

راهکارهای مقاوم سازی پل ها

مجموعه مقالات مصور



نویسنده:
ایمان الیاسیان

سازه ؟

زلزله ؟

آب ؟

خاک ؟

راه ؟

BidiB

BidiB

راهکارهای مقاوم سازی پل ها

مجموعه مقالات مصور

مؤلف:

ایمان الیاسیان

کارشناس ارشد سازه

ایبوک شماره ۴۹ از انتشارات مجازی ۸۰۸



www.Civil808.com

توجه:

این ایبوک (کتاب الکترونیکی) ویژه وبسایت ۸۰۸ ارسال شده است و از طریق وبسایت ۸۰۸ منتشر شده است و تمام حقوق مربوط به نشر این جزوه بر عهده مؤلف و ناشر این مجموعه میباشد

پیشگفتار ناشر:

این ایبوک مجموعه ای از مقالاتی مرتبط پل ها است که با زحمت جناب مهندس ایمان الیاسیان گرد آوری شده و توسط ایشان برای وبسایت Civil808 ارسال شده است. از ویژگی های خوب این مقالات این است که عمدتاً موضوعات مطرح شده به صورت مصور هستند طوری که جنبه آموزشی آن را بیشتر نموده است. موضوعات مقالات مندرج در این ایبوک به ترتیب درج در ایبوک عبارت است از:

- بازرسی و بررسی آسیب پذیری پلهای بتنی و فلزی
- راهکارهای مقاوم سازی پل
- مقاوم سازی پل از طریق استهلاک انرژی
- اجزای نوسازی پل ها
- روشهای نوین در تعمیر و نگهداری پل
- مقاوم سازی لرزه ای پلها و حفاظت در برابر خوردگی
- روش اجرای پلها با تکیه بر مقاوم سازی
- مدیریت سیستم پل با تکیه بر پیش تنیدگی

مقدمه:

گروه آموزشی ۸۰۸ برای اولین بار اقدام به انتشار کتاب های تخصصی در مارکتینگ مجازی نموده است به نحویکه کتاب های تخصصی که حتی در دنیای چاپ فیزیکی هم تابحال نمونه های آن به چاپ نرسیده و در عین حال مخاطبان زیادی هم دارد را در غالب ایبوک منتشر نموده است که استقبال زیادی از این جزوات مقدماتی و پیشرفته شده است. کتاب های الکترونیکی تماما در غالب حرفه ای همراه با ویراستاری و صفحه آرایی حرفه ای منتشر می شود و حق مولف و ناشر از انتشار این کتاب از تبلیغاتی که درون این ایبوک ها منتشر می شود تامین خواهد شد دسته ای از ایبوک ها رایگان عرضه میشود و دسته ای دیگر که صورت پولی در فضای مجازی منتشر می شوند و همچنین درون دی وی دی های محصولات آموزشی ۸۰۸ عرضه می شوند.

برخی از مزایای انتشارات مجازی:

- مزیت انتشار کتاب های الکترونیکی نسبت به انتشار حقیقی کتاب ها
- گسترش فرهنگ کتابخوانی الکترونیکی میان مهندسان
- سهولت دسترسی به انواع کتاب ها
- و رایگان بودن تعداد نسبتا زیادی از کتاب ها و همچنین مجله!

در این شیوه آموزش مجازی راه تامین هزینه های ما و مولفان ما درج تبلیغات اسپانسر های طلایی سایت است، پس اگر به دنبال حمایت این شیوه نشر مجازی هستید می توانید با ما در تماس باشید

گروه آموزشی ۸۰۸

انتشارات مجازی

رایان سازه، پیشرو در تولید نرم افزارهای تخصصی عمران

سازه نگار

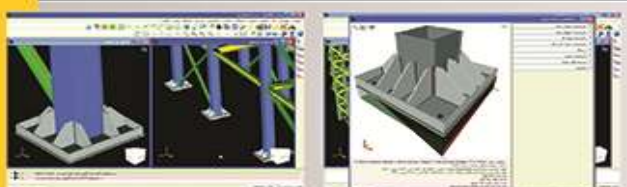
طراحی هوشمند اتصالات تیر به ستون :



محاسبه ماکزیمم واکنش تکیه گاهی بر اساس ضوابط لرزه ای آخرین ویرایش مبحث ده

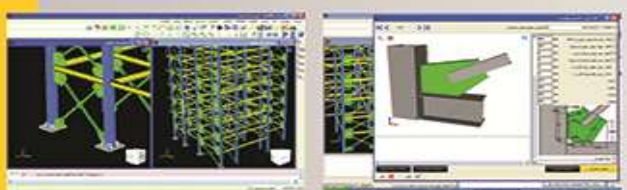
- محاسبه ماکزیمم واکنش تکیه گاهی بر اساس نتایج تحلیل ETABS و SAP2000
- طراحی اتوماتیک انواع مختلف اتصال خمشی و مفصلی
- نمایش هوشمند جزئیات کامل اتصالات در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

طراحی پیشرفته اتصالات صفحه ستون :



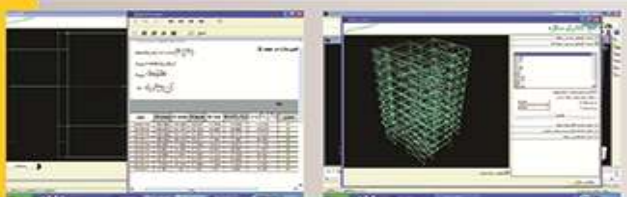
- محاسبه تنش زیر صفحه ستون از روش دقیق در خمش دو محوره و تک محوره
- امکان معرفی بولتها و سخت کننده ها در هر مختصات
- امکان طراحی صفحه ستون های کناری و گوشه
- نمایش جزئیات کامل صفحه ستون در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

