the conveniences you could want nearby.

**Kamala Beach** is a Muslim fishing village north of Patong. The beach is beautiful and about 2 km in length. The atmosphere at Kamala is very relaxed and a very pleasant location for those looking for a quiet beach for sunning or taking a long lazy stroll along a mostly deserted beach. Kamala is the perfect place to get away from it all and has a little to offer in the way of entertainment for that do across the mountains to Patong.

PBL would like to present some projects in Patong Beach and Kamala Beach as follows:

## PBL GROUP NEWSLETTER

### Tandur Silo, India

*"Wall structure around the dozer entry is specially designed to take care of loads developed due to earthmoving equipment movement and internal pressures."*

#### Structural Features

Clinker storage silo of this plant was important structure of 31 m height and 40 m diameter with a wall thickness of 400 mm. The entire circular SILO was divided by 6 equally angled RIBS (A, B, C, D, E and F) at every 60 degree to locate the pre-stressing tendon live ends.

From +0.600 m level to +4.600 m level an opening of 4.500 m x 4.500 m provided for hydraulic excavators/dozer to enter the silo for handling the CLINKER.

Wall structure around the dozer entry was specially designed to take care of loads developed due to earthmoving equipment movement and internal pressures.



Silo view during slip forming construction

#### PT in the Project

As a part of designing the circular wall structure, the entire pre-stressing design was carried out by M/s Bhagwati and the requirement of PT anchorages and system was decided as follows.

From -0.650 to +0.600 level 1 tendon with PBL M705 system circularly terminated to odd and even numbered tendons (odd indicated A, C & E Ribs and even indicated B, D & F Ribs). Each normal pre-stressing cable consisted 2 semi circular segments (anchored into alternate stressing Ribs).



View of Rib D during stressing

#### Structural Design

All the tendons were designed to be PBL M705 system. All the tendons were stressed from both ends up to 75% of UTS of strands using multiple hydraulic jacks and the dozer entry short length tendons stressed from end.

PT Parameter:

PT strands 12.7 mm conforming was 14268 CL II

Sheathings : 50 mm ID suitable for M705 systems "DROSS BACH" type flexible equivalent rolled out of 0.3 mm thick bright metal strips.

- From +0.600 m to +3.955 level the tendons were spaced at every 230 mm.
- From +3.955 m to +8.205 m level the tendons were spaced at every 250 mm.

- From +8.205 m to +12.405 m level the tendons were spaced at every 300 mm.
- From 12.405 m to +14.505 m level the tendons were spaced at every 350 mm.
- From 14.505 m to +17.705 m level the tendons were spaced at every 400 mm.
- From 17.705 m to +20.705 m level the tendons were spaced at every 500 mm.
- From 20.705 m to +23.705 m level the tendons were spaced at every 600 mm.
- From 23.705 m to +25.305 m level the tendons were spaced at every 800 mm.
- From 25.305 and beyond the structure was done by RC.

During stressing tendon elongations have been checked and recorded.



View of Rib E during concreting

#### Construction Sequence:

- Installation: Tendons installed till the Dozer entry level initially and the wall was casted by conventional methods.
- Slip form installation: After casting of dozer level slip form for circular structure installed and parallel PT installation was done.

## PBL GROUP NEWSLETTER



WE STRENGTHEN YOUR STRUCTURES

Volume 3, Issue3

July 2009

### Message from the Editor

Dear Readers,

This issue 3 will highlight on the interesting projects in India and Cambodia. Also included in this issue is the new PBL anchorage design and development.

The first project we will take you to fly across Indian Ocean to South Asia Continent for visiting Tandur Village, Rangareddy district of Andhrapradesh near Hyderabad, India. M/s Gannon Dunkerly Ltd. was awarded to construct entire structure part and has awarded Tech9 Engineering, specialist PT agency to be responsible for the PT work for the tallest Silo.

Then, moving through Mekong River to the neighboring country of Thailand for highlighting the construction of the Swan Bridge in Phnom Penh, Cambodia. The bridge structure was architecturally designed to the swan shape by using stayed cables to carry the design load and using post tensioning system for the main box girder, ribbed beams and deck slabs. Now its structural part has been successfully completed.

In Thailand we would like to present the development of new anchorage

system with their test reports for SF205, 305, 405, 505, 605, 206, 306, 406 and 506. These new anchorages have compact sizes than the ones currently in use while efficiencies are better and saving in cost.

Finally, our senior staff and design engineers will report their activities in Phnom Penh during they visited the projects in Cambodia in the end of July upto the beginning of August.

Joy  
Editor

#### Look out for the upcoming publication

- LATEST PT DESIGN TECHNOLOGIES
- SEMINARS AND WORK SHOPS
- STATE-OF-THE-ART DESIGNS
- UPDATES AND FOLLOW-UPS FROM THIS ISSUE
- PBL SOCIAL EVENTS

### Tandur Silo, India

M/s Penna cement industries Limited a leading cement industry in Southern India, proposed to build a modern cement plant near Tandur Village, Rangareddy district of Andhrapradesh near Hyderabad having a capacity of 4,500 T.P.D.

*"M/s Penna cement industries Limited a leading cement industry in Southern India proposed to build a modern cement plant having a capacity 4,500 T.P.D., spread over a huge area of 70 hectares."*

M/s Penna cement Industries has awarded the con-

struction contract of cement plant to M/s Gannon Dunkerly Ltd. to construct entire structural part including clinker silo. M/s Gannon Dunkerly identified Tech9 Engineering as a specialist PT agency and decided to award the PT scope of works to Tech9 Engineering.

Designing of all structures including clinker silo was carried out by M/s Bhagwati designs Pvt Limited, a well known structural consultants in India.

The total plant spreaded over a huge area of 70 hectares including grinding units and chiller plants and a clinker silo. The project started on 15 January 2009 and finished on 15 June 2009.