طراحی هوشمند اتصالات مهاربند :



- طراحی اتصالات مهاربند بر اساس ضوابط لرزه ای آخرین ویرایش مبحث ده
- طراحی انواع مختلف اتصالات مهاربند اعم از همگرا یا واگرا ، با شکل پذیری معمولی یا ویژه
- طراحی اتصالات مهاربند بر اساس نتایج تحلیل یا ظرفیت مقطع یا نیروی کاربر
- نمایش هوشمند جزئیات کامل اتصالات مهاربند در محیط گرافیکی سازه سه بعدی
- ارائه دفترچه محاسبات با ذکر دقیق جزئیات محاسبات و فرمولها

کنترل سازه بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ :



- محاسبه شاخص پایداری
- کنترل بلند شدگی پای ستون (Uplift)
- کنترل تغییر مکان جانبی نسبی سازه
- کنترل نامنظمی در پلان سازه (Aj)
- ارائه فایل ورودی SAFE از نتایج تحلیل ETABS و SAP2000

ترسیم نقشه های سازه :



- ترسیم کل نقشه های سازه فلزی به همراه لیستوفر کامل پروژه
- ترسیم پلانهای تیرریزی ، نمای مهاربندها ، نمای ستونها و جزئیات کلیه اتصالات
- ترسیم نقشه شاپ کل قطعات اتصال تیر به ستون ، مهاربند و صفحه ستون
- ترسیم و ویرایش نقشه ها در محیط نرم افزار سازه نگار مستقل از AutoCAD با امکان ارسال خروجی با فرمت DWG

تهران - بزرگراه جلال آل احمد - غرب پل گیشا - شماره ۴۲ - طبقه دوم - صندوق پستی: ۴۳۸ - ۱۴۴۵۵
 تلفن: ۸۸۲۸۵۳۸۶ و ۸۸۲۷۸۳۰۶ و ۸۸۲۵۹۷۷۳ - فکس: ۸۸۲۵۶۵۲۰
www.rayansazeh.com support@rayansazeh.com





HARPAK SOFTWARE GROUP

گروه نرم افزاری

هارپاک

HARPAK SOFTWARE GROUP

بزرگترین مرکز ارائه دهنده
نرم افزارهای صنعت ساختمان و سوله

آبر سازه	آبر پی	عمراتیران	سازه ۹۰
سازه نگار	متد IT	سوله پرداز	سازه ۸۰۸
راهکار	ECD	تدبیر	CRM

آدرس: تهران، خیابان مطهری،
خیابان لارستان، پلاک ۶۴، واحد ۵
تلفن: ۴-۸۸۹۴۹۷۵۲، ۲-۸۸۹۳۰۵۹۰
۶۶۹۰۸۵۲۱، ۶۶۹۰۸۱۳۶، ۶۶۹۰۸۰۶۴

WWW.HARPAKCO.COM



www.tanbakoochi.com

گروه آموزشی تخصصی مهندسی زلزله تنباکوجی

۰۹۱۲ ۸۸۸ ۴۲۷۹

برگزار کننده دوره های آموزشی تخصصی مهندسی زلزله:

- تحلیل غیرخطی و بهسازی لرزه ای سازه ها در Sap2000 و Etabs
- طراحی و تحلیل غیرخطی میراگر و جداساز لرزه ای
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Perform
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Opensees
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Abaqus
- مدلسازی و تحلیل غیرخطی در نرم افزار Idarc
- طراحی دالهای پس کشیده
- تحلیل خطر و ریسک لرزه ای
- و ...

تخصص ما

طرح پیچیده ترین مطالب علمی با بیانی بسیار ساده است

تنباکوجی ، نامی آشنا در مهندسی زلزله

www.tanbakoochi.com

محصولات آموزشی عمران



لیست محصولات سازه ۸۰۸

۱-۱	پروژه های سازه ۸۰۸	۱-۱	پروژه های سازه ۸۰۸
۲-۱	سازه های بلند + سازه های پل	۱-۲	سازه های بلند + سازه های پل
۳-۱	اصول سازه های بتن	۲-۱	اصول سازه های بتن
۴-۱	سازه های فولاد	۳-۱	سازه های فولاد
۵-۱	سازه های فولاد + بتن	۴-۱	سازه های فولاد + بتن
۶-۱	سازه های فولاد + بتن	۵-۱	سازه های فولاد + بتن
۷-۱	سازه های فولاد + بتن	۶-۱	سازه های فولاد + بتن
۸-۱	سازه های فولاد + بتن	۷-۱	سازه های فولاد + بتن
۹-۱	سازه های فولاد + بتن	۸-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۰-۱	سازه های فولاد + بتن	۹-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۱-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۰-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۲-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۱-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۳-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۲-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۴-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۳-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۵-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۴-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۶-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۵-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۷-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۶-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۸-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۷-۱	سازه های فولاد + بتن
۱۹-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۸-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۰-۱	سازه های فولاد + بتن	۱۹-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۱-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۰-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۲-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۱-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۳-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۲-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۴-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۳-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۵-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۴-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۶-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۵-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۷-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۶-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۸-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۷-۱	سازه های فولاد + بتن
۲۹-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۸-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۰-۱	سازه های فولاد + بتن	۲۹-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۱-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۰-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۲-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۱-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۳-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۲-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۴-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۳-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۵-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۴-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۶-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۵-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۷-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۶-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۸-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۷-۱	سازه های فولاد + بتن
۳۹-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۸-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۰-۱	سازه های فولاد + بتن	۳۹-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۱-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۰-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۲-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۱-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۳-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۲-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۴-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۳-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۵-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۴-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۶-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۵-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۷-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۶-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۸-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۷-۱	سازه های فولاد + بتن
۴۹-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۸-۱	سازه های فولاد + بتن
۵۰-۱	سازه های فولاد + بتن	۴۹-۱	سازه های فولاد + بتن