#### Inside this issue:

TANDUR SILO, INDIA	1
THE SWAN BRIDGE, CAMBODIA	3
NEW COMPACT PBL SF ANCHORAGE	6
VISITING THE PROJECTS IN PHNOM PENH	8

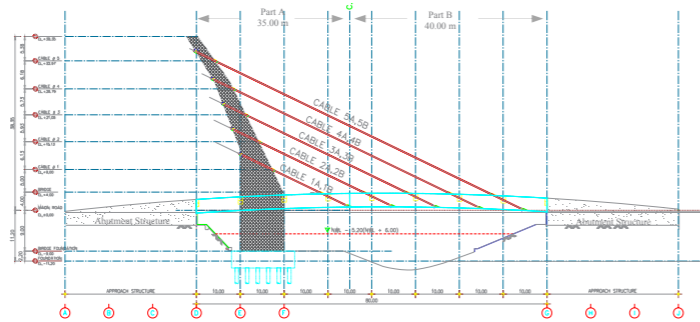
Continued on Page 2

## PBL GROUP NEWSLETTER

### The Swan Bridge, Cambodia

*"The most interesting aspect of the bridge was the sequence of construction and the way of the scaffoldings were set up."*

The bridge structure comprised footings, abutments, pylon, rib beams and deck slabs. The roadway width was 17.00 m. The total width including sidewalk was 21.00 m. The pylon footings rest on 32  $\phi$  0.80 m bored piles. Each abutment was 30 m long and the main box girder spanned over 80 m length with the pylon center locating at 15 m from one of the girder ends. As the 10 cables were attached to one side of the pylon it formed unbalance single-plane stayed cable. The pylon structure was 35.00 m high. The cross-section of the pylon varied from 2.00 x 10.00 m at the footing to 2.00 x 2.54 m at the top and the main girder section was 3.00 x 5.00 m (h x w) with 2-rectangular cells inside.



Bridge Geometry

means of mechanical vibrator. The work was done quite neatly so that concreting of the main beam, rib beams and deck slabs was possible even though these piles and lower parts of scaffoldings stayed underneath the water for months.



View of completed deck

In order to ensure the structure was not over-stressed during the construction, calculation checks were made for every step of the construction process.

#### Construction Sequence

The sequence of construction after abutment walls were completed and bottom and side formwork were prepared was as follows.

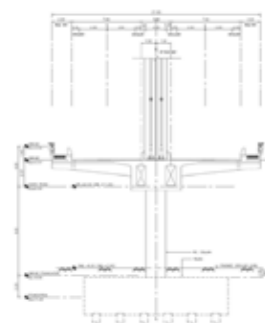
- Installation of rebars and PT Tendons according to the profile as designed then casting main box girder for part A

- Stressing/Grouting tendons for Part A
  - longitudinal ducts in webs
  - transverse and longitudinal ducts at top flange
  - grouting longitudinal ducts No. 9 & 10 in main box
  - grouting transverse and longitudinal ducts at top flange
- Installation of rebars and PT system in the pylon



PT tendon stressing

- Casting the pylon
- Installation of rebars and PT system for rib beams and deck slabs for Part A
- Casting rib beams and deck slabs for Part A then



Bridge cross section

The most interesting aspect of the bridge was the sequence of construction and the way the scaffoldings were set up. The concrete piles were laid horizontally in rows and used for supports of the scaffoldings. Underneath the concrete pile was the improved soil foundation in layers by

## Volume 3, Issue3

### Tandur Silo, India

- Slip forming: During slip forming day/night shift organized for continuous concrete programs. Every level PT tendon anchorages installed carefully and PT strands inserted.
- Curing: After completion of concrete, 28 days curing was allowed to the structure.
- Stressing: Stressing was carried out with multiple jacks from both ends of tendons.
- Grouting: Grouting of tendons was carried out as per standard with pressure grout pumps.



View of silo during final stage of stressing

#### Project Team Work:

The project was led by Mr. Padma Rao who is a senior supervisor of Tech9 Engineering supported by 4 foremen and PT workers of 25 each for shift.

PT installation was done on day/night shift basis to cope up with slip forming construction speed. Stressing was carried out with two sets of 200 ton jacks and power packs simultaneously

from both sides of ribs. The biggest challenge of the project was stressing at heights above 20 meters with strong winds over the entire plan area in mid summer. Safety of workmen involved climbing and lifting heavy jacks was a big task and the entire activity of stressing 246 tendons with 492 live ends was completed in just 20 days with real spirit of team work by Tech9 and the project works coordinated by PM of GDC Mr. Pandey and Mr. Kamalakar.

For HO, Operations Director Mr. BV Nagarajkumar took responsibility of complete coordination required for material planning, manpower deployment and equipment deployment. He closely monitored the project and visited frequently to tackle any construction issue during the project duration.

Thanks to the entire team of Penna cements and GDCL who rendered their cooperation during nights and days to complete to PT activities successfully.

Contributed by: Mr. BV Nagarajkumar, a Operation Director of Tech9 Engineering Solutions Pvt Ltd., India



PBL anchorage M705 after stressing

### The Swan Bridge, Cambodia

Coming closer towards the end of the Swan Bridge Project which was earlier reported in our newsletter volume 1 issue 4 published and distributed in December 2007 its structural part has now been completed.

It was the belief of Chinese in the past that the dragon and the swan symbolized the power, honour, and gracefulness that was why one of the bridges connecting Phnom Penh mainland to one of the islands in Mekong River being

*"It was the belief of Chinese in the past that the dragon and the swan symbolized the power, honour and gracefulness that was why one of the bridges in Phnom Penh was designed to the swan shape."*

under development by Canada Bank in Cambodia was architecturally designed to the swan shape. The bridge which situated not far from the House of Parliament was intended to serve the traffic for those residents living and doing business on the island while commuting to the main land and vice versa.

#### Structural Feature

The bridge structure was designed using stayed cables to

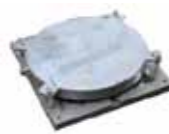
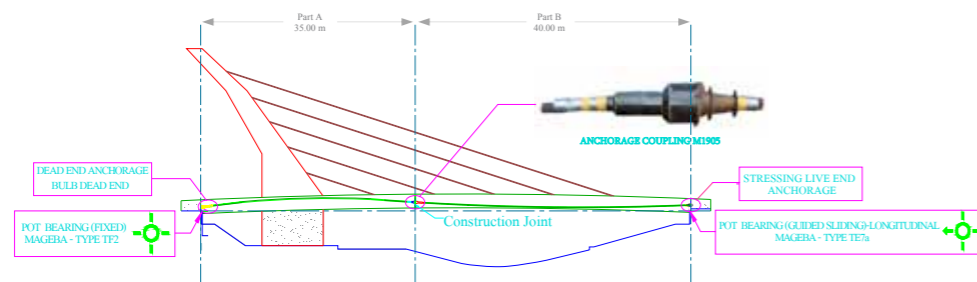
hold the live load of HS 20-44 truck load according to AASHTO standards and using post-tensioning system for the main box girder, ribbed beams, and deck slabs.

The bridge geometry was designed with a profile grade of 8.90% at one abutment end and declined down towards the middle of the bridge and finished at 8.16% at the other opposite abutment end. The bridge elevation was designed in such a way that the road surface was safely higher than the water level during the flood season.



PBL GROUP NEWSLETTER

The Swan Bridge, Cambodia



Pot bearing

Type & Size	Pot Bearing with Anchor Bolts		
	Vertical		Horizontal
	Loads (KN)		
	N <sub>Ed, max</sub>	N <sub>Ed, min</sub>	V <sub>Ed, max</sub>
TE 7a	11,207	2,536	1,422
TF 2	1,706	683	460



View of the Swan Bridge

Contributed by: Mr. Patibhan Ariyadej, Project Director of PBL Group Ltd.  
: Mr. Arthit Ortantikul, Design Engineer of PBL Group Ltd.

neer, Mr. Meng Chamroeun, and Construction Manager, Mr. Soeum Angkeareasey and by provision of the construction team and workers for PT work and monitoring of this project.

New Compact PBL SF Anchorage

Having been participating in PT field activity for our 20 years PBL Group Ltd. never stop innovation. In order to enhance post-tensioning application PBL Group Ltd. have come up with the design for new sets of anchorage plates and heads SF205, 305, 405, 505 and 605 for 0.5" strand series and SF206, 306, 406 and 506 for 0.6" strand series which will cover wide range of post-tensioning application in construction industry at present.

"In order to enhance post-tensioning application PBL Group Ltd. have come up with the design for the new sets of anchorage for 0.5" strand and 0.6" strand."

The new anchorages design resulted in stronger and more compact shape of anchorage which can serve force transfer function as well as the original design while the friction loss is less as a result of the new configuration.

Concrete test blocks were designed and cast according to the specification in BS4447 in order for the well recognized third party, Structural Engineering Laboratory, School of Engineering and Technology from the Asian

Institute of Technology (AIT), Thailand to come and to perform the test to determine the performance of these prestressing anchorages for post-tensioning construction according to BS4447:1973.



New Anchorage SF505

Volume 3, Issue 3

The Swan Bridge, Cambodia

"Now the final architectural parts are under construction. Once complete the swan head will be ready for installation to the pylon top structure."

- stressing tendons in rib beams 50%
- stressing deck slabs 50%
- stressing rib beams further up to 100%
- stressing deck slabs further up to 100%
- grouting tendons in rib beams and deck slabs Part A
- Installation of Pot Bearings at girder end adjacent to the abutment
- casting main box girder, part B
- Stressing longitudinal tendons in the main box girders and then longitudinal and transverse tendons at the girder top
- Installation of rebars and PT work in rib beams and deck slab, part B

- Grouting tendon No. 1 to 8 and No.11 to 18
- Grouting the same for part B
- Dismantling of temporary supports under only main box girder
- Erection of temporary supports for installation of stay cable 1A and 1B
- Installation and stressing cable 1A and 1B



Cable duct installation



Concreting of the top part of box beam

- Casting rib beam & deck slab, part B then
  - grouting rib beams and deck slab, part B
  - stressing rib beams 50%
  - stressing deck slab 50%
  - stressing rib beam further up to 100%
  - stressing deck slab further up to 100%



The swan head for installing to the top of the bridge pylon top

Now the final architectural parts are under construction. Once complete the swan head will be ready for installation to the pylon top structure.



Bridge pylon top for swan head installation

Application for PT System

As for the main girder, PBL anchorages type M1905 & 2206 have been used for longitudinal tendons, rib beams and stayed cable. The strands for these cables were galvanized PT strands and the anchorage couplers with PE trumpets were used for the extension of tendons from main box girder first cast of 35 m length (part A) to the second cast of 45 m length (part B). PBL anchorages type SF305, 405 and 505 were used for the deck slabs PT of this project.

Project Team Work

The construction of the Swan Bridge was successfully completed by the following professional team work.

PBL Group Ltd. have contributed for the structural design, PT material supply and supervision of the PT construction while Canadia Bank Ltd. engaged in the construction by arranging the Project Manager, Mr. Touch Samnang, Project Engi-



PBL Group Ltd.

WE STRENGTHEN YOUR STRUCTURES

8/11 Soi Vibhavadi 44,  
Vibhavadi-Rangsit Road,  
Ladysao, Jatujak,  
Bangkok 10900, Thailand.  
Phone: (66) 2 562 0765-9  
(66) 2 941 1711-2  
Fax: (66) 2 562 0764  
E-mail: pblgroup@pbl-thailand.com

### New Compact PBL SF Anchorage

With the successful design and test results, PBL Group's clients now can enjoy the new development which shall offer a better and more economic solution for post tensioning anchorage system and shall make saving for cost.