محصولات آموزشی
سازه ۸۰۸

دبیر محصولات سازه ۸۰۸

www.Saze808.com

تلفن: ۰۲۱-۶۶۰۲۶۷۲۹

مرکز فروش: ۰۹۳۷-۱۰۵۷۳۶۲

مرکز پیامک: ۰۳۰۰۹۹۰۰۶۶۶۱۰۸

صندوق پستی: ۱۴۵۷۶-۰۵۶۱۶

saze808@gmail.com

www.Saze808.com



بازرسی و بررسی آسیب پذیری پل‌های بتنی و فلزی

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

مدرس موسسه آموزش عالی دانش پژوهان

Iman.elyasian@gmail.com

چکیده

از آنجایی که پل‌ها سازه های حساس و از جمله شریانهای حیاتی هستند بررسی آسیب پذیری و بازرسی مرتب و توجه به روش اجرا و مقاوم سازی و رفع عیوب و تقویت آنها و ارائه راهکارهایی در این خصوص حائز اهمیت می باشد در این مقاله به بررسی عیوب متداول در پل، بازرسی و خسارات وارده به پل‌ها در زلزله های گذشته و نحوه مقاوم سازی و تقویت آنها می پردازیم.

کلمات کلیدی پل ، روش اجرا، عیوب و خسارات ، آسیب پذیری، بازرسی

طبقه بندی پل‌ها و انواع آن

۱. مصالح تشکیل دهنده ۲. سیستم مقاومت مصالح ۳. نوع مقاطع باربر ۴. کاربرد آینده و فرم تقاطع بامعبر
 ۵. نوع تیرهای حامل ۶. مهندسی رودخانه در پل سازی ۷. پل‌های طره ای یا کنسولی (کانتیلور) ۸. پل‌های قوسی (طاقی) و کلافدار ۹. پل‌های قابی شکل ۱۰. پل‌های ترکه ای و معلقا کابل زنجیری ۱۱- پل‌های معلق با دو یا چند شاهتیر ۱۲. پل با کابل‌های باربر ۱۳. پل نقال ۱۴. پل بالارو ۱۵. پل چرخان ۱۶. پل شناور قایقی ۱۷. پل متحرک ۱۸. نگهداری پل ۱۹- پل‌های قابی ۲۰- پل‌های خرپایی ۲۱ وارن ، پرات ، هاو، پشت شتری)- پل‌های صفحه ای ۲۲- پل‌های با شاهتیر جعبه ای

انواع قوس پل

۱- پیشانی باز ۲- پیشانی بسته ۳- میانگذر ۴- پیش ساخته

عیوب متداول در پل‌های بتنی

۱- ترک خوردگی ۲- ورمادگی ۳- لایه لایه شدن ۴- جداشدن تکه های بتن ۵- شوره زدگی ۶- ساختار لانه زنبوری ۷- قلوله کن شدن ۸- سایش ۹- خسارت بر خورد (تصادم) ۱۰- فرسایش ۱۱- خسارت بار اضافه ۱۲- خوردگی آرماتور فولادی

تقسیم بندی بازرسی

۱- اولیه ۲- عادی ۳- خسارت ۴- دقیق ۵- ویژه

تقسیم بندی دوم بازرسی

۱- غیر رسمی ۲- عمومی یا کلی ۳- اصلی ۴- ویژه

تقسیم بندی سوم بازرسی

۱- ظاهری (سطحی) ۲- عمومی ۳- عمیق ۴- ویژه (در مورد پلهای اعلان شده، پلهای متحرک و پلهای موقت، پلهای پیچیده و بزرگ، پس از بروز زلزله و طغیان آب وسیل، بر اثر اضافه بار)

تقسیم بندی چهارم بازرسی

۱- چشمی ۲- فیزیکی

روشهای پیشرفته بازرسی غیرمخرب پلهای بتنی

۱- اندازه گیری سرعت امواج فراصوتی ۲- ماشین آلات شناسایی تورق (لایه لایه شدن) ۳- روشهای الکتریکی ۴- روشهای الکترومغناطیسی ۵- سرعت پالس (ضربه) ۶- آزمون جک تخت ۷- رادار نفوذی ۸- آزمون بازاب ضربه ۹- دمانگاری مادون قرمز ۱۰- آزمون فراصوتی لیزری ۱۱- اختلال میدان مغناطیسی ۱۲- ردیاب نوترون برای شناسایی کلریدها ۱۳- روشهای هسته ای ۱۴- پاکومتر ۱۵- روشهای نفوذی و واجهش

سایر روشهای بازرسی

۱- مغزه گیری (کر گیری) ۲- کربناسیون ۳- نفوذ پذیری بتن ۴- مقاومت بتن

۵- درون یابها (آندوسکوپها) و فیلم برداری داخلی video scope and in scope

۶- میزان رطوبت ۷- مقاومت آرماتور فولادی

نواحی نیازمند بازرسی

- ۱- تکیه گاهها و کوله ها (احتمال ترک خمشی ، ترک برشی گوشه و مایل ، ترک کششی قطری)
- ۲- نواحی برشی ۳- نواحی کششی ۴- نواحی فشاری ۵- نواحی در معرض زهکشی
- ۶- نواحی در معرض ترافیک ۷- دیافراگمها ۸- شاهتیرجعبه ای

احتمال انواع ترک در پلهای بتنی

- ۱- کشش مستقیم ۲- برشی ۳- خمشی ۴- خمش-برش ۵- پیچشی ۶- حرارتی
- ۷- ناشی از پس کشیدگی ۸- ترک خوردگی در مسیر رشته کابل ۹- ترک خوردگی شعاعی

عیوب آبروهای جعبه ای (۱- درجا ۲- پیش ساخته)

- ۱- ناهمراستایی ۲- عیوب درزها ۳- ترکها و قلوه کن شدنها ۴- سطوح در تماس ۵- سوراخهای تراورش

عوامل تعیین کننده در رفتار شکست

- ۱- درجه حرارت محیط ۲- نرخ بارگذاری ۳- درجه مقید بودن
- قیود کم و عضو نازکتر ، نرخ بارگذاری عادی و آهسته و درجه حرارت گرم محیط منجر به شکست نرم می گردد

عیوب متداول در پلهای فولادی

- ۱- خرابی سیستم رنگ ۲- خوردگی ۳- پوسیدگی سطح ۴- کاهش مقطع ۵- جوش وصله در نواحی کششی
- ۶- ترک خوردگی خستگی ۷- آسیب ناشی از برخورد ۸- آسیب ناشی از اضافه بار ۹- آسیب حرارتی

روشهای پیشرفته بازرسی پلهای فولادی

- ۱- ذرات مغناطیسی ۲- جریان گردابی ۳- مایعات نافذ ۴- فراصوتی (التراسونیک) ۵- رادیوگرافی ۶- انتشار صوت ۷- شتاب سنجی ۸- کرنش سنجی ۹- ارتعاش سنجی ۱۰- نشت شار مغناطیسی ۱۱- اندازه گیری بار ۱۲- اندازه گیری تنش

شناسنامه فنی پل

- ۱- مشخصات موجود پل (اطلاعات سازه ، موقعیت و کاربری، بارهای وارده ، الحاقات، شرایط محیطی ، جزئیات هندسی)
- ۲- ترسیم ها و محاسبات
- ۳- گزارشات بازرسی (اولیه ،عادی (ظاهری و عمومی) ، خسارت ، عمیق، دقیق و ویژه)
- ۴- گزارشات نگهداری

راهنمای مدیریت پل با تهیه شناسنامه فنی

این راهنما شامل موارد زیر است

- مشخصات پل، موقعیت و وظیفه تعریف شده آن
- اطلاعات سازه با توصیفی از فونداسیون، روسازه و زیر سازه
- ظرفیت بار زنده سازه
- الحاقات، مثلاً خدمات/روشنایی و غیره.
- فهرست تاریخچه و شرایط محیطی
- جزئیات هندسی شامل امتداد و فضای قرارگیری پل

مراحل مدیریت پل در برابر خسارت و آسیب پذیری

بازرسی عادی، ارزیابی و وضعیت، ارزیابی ایمنی سازه، ارزیابی ظرفیت باربری

الف - مشخصات عمومی پل:			
شماره مشخصه پل:			
نام پل:	استان:	شماره راه:	نام راه:
کیلومتر شماره:			
سال ساخت:			
نوع سرویس در زیر پل:			
<input type="checkbox"/> بزرگراه <input type="checkbox"/> راه اصلی <input type="checkbox"/> راه فرعی <input type="checkbox"/> راه آهن <input type="checkbox"/> آبرو <input type="checkbox"/> پیاده رو			
نوع سرویس در روی پل:			
<input type="checkbox"/> بزرگراه <input type="checkbox"/> راه اصلی <input type="checkbox"/> راه فرعی <input type="checkbox"/> راه آهن <input type="checkbox"/> پیاده رو			
ب - مشخصات فنی پل:			
نوع مقطع باربر:		تعداد دهانه:	
<input type="checkbox"/> صفحه ای	<input type="checkbox"/> تیر و تاوه	<input type="checkbox"/> جعبه ای	<input type="checkbox"/> تیر مشبک
<input type="checkbox"/> مقطع ثابت:		<input type="checkbox"/> مقطع متغیر:	
نوع مصالح مصرفی:			
<input type="checkbox"/> بتنی	<input type="checkbox"/> بتن مسلح	<input type="checkbox"/> بتن پیش تنید	
نوع سیستم سازه ای:			
<input type="checkbox"/> مستقل (ساده)	<input type="checkbox"/> پیوسته (سراسری)	<input type="checkbox"/> طره ای	<input type="checkbox"/> قابی شکل
<input type="checkbox"/> طاقی و قوسی			
نوع کوله ها:			
<input type="checkbox"/> کوله دیواری:	<input type="checkbox"/> شیبدار محافظت شد	<input type="checkbox"/> کوله باز(ستونی)	<input type="checkbox"/> خاک مسلح
نوع پایه میانی:			
<input type="checkbox"/> تک ستونی <input type="checkbox"/> چند ستونی <input type="checkbox"/> تک ستون با تیر کلاهک <input type="checkbox"/> چند ستون با تیر کلاهک <input type="checkbox"/> دیوار <input type="checkbox"/> چند ستونی با کلاهک جداگانه			
نوع تکیه گاه:			
<input type="checkbox"/> غلطکی	<input type="checkbox"/> گهواره ای	<input type="checkbox"/> لغزان	<input type="checkbox"/> کاسه ای
<input type="checkbox"/> الاستومتریکی			
نوع درز انبساط:			
<input type="checkbox"/> شانه ای	<input type="checkbox"/> صفحه ای	<input type="checkbox"/> مسلح (باز)	<input type="checkbox"/> نشوین فشاری تک
<input type="checkbox"/> نشوین فشاری مدولار <input type="checkbox"/> بلوک الاستومتریکی <input type="checkbox"/> نوار نشوین			
ج - مشخصات هندسی پل			
طول پل:		طول بزرگترین دهانه:	
طول کوچکترین دهانه:		مساحت عرشه:	
ارتفاع آزاد زیر پل:			
عرض پیاده رو:		عرض سواره رو:	
عرض میانه:		تعداد خطوط عبور زیر پل:	
تعداد خطوط عبور روی پل:		تعداد خطوط عبور زیر پل:	
آیا پل قوسی است؟ <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر			
زاویه تقریبی بیه (درجه) <input type="checkbox"/> ۰ <input type="checkbox"/> ۱۵ <input type="checkbox"/> ۳۰ <input type="checkbox"/> ۴۵			
نام و نام خانوادگی مسئول جمع آوری اطلاعات:		تاریخ جمع آوری اطلاعات:	