Contributed by: Asian Institute of Technology (AIT), Thailand

### Visiting the Projects in Phnom Penh

During the end of July and the beginning of August PBL Group assigned senior staff and design engineers to travel to Cambodia. The mission aimed at

- promoting customer relationship
- concluding the new PT projects.

Mr.Patibhan Ariyadej along with Mr.Nonpavit Vararatsameewong, Engineer Jettasik Wattanasing, Engineer Arhit Ortantikul have made their trips to visit project managers who in charged of the construction projects just substantially completed recently. The team have visited Mr.Chea Vuthy the project manager of OCIC 30-storey highrise building owned by Canadia Bank. The building is now at the final touch up stage and is expected to be inaugurated soon.

Then the team went to see Mr.Kakda who has been the project manager of Maekong Condo, 18 storey twin high-rise condominium buildings. Not only supervised and controlled the construction of these buildings but Mr.Kakda did the PT design for the buildings with PBL Group's advice.

The team also went to visit Mr.Touch Samnang, the project manager of the "Swan Bridge" project together with

Mr.Meng Chamroeun, the project engineer and Mr.Soeum Angkear-easey, the construction manager. They were quite happy about the outcome of the construction and agreed they have learned a lot from the PT construction. The project is also at the final stage as they are working on the architectural swan head. Once this is ready it will be installed up at the top of the pylon. With final painting and a little touch up the bridge will be totally completed.



Construction of RC ground floor and columns supporting PT 1st floor at LCC convention building

The team went to meet Dr.Kong Vannarith, a project director, and Mr.Darawan, project manager, for Phnom Penh LCC convention building owned by the government and LCC was awarded the contract for construction. Discussion was made on advantage of PT structure compared

to RC structure, methodology and sequence of construction preparatory work, various regulations concerning importation of PT materials to Cambodia, responsibility of each party and the final contract agreement was reached and signed by LCC and PBL Group.

The team moved on to meet Mr.Sok Thy, the project manager for Rose Condominium of 2-26 storey buildings and 2-27 story buildings belonging to Canadia Bank with the PT area total upto 40,000 sq.m. The team reported to the project manager of their preparatory work regarding the design, material procurement and delivery, and supervision intended to be executed for the project. One of the important points of PT work execution i.e. assignment of specific workers to do stressing and grouting in order to ensure smooth operation was emphasis during discussion.

The team ran short of time and could not meet the project managers of Happiness City and Toeuk Thla Plaza.

We hope with new activities coming up in the near future we can inform our readers more of what have been going on in Phnom Penh in our next issue.

### Volume 3, Issue3

### New Compact PBL SF Anchorage

#### Test Specification

In order to comply with this standard, single anchorages when tested with a tendon of a quality not lower than the lowest characteristic strength specified in BS2691 or BS3617 or BS4486 or BS4757 shall have the following minimum performance in at least 3 consecutive tests.

- The actual efficiency of the anchored tendon shall not be lower than 92%.
- The percentage elongation at maximum load shall not be less than 1.8%.



Test of load efficiency and of elongation of the anchored tendon

#### Preparation of Test Specimens

Strand according to BS3617 for either 0.5" or 0.6" series of suitable lengths for each type of anchors were cut and inserted into the duct and anchorage plates already cast and embedded in the test block for each type of anchorage. The two strand ends were held by each corresponding type of anchorage heads with proper compact wedges installed.

#### Test Procedure

The calibrated hydraulic jack and the "Power Team" hydraulic pump fitted with the "MANO" pressure gauge were used for giving test loads to the anchorage sets.



Setting the dial gauges to measure elongation of the wire strand

The dial gauge capable of reading to 0.01 mm were installed in order to measure strand elongation. The tests were conduct at ambient temperature. The test loads for each type were increased approximately from 25% to 50% to 75% and over 92% and the elongation were measured.



Tensile testing machine

#### Test Results

The performance of the specimens were judged against the following criteria specification BS4447:1973. There were no cracks or any damage found on test at all types of new compact anchorage sets and test box while the applied loads exceeded 92% of the strand ultimate load and strand elongations equal or exceeded 1.8% therefore AIT, Thailand have issued PBL Group Ltd. the certified test reports for the new compact anchorage sets.

The summary of tests for compact anchorages shown as the following table:

Anchorage Type	Test Block Size (mmxmmxmm)	Jack & Pump	Percentage of Capacity (%)	Tensile Load (ton)
SF205	450 (w) x 3,040 (L) x 350 (T)	Jack: J&A no. 2006-192 Pump: "Power Team" no. 334029 Pressure gauge: no.073953051	96	17.98
SF305	350 (w) x 3,040 (L) x 350 (T)	Jack: J&A no. 2006-192 Pump: "Power Team" no. 334029 Pressure gauge: no.073953051	96	17.98
SF405	450 (w) x 3,040 (L) x 400 (T)	Jack: J&A no. 2006-192 Pump: "Power Team" no. 334029 Pressure gauge: no.073953051	96	17.98
SF505	500 (w) x 3,040 (L) x 400 (T)	Jack: J&A no. 2006-192 Pump: "Power Team" no. 334029 Pressure gauge: no.073953051	96	17.98
SF605	500 (w) x 3,000 (L) x 400 (T)	Jack: J&A no. 2006-192 Pump: "Power Team" no. 334029 Pressure gauge: no.073953051	96	17.98
SF206	450 (w) x 3,040 (L) x 350 (T)	Jack: J&A no. V240103 (042) Pump: "Power Team" no. 34033 (042) Pressure gauge: no.073953051	95	25.66
SF306	450 (w) x 3,040 (L) x 410 (T)	Jack: J&A no. V240103 (042) Pump: "Power Team" no. 34033 (042) Pressure gauge: no.073953051	95	25.66
SF406	500 (w) x 3,040 (L) x 400 (T)	Jack: J&A no. V240103 (042) Pump: "Power Team" no. 34033 (042) Pressure gauge: no.073953051	95	25.66
SF506	500 (w) x 3,000 (L) x 400 (T)	Jack: J&A no. V240103 (042) Pump: "Power Team" no. 34033 (042) Pressure gauge: no.073953051	95	25.66