مراحل بازرسی

۱- ارزیابی ۲- اعضای سازه ۳- توصیف Pursive ۴- تفسیر QA/QC (کنترل کیفیت و تضمین کیفیت)

ارزیابی دوام و خوردگی پل در برابر آسیبها

الف) ترک خوردگی در پل و عوامل ایجاد آن

- ۱- انقباض پلاستیک ۲- نشست پلاستیک ۳- نشست متفاوت در تکیه گاهها ۴- عدم تطابق انبساط و انقباض ناشی از تغییر درجه حرارت با شرایط موجود در سازه ۵- اثر اضافه بار ۶- طراحی دست پایین ۷- عدم دقت کافی در ساخت و در جزئیات سازه ۸- اثرات سولفات در سیمان روی بتن ۹- زنگ زدن آرماتورها در اثر ۱۰- استفاده از مصالح قلیائی
- ۱۱- ترکهای در حین ساخت، حمل و نصب در قطعات پیش ساخته و پیش تنیده
- ۱۲- ترکهای ناشی از اثر آب و هوا
- ۱۳- ترکهای بلند مدت انقباض

(ب) تأثیرات اسیدی و بازی (کلر، سولفاتها، نیتراتهاو . . .)

(ج) کربناسیون

(د) اکسیداسیون آرماتورها ناشی از قرارگیری در معرض رطوبت

انواع خوردگی در پل

- ۱) خوردگی بدلیل واکنش کربناسیون ۲) خوردگی بدلیل اثر یون کلراید ۳) خوردگی بدلیل اکسیده شدن مستقیم ۴) خوردگی ناشی از تنش ۵) خوردگی ناشی از سایش ۶) خوردگی شیمیایی ۷) خوردگی بواسطه جریانهای اضافه





آب بردگی بی دیوار هدایت آب
آب بردگی بی دیوار هدایت آب
احداث دیوار ضامن محافظ بی



در شکلهای فوق انواع ترک خوردگی ، خوردگی و آب شستگی را در پلها مشاهده می کند.

خوردگی های متداول در پلهای بتن مسلح

(۱)-خوردگی در عرشه پل (۲)-در پایه ها و ستونها (۳)-در کوله ها و دیوارهای برگشتی

کنترل خوردگی

- ۱- استفاده از فلزات مرغوب ۲- تناسب مصالح با محیط (در انتخاب مصالح فلزی باید به ۱- تنشهای خستگی ۲- سختی برشی در دماهای پایین ۳- قابلیت جوش و شکل پذیری برای جلوگیری از پارگی ۴- تعمیرات و نگهداری ۵- هزینه و عمرمورد انتظار ۶- پیامدهای محیطی توجه داشت) ۳- مراقبت و دقت در جزئیات ۴- استفاده از سیستمهای پوششی و آرماتورهای مقاوم (کامپوزیتها) ۵- حفاظت کاتدی (شامل سیستم آند قربانی شونده و سیستم جریان موثر)

خرابی های موجود در دیوارها و کوله ها

- ۱- بر اثر نشست پی ۲- بر اثر رنش زمین زیر پی ۳- بر اثر فشار خاک پشت کوله ۴- بر اثر ضربه ناشی از سنگهای بزرگ در موقع سیل و اثابت به دیوار ۵- بر اثر نشست خاک پشت پی و ضربه های وارده توسط خودروها به دیوار ۶- بر اثر ضعیف بودن دیوار و فشار ناشی از دال یا بار مرده ۷- بر اثر زلزله ۸- بر اثر عدم رعایت ارتفاع مجاز(لاغری) ۹- بر اثر نامرغوب بودن جنس سنگها و تأثیر عوامل جوی(گرما و سرما) و همچنین عوامل شیمیایی ۱۰- نامرغوب بودن مصالح- عدم رعایت مقدارسیمان لازم-بنایی غلط و خشکه چینی سنگها در داخل دیوار

علت افتادگیهای شانه پل

- ۱- به منظور صرفه جویی هزینه در موقع ساخت ۲- کم بودن ترافیک در زمان ساخت ۳- پایین بودن سرعت طرح با توجه به وسایل نقلیه و زمان ساخت ۴- عدم نیاز به اضافه عرض ۵- بر اثر آبشستگی شیروانیها در خاکریزها ۶- بر اثر برخورد ماشین با لبه پلها و تخریب قرنیزها یا دیوارها ۷- بر اثر عملیات راهداری و برف رویی و برخورد ماشین آلات راهداری با لبه های پل

انواع خسارتهای وارده به پلها در زلزله های گذشته

۱- زوال دهانه پلها ناشی از نشیمنگاه ناکافی در درزهای جابجایی

۲- بزرگنمایی جابجاییهای ناشی از اثرات خاک ۳- برخورد بین قابهای پل ۴- فرونشست slumping
کوله ها ۵- زوال ستونها ۶- زوال ناشی از عدم شکل پذیری و مقاومت خمشی ۷- کافی نبودن نیروهای طراحی

۸- مقاومت خمشی غیرقابل اعتماد ستونها ۹- شکل پذیری خمشی نا کافی ۱۰- قطع زود هنگام
میله‌های ستون ۱۱- زوال برشی ستون ۱۲- زوال اتصالات ۱۳- زوال تیر-ستون ۱۴- خسارتهای
اجزای پلهای فلزی

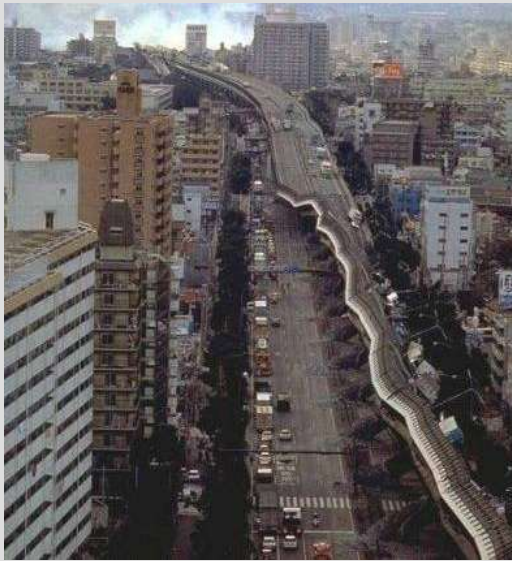
۱۵- زوال پی ها

علت شکست پل ها

- ۱- عدم برآورد صحیح سیلاب طراحی (Flood Design) و کم بودن ظرفیت عبور سیلاب از دهانه پل ها .
- ۲- جانمایی (Layout) نامناسب پل ها بدون توجه به مسائل ریخت شناسی (Morphology) رودخانه .
- ۳- بر آورد نادرست از عمق شالوده (براساس معیارهای سازه ای و ژئوتکنیکی) بدون توجه به مسأله فرسایش
آبشستگی. ۴- فراهم نکردن تمهیدات لازم برای عبور مناسب جریان از سازه پل ها .
- ۵- نقصان در حفاظت و نگهداری از پل ها

نمونه ای از خسارتهای وارده به پل و راه در اثر زلزله و سایر سوانح طبیعی





منابع

۱-دستور عملهای پل آشتو AASHTO و FHWA

۲- رضا اکبری و مجید صباغ زاده. "ترک خوردگی در بتن و پلهای بتنی". انتشارات ارکان اصفهان.

۱۳۸۲

[3]. Raina.V.K, "Concrete Bridges Practice-Construction, Maintenance and Rehabilitation", Tata McGraw-Hill, 1992, New Delhi.

[4]. Raina.V.K, "Concrete Bridge Inspectin, Repair, Strengthening, Testing and load Capacity Evaluation", McGraw-Hill, 1994, New Delhi.

[5]. Wood and Wyatt, "Reinforced Concrete Repair Integrated With Cathodic Protection".

[6]. Nicholson.J.P., "New Approach Cathodic Protection of Bridge Deck and Concrete Structures", TR Record. 762, 1980. pp.13-17.

[7]. Uhlig and Herbert.H., "Corrosion and Corrosion Control", John Wiley & Sons Inc.

۸-مرتضی بابایی "پلها را چگونه تعمیر کنیم" تابستان ۱۳۸۳

۹-ایمان الیاسیان "تکنیکهای تسلیح سازه بتن آرمه با FRP" سایت مرکز عمران ایران

۱۰-شاپور طاحونی، اصول مهندسی پل ، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری

۱۱-بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای فولادی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری

۱۲-بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای بتنی

۱۳-ایمان الیاسیان "کاربرد پوششهای صنعتی در نفوذ ناپذیری بتن واقع در محیط خورنده" سایت

همکلاسی

راهکارهای مقاوم سازی پل

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی

Iman.elyasian@gmail.com

چکیده

از آنجایی که پلها سازه های حساس و از جمله شریانهای حیاتی هستند بررسی آسیب پذیری و بازرسی مرتب و توجه به روش اجرا و مقاوم سازی و رفع عیوب و تقویت آنها و ارائه راهکارهایی در این خصوص حائز اهمیت می باشند دراین مقاله به بررسی عیوب متداول در پل، بازرسی و خسارات وارده به پلها در زلزله های گذشته و نحوه مقاوم سازی و تقویت آنها می پردازیم.

کلمات کلیدی پل ، روش اجرا، عیوب و خسارات ، آسیب پذیری، مقاوم سازی، پوشش و میلگرد FRP

سیستم کابل و پیش تنیدگی ، میراگرها و جداگر لرزه ای

فرمهای سازه ای پل

۱- پلهای صفحه ای ۲- پلهای معلق ۳- معلق و ترکیه ای ۴- پلهای قوسی ۵- ترکیه ای ۶- خرپایی

انواع پلهای قوسی

۱- جان توپر ۲- جان باز ۳- چندضلعی ۴- قوس کشدار ۵- قاب با پایه های مورب

انواع پلهای ترکیه ای

۱- تکی ۲- شعاعی ۳- پنکه ای ۴- متوازی ۵- ستاره ای ۶- شعاعی نامتقارن

روشهای برپا کردن پل

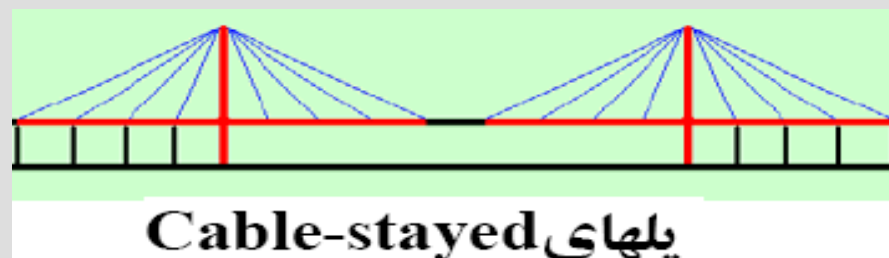
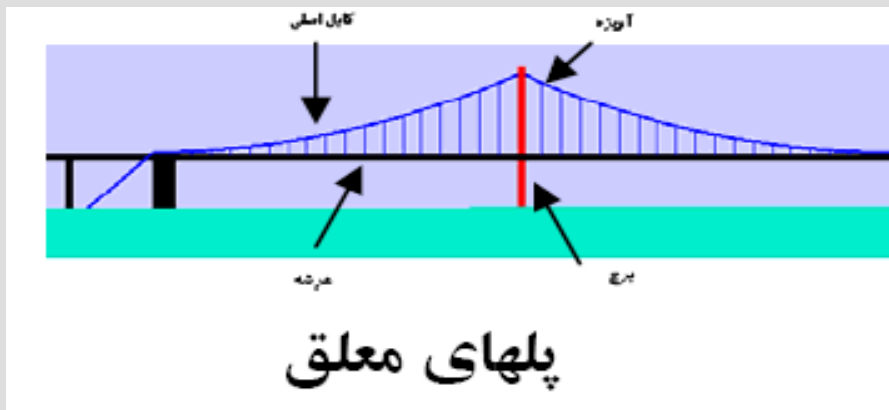
۱- بکاربردن داربست ثابت ۲- بکاربردن داربست متحرک ۳- روش طره آزاد جهت بتن درجا ۴- روش طره آزاد برای پلها با قطعات پیش ساخته ۵- روش هل دادن ۶- بلند کردن و جابجا کردن