**PBL GROUP NEWSLETTER**

**120 Ton Capacity Ground Anchors 205 no's for Diaphragm Wall**



Location of Ground Anchors Around Periphery of Diaphragm Wall

Tech9 Engineering Solutions (an association of PBL Group in India) has been awarded the above project for the follow scope:

Design, drilling of holes, inserting casing pipes for loose soil section, fabrication of Ground Anchors as per PBL specifications, homing, grouting and stressing of Ground Anchors.

**Design:** 120 tons capacity ground anchors are designed as per BS 8081-1989, the same anchors are proposed in two options. The first one is PBL MF1205 system and the second one is PBL MF706 system. Necessary design calculation submitted along with method statement to client for approval for the acceptance criteria of consultant/client.

**Drilling:** Drilling at an angle of 30 degree carried out with conventional rigs. A total 3 rigs mobilized for continuous drilling. 150 mm dia hole drilled for a depth of 30-31 metres until the hard rock depth of 11 metres achieved. For the free length/loose soil portion PVC casing pipes provided.

**Fabrication:** PBL MF706 system Ground Anchors fabricated at site with a fixed length of 11 metres and a free length coated with epoxy of 20 metres.



Ground Anchors after Fabrication

**Homing:** The assembled ground anchors homed into drilled holes manually.



Assembly of Ground Anchors

**Grouting:** After homing immediately grouting for fixed length portion is taken up.



Cleaning of Ground Anchors Free Length

**Stressing:** Tech9 indigenously developed 200 tons multiple jack for this project to suit PBL MF1205 system and PBL MF706 system. This jack is provided with a special wedge seating RAM.



Stressing of Ground Anchors



PBL MF706 Anchorage with Trumpet and Bearing Plate

**PBL GROUP NEWSLETTER**

20th anniversary



THE ART OF PRESTRESSING

Volume 2, Issue3

October 2008

**Message from the Editor**

Dear Readers,

In this publication we are please updating and highlighting the following projects.

First we will go to Chennai, which was known as Madras, the capital of Tamil Nadu, is the country's fourth largest city and is also called as the Gateway to South India for looking at the construction of a diaphragm wall surrounding the central building of the new Chennai mall complex.

From India we will move on to Dubai and visit the construction

being accomplished at the 80 storey residential high rise Sulafa Tower. The tower is a waterfront development which will boast sea views and cool sea breezes in a cosmopolitan and luxurious living environment.

Then we return to Thailand for an update on the progress of the Bang Phli-Suk Sawat expressway to the Burapha Withi expressway which is one of the basic infrastructure projects owned by the Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand

land with construction cost 1,169 million baht.

Also in the heart of Bangkok, the Le Monaco Elite European Residences which is a distinguish luxury condominium residences inspired by the elegance and grace architecture of the Le Monaco lifestyle.

And finally, some light and I hope enjoyable reading about our Loy Krathong Festival.

Joy,  
Editor

**120 Tons Capacity Ground Anchors 205 no's for Diaphragm Wall**



Chennai City, India

Chennai, formerly known as Madras is the capital of the great state Tamil Nadu and is one of the four metropolitan city in India. Chennai is located on the southeastern coast of India. The city is widely spread in about 180 square kilometres and is one of the major trade centres of India, being well linked by

road, rail and air to important cities besides being a sea port, it is also called as the "Gateway to South India".

Today, the city has gone through a tremendous change and is developing rapidly. There are a number of industries here such as automobile, technology, hardware manufacturing and healthcare industries. It is also the second largest exporter of Information Technology, after Bangalore.

DLF LAINGOROURKE Limited, a major builder in India proposes to construct city mall (a business center)

in Chennai - the southern metro city of India. The building requires excavation up to 16 meters below ground level for the construction of lower basements of the structures. Since the soil condition are loose. DLF proposes for a diaphragm wall around the periphery of the building by supporting the wall with 120 ton capacity Ground Anchors.

**Look out for the upcoming publication**

- LATEST PT DESIGN TECHNOLOGIES
- SEMINARS AND WORK SHOPS
- STATE-OF-THE-ART DESIGNS
- UPDATES AND FOLLOW-UPS FROM THIS ISSUE
- PBL SOCIAL EVENTS

**Inside this issue:**

- 120 TONS CAPACITY GROUND ANCHORS 250 NO'S FOR DIAPHRAGM WALL **1**
- SULAFI TOWER LUXURY RESIDENCES IN THE DUBAI MARINA, U.A.E. **3**
- THE CONNECTION OF BANG PHLI-SUK SAWAT EXPRESSWAY WITH BURAPHA WITHI EXPRESSWAY **4**
- LE MONACO, ELITE EUROPEAN RESIDENCES **7**
- LOY KRATHONG FESTIVAL **8**

Continued on Page 2

## PBL GROUP NEWSLETTER

### Sulafa Tower Luxury Residences....

Being the actual construction process, post tensioned slabs for the floors are used. One reason for opting to use post tensioning on the project is because it can reduce the load on the foundation and the thickness of the typical floors, which become a major consideration with a tower of this height. Post tensioning is also quite fast and reduces the amount of concrete. It is much faster than cast in situ when using post tensioning, scaffolding can be eliminated because it fixes very quickly. It works out more competitive and saves more time.