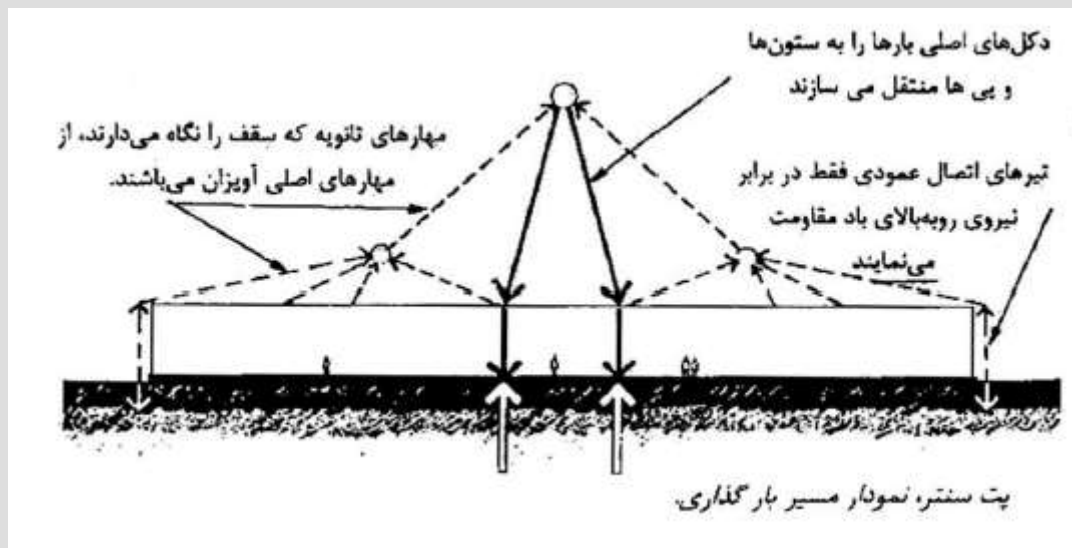
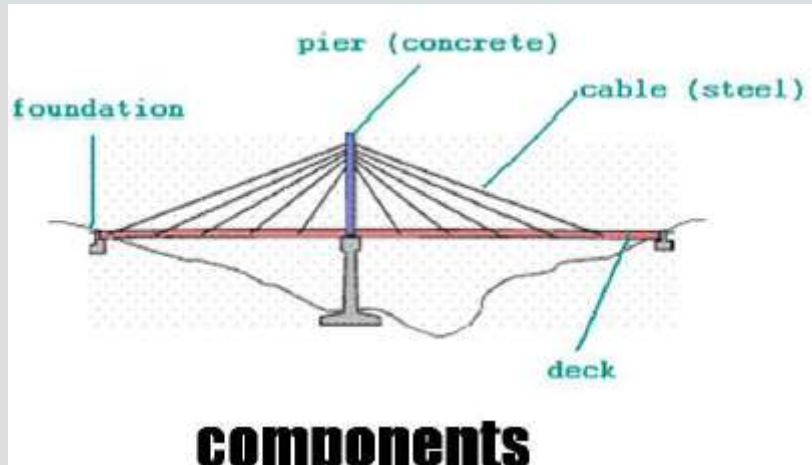
طبقه بندی پل از نظر مصالح

۱- پل با مصالح بنایی و بتن غیرمسلح ۲- پلهای بتن مسلح (درجا و پیش ساخته) ۳- پلهای بتن پیش تنیده (پیش کشیده و پس کشیده) ۴- پلهای فولادی ۵- پلهای مرکب فولاد و بتن ۶- پلهای آلومینیومی ۷- پلهای کامپوزیت

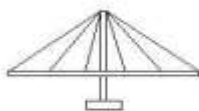
طبقه بندی پل از نظر استفاده

۱- پلهای عابر پیاده ۲- پلهای رودخانه ای ۳- پلهای جاده ۴- پلهای روگذر-زیرگذر شاهراهها ۵- پلهای راه آهن ۶- پلهای عبور خطوط لوله آب ، نفت و گاز و غیره