#### Professional Team Work

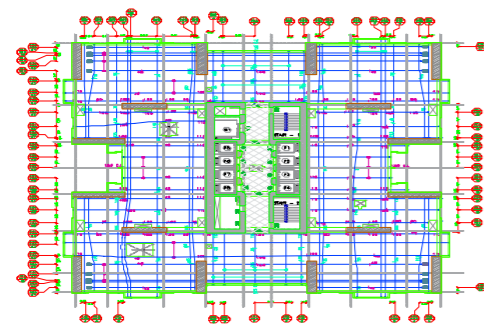
*"One reason for opting to use post tensioning on the project is because it can reduce the load on the foundation and the thickness of the typical floor...."*

TAV Gulf, part of Turkey's TAV construction giant, is the main contractor on the 136 million USD project. Middle East Foundations is carrying out the shoring and piling, National Engineering Bureau (NEB) is the consultant, Saifco is doing the MEP works and Hitachi will be providing the 10 elevators for the building. The client for the project is Dubai-based AlSaiyiah Investment.

Emirates Post Tension L.L.C., (an affiliate of PBL Group Ltd. in U.A.E.) which has been established in the

year of 2002 by the founder of expertise in Post Tensioning System in the field of pre-stressed concrete and related construction technologies, Mr.Prapat Boonlualoah, CEO & Managing Director of PBL Group Ltd., and Engineer Amr Ali El Fadil, the Regional Operation Manager in U.A.E., takes the contract of design and execution of all post tension slab using PBL multi-strand flat duct post tension system.

Despite being in the early stages, Sulafa Tower is billed as one of the tallest towers in Dubai Marina. However, given the frenetic pace of construction activity across the emirate, it is surely not an accolade this tower can lay claim to for long.



Typical Floor Strand Layout



Laying of Post Tensioning Tendons at Sulafa Tower

Contributed by: Engineer Amr Ali El Fadil, who is the Regional Operation Manager of Emirates Post Tension L.L.C.,

### The Connection of Bang Phli - Suk Sawat Expressway with Burapha Withi Expressway

One of the basic infrastructure projects owned by the Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand being under construction at present was the interchange that connected the Outer Ring Road at Bang Phli-Suksawat portion in North-South direction as Bangna Traad Highway Km 8. Upon its completion the com-

*"The infrastructure project was started on September 10, 2007 and is expected to be completed in May 1, 2009 with 1,169 million baht for construction cost."*

muters can have more choices for enrouting the metropolitan from Bangkok outskirts on the east side of the city. The interchange would ease out the traffic and serve better communication around Suwannabumi International Airport as well.

PBL Group Ltd. was awarded the contract for the supply

and installation of Post tensioning system for construction of the portal concrete frames through the main contractor, Vichitbhan Construction Company Limited. The total construction project value of Vichitbhan Construction Company Limited is 1,169 million baht. The design was started on June 26, 2006 and completed within the contract period of 75 days, on September 8, 2006.

## Volume 2, Issue3

### 120 Ton Capacity Ground Anchors 205 no's for Diaphragm Wall

**Client:** M/s Simplex Infrastructure Limited.

**Owner:** M/s DLF Laingorourke Limited.

#### Team work:

1. Mr. Venkatachalam-site in charge with 3 supervisors and 25 workers engaged by tech9 for this project.

2. Mr. V.Shekar MD Tech9 and Mr. Nagarajkumar personally involves in all technical issues at site to ensure smooth progress at site.

Contributed by: Mr. B. V. Nagarajkumar who is a Operation Director of Tech9 Engineering, India

### Sulafa Tower Luxury Residences in the Dubai Marina, U.A.E.



Dubai Marina Development Zone



Sulafa Tower

Dubai Marina is a district in the heart of what has recently become known as "new Dubai", the city's rapid-placed business hub. When completed, this waterfront development will be the world's largest man-made marina. Currently, over 200 high-rise buildings are being on this 50,000,000 square foot area, some of which will be genuine world class skyscrapers.

In the centre of this amazing development, TAV Construction is constructing the Sulafa Tower, a 80 storey residential high-rise with a gorgeous view across the Arabian Gulf to the Palm Jumeirah Island. Offering the cool sea breeze and an upscale, cosmopolitan ambience and luxurious accommodations the Sulafa Tower will provide a new life-style.

It all began the signing of a design and construction agreement on January 30, 2006 between TAV Construction and the respected Mohammed Abdullah Mouhammed Al Sanyah and the Tower is expected to be completed by March 2009.

In addition to ground floor, the skyscraper will have four floors underground, four floors for parking and 70-storeyed for residential use, the latter including two penthouses and one floor for a health club. The total build-up area will be 133,000 square metres, of which 26,000 square metres will be for parking. The lump sum turn-key basis agreement includes civil structural, architectural, piling, shoring, dewatering, structural, finishing, MEP and aluminum works as well as testing and commissioning.

After completed, the 285-metre Sulafa Tower will stand tall like a palm tree in an oasis, reaching the sky and bringing rest and refreshment to those it shelters.

#### Construction process

The total number of piles used for the foundations is 275, with 175 finished to date. Three piling rigs are being used to drive the piles down into the ground to four different depths: 26m, 31m, 39m and 44m, the steel fixers bend rebar into shape to form one of the 275 piles being used for the project.

Three pile diameters are being used: 90 cm, and 120 cm diameters, which are all now completed and 150 cm diameter piles, of which 110 are being used.

*"Sulafa Tower, a 80 storey residential high-rise with a gorgeous view across the Arabian Gulf to the Palm Jumeirah"*

Sulafa Tower will comprise four basements, a ground floor, four podium floors and then 70 typical floors, adding up to a total of 79 stories comprising 724 residential units. The height of the building means that the piling needs to be deep, which calls for deep excavation works.

One of the biggest challenges the team has face so far with the piling is the type of soil on the plot. It is black cotton soil which is very fine and loose so it is difficult to put a load on it and have to do compaction after piling and then excavate down again to a depth of 16 m.

The footprint for this residential tower is approximately 11,484 square metres with a total built up area of around 133,000 square metres. When construction proper gets underway in a few months' time, Sulafa Tower will be looking at using around 82,000 cubic metres of concrete and 16,000 tons of steel.

PBL GROUP NEWSLETTER

The Connection of Bang Phli-Suk Sawat Expressway with Burapha Withi Expressway

The frame was designed in such a way that it rests directly on the portal frame concrete beam to be cast, by means of diameter 25 mm 5-bolts 700 mm long embedded in the concrete beam prior to concrete casting. The frame had the steel travelling beam on it so that it could move the approx. 400 kg tensioning jack back and forth, left and right while the jack would move up and down through the chain hoist attached to the steel travelling beam. This would help adjust the position of the jack nose properly to the location of the various anchorage plates.

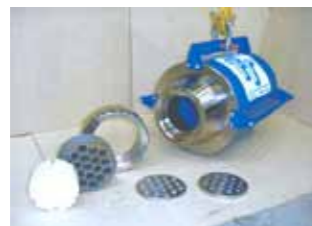
opment Co., Ltd. under Mahanakorn Technology University. Stressing of the tendons would be done preliminarily at 20% of required tensioning force.

The reference mark would be made and then tensioning up to the 100% required tensioning force. The elongation measured would be adjusted with a factor 1.25 in order to determine the actual elongation. This value would be compared to the design elongation and the tolerance allowed. Once this was approved by the engineer the normal grouting process would be proceeded.

PBL Group were proud of another application of post tensioning system for the civil work.



Mr. Patibhan Ariyadej, the Project Director of PBL Group Ltd., is inspecting PT work at job site.

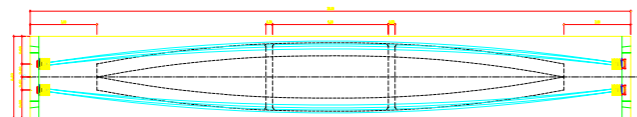


Stressing Jack 450 Ton

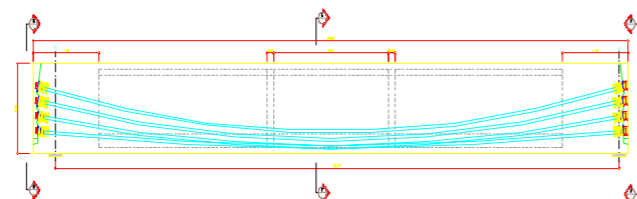
This type of jack would comprise the necessary accessories namely wedge plate, strand guide, stressing head, stressing wedges, stressing plate and bolts. The pump and jack were calibrated against load cell "TML" model CLC-3MNA code ALK03003 with data acquisition/switch unit "Agilent" model 34970A code MY 41002824 from Technology Research and Development Co., Ltd.



Portal Frame under Construction



Horizontal Profile of Cross Beam



Vertical Profile of Cross Beam



Steel Frame Support the Construction Portal Frame

Contributed by: Mr. Patibhan Ariyadej, who is currently the Project Director of PBL Group Ltd.

Volume 2, Issue3

The Connection of Bang Phli - Suk Sawat Expressway with Burapha Withi Expressway



The construction of project was started on September 10, 2007 and was expected to be completed in May 1, 2009.

The project has been conducted under the supervision and monitoring of the Epsilon Company Limited, a well known and professional engineer company with expertise in civil engineering and infrastructure construction supervision in Thailand.

The interchange structure comprises the elevated ramps and at grade road for 4,726 m and 3 toll gates. The structure that supported the elevated toll way was designed as portal frames spanning across the Bangna-Traad Highway for both the in-bound and out-bound directions. The frame spans ranged from 26.0 m to 32.5 m. The beam parts of the frame rest on the 1.80x3.00 m columns which were around 12-13 m high and the beam cross section was 2.5 m by 3.0 m.

PBL anchorages type M1906 and 2206 were used for approximately 80 tons of 0.6" low relaxation 7 wire PC strand. The tendon

"Since the two beams of the portal frame situated close together with only a gap of 0.4 m between them so the tensioning of tendon could be done only from one end for each beam."

profile was designed in both horizontal and vertical planes. Since the two beams of the portal frame situated close together with only a gap of 0.4 m between them so the tensioning of tendon could be done only from one end for each beam.

Two types of dead end anchorage would be used for the project. One type was the normal live anchorage plate which would be arranged in such a way that they became dead end anchorage. In order to modify this the spring, cap, cross bar and nuts were necessary to be set up as shown in the photo below.



Assembly Dead End Anchorage



Stressing Jack Supporting Frame with Suspension Working Platform for Stressing Operation (show above)

This was to prevent the slipping action of the strand. The other type would be onion dead end formed up by means of 0.6" onion dead end jack at site. It should be noted that these dead ends should be arranged so that the stress concentration spread out for a certain area in order to prevent concrete damage while the strand under stress.

PBL's 450 and 500 ton Jacks were to be used in tensioning of these tendons. The frame for hoisting of the jacks were to be set up on the temporary support structure in order to facilitate setting up and tensioning of the jacks otherwise the 35 ton crane would be used for the purpose.



PBL Group Ltd.

THE ART OF PRESTRESSING

8/11 Soi Vibhavadi 44,  
Vibhavadi-Rangsit Road,  
Ladysao, Jatujak,  
Bangkok 10900, Thailand.  
Phone: (66) 2 562 0765-9  
(66) 2 941 1711-2  
Fax: (66) 2 562 0764  
E-mail: pblgroup@pbl-thailand.com

**Le Monaco, Elite European Residences**

The slip form panels, after every concrete pour, must be cleaned and highly oiled, this means the top 0.500 to 0.600 of the 1.067 mm panel. Friction

that to have good external finished corners, the external corner panels must be kept clean during the concrete pour using a rebar to keep the corners clean. PBL supplied the 1.067 x 0.600 panels, the 100 x 45 mm waters cut to length, the "B" and "C" type yoke system, the bracing, and trusses required.

The cantilevered deck frames along with the hanging scaffold brackets (external) and all slings for the internal hanging decking were also supplied by PBL while the contractor would supply bearers, joists and plywood decking along with all hand-rails which was what happened at Le Monaco.

To set up either the "B" type or the "C" type system, the crane is not required.

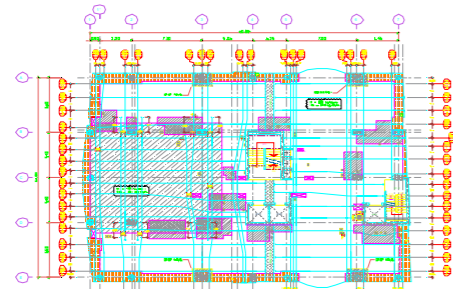
All items can be man handled and the on site crane should only become involved once the casting of concrete begins on the slip form.



Completed PT Slab

Any slip form, to floor, slab connections can easily be installed. This is normally done on what is the slip form set up day or at the end of a pour provided the surveyor has given the next floor slab height and has marked it out "properly".

*Contributed by: Mr. John Altree, who is currently the Senior Slip Form Supervisor of PBL Group Ltd.*



Typical Floor Strand Layout

and the light oiling help clean the bottom 0.400 to 0.500 of the panel over time. It was also expressed

**Loy Krathong Festival**



In November some may wonder what is going on in Thailand when seeing travel magazine ads, posters at your hotel of Thai girls dressing in traditional Thai clothing with a beautiful floating object. That's sign indicating that Loy Krathong is on its way.

In Thai Loy means to float and Krathong means a circular floating object with decoration of banana leaves, flowers a candle and incense sticks. All these are related to Loy Krathong, an event which does not occur on the same date every year; instead it counts on the full moon night of the twelfth lunar month.

In this year 2008 it will be held on November 12, a romantic night. People look forward to going out, lighting the candles and joss-sticks, making a wish and launching their Krathongs together on canals, river or even small ponds to predict the romance future by the direction the Krathongs float.

Other overlook its origin yet focus on the purposes of the ritual: to pay respect to the Goddess of the water showing their gratitude on their plentiful use of water and ask for forgiveness in the ensuing pollution. Floating the beautiful Krathong away, which is the key activity in Loy Krathong, also refers to flying away misfortune and bad things in the past and asking for good luck in the future. Although it is not a national holiday, many activities other than floating Krathong, are conducted in this festival, such as, contests of Krathong-making and Noppamas beauty pageants, local games and performances and fireworks.

The end of the year is near, this festival is set up for the occasion. Have fun!

**Volume 2, Issue3**

**Le Monaco, Elite European Residences**



View of Le Monaco Building

**Post Tension System**

On the post tension structure, a total 11,880.12 m<sup>2</sup> area of 30 floors was constructed using PBL Post Tensioning System. The multi-strand flat duct system with anchorage type SF505, SF405 and SF305 was used for the total 43.75 tons of strand.

**Slip Form System**

These two main cores at the Le Monaco project were constructed by using the PBL slip form system. The PBL slip form system has a long and

proven history. Almost any concrete structure can be slip formed.

At the Le Monaco project PBL used both of their slip form systems, the "B" type yoke system and the "C" type yoke system.

The "B" type yoke system has been used on the smaller core while the "C" type system has been used on the larger core.

The elegance and grace of the Monaco lifestyle were the inspiration for the architecture and concept of Le Monaco Residences, a very distinguish luxury condominium project in the heart of Bangkok.

Le Monaco will always be uncrowded and complete privacy is assured as only 68 privileged homeowners will live in this exclusive choice of 80 to 200 square metres.

Le Monaco Residences are scheduled for completion in April 2009. In the meantime, the following has already been completed or will be completed in the very near future.

The structural system use is post tensioning slab and concrete frame with main core resisting lateral forces.

*"Le Monaco is its emphasis on innovation and care that enable to bring fine international standard buildings to the world's elite..."*



View of Slip Form Core

The main difference between the two is that the clearance for rebar from the work deck to the under side of the bottom head plates; the "B" type system has a clearance of approximately 600 mm and the "C" type has a clearance of approximately 800 mm.

PBL are the only Thai slip form company to use the "C" type yoke set up which has it's advantage on larger slip form projects, especially in the placing of the horizontal rebar, during the wall pour.



PT Tendons Installation

At the Le Monaco PBL supplied all of the slip form items for both cores, a long with a slip form technician to supervise the slip form workers in the initial set up.



Assembly of Slip Form Equipment

One of the most important issue, among many is that the slip form is set up with the correct taper, this greatly determines the type of wall finish the builder will end up with. At Le Monaco the desire of the builder was to have as near as possible a first class wall finish. PBL explained that this was only achievable by having two or three plaster's or concrete finisher's working on the external hanging scaffold lightly sponging down the wall as they become exposed beneath the slip form as it rises. It was also requested by PBL that to achieve a good wall finish the supply of concrete to the slip form must be of a consistent mix and that the delivery's must be at the required times without long delay.



Slip Form Construction with PT Slab under Installation

Each pour should be from floor to floor so that any visible joints are hidden by either the floor slab or the ceiling.

Post tensioning systems for building and  
Civil Engineering applications  
Rock and Ground anchor systems  
Precast Concrete systems and Engineering  
Construction engineering services and products  
Engineering Design and Consultants



MEMBER OF  
POST-TENSIONING  
INSTITUTE