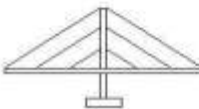




classifications



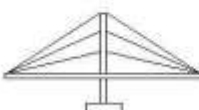
radial : cables connect evenly throughout the deck, but all converge on the top of the pier



harp : cables are parallel, and evenly spaced along the deck and the pier



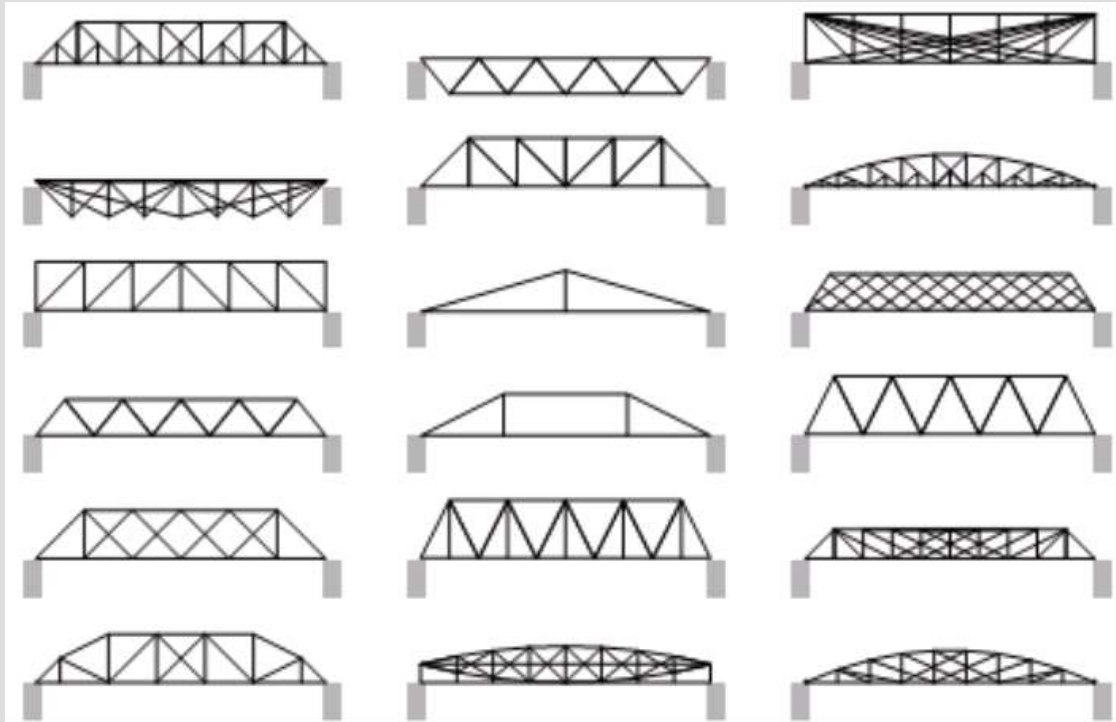
fan : a combination of radial and harp types



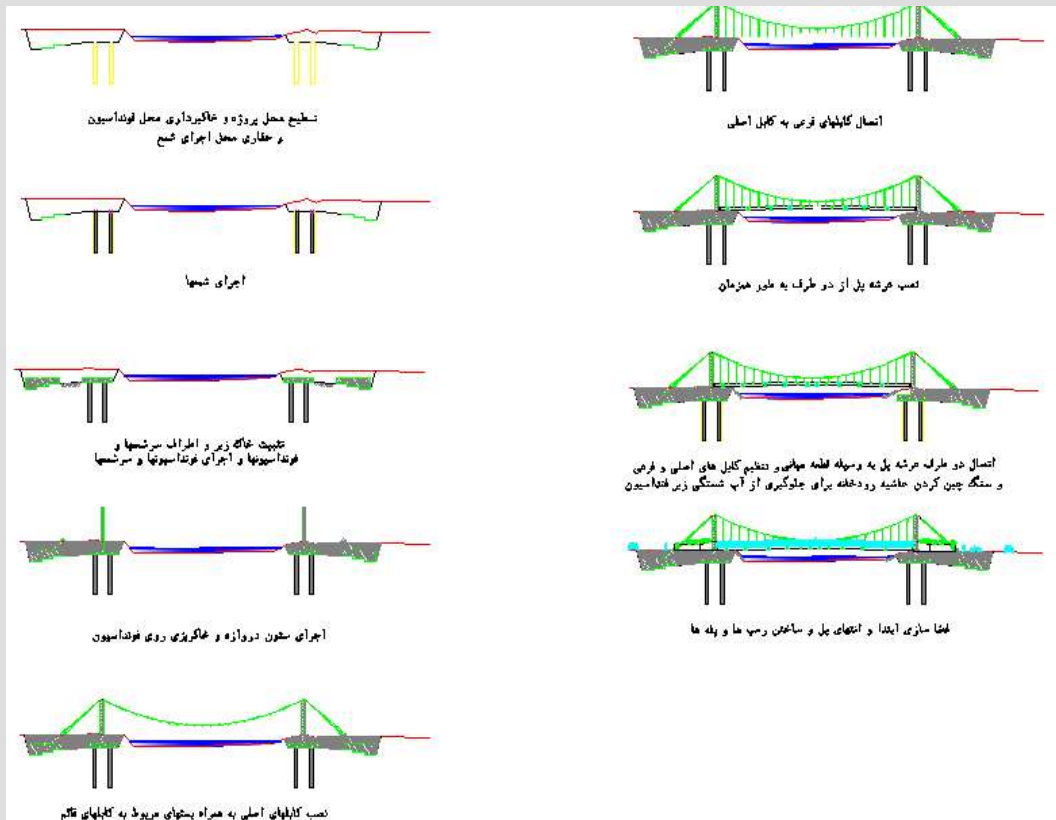
star-shaped : cables are connected to two opposite points on the pier

Economical choice for spans between 200 and 1000 meters

انواع پلهای کابلی و ترکه ای برای دهانه های ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر



اشکال مختلف خرپاهای کاربردی برای دهانه های مختلف پل



نمونه ای از آسیبها و خسارتهای وارد به پل



برخی از راهکارهای مقاوم سازی پل

۱- استفاده از پلیمرهای پوششی تقویت شده الیافی FRP Laminates





(a) Primer application



(b) Cleaning CFRP plates



(c) Epoxy application on CFRP plates



(d) Epoxy application on beam



(e) Placement of CFRP plate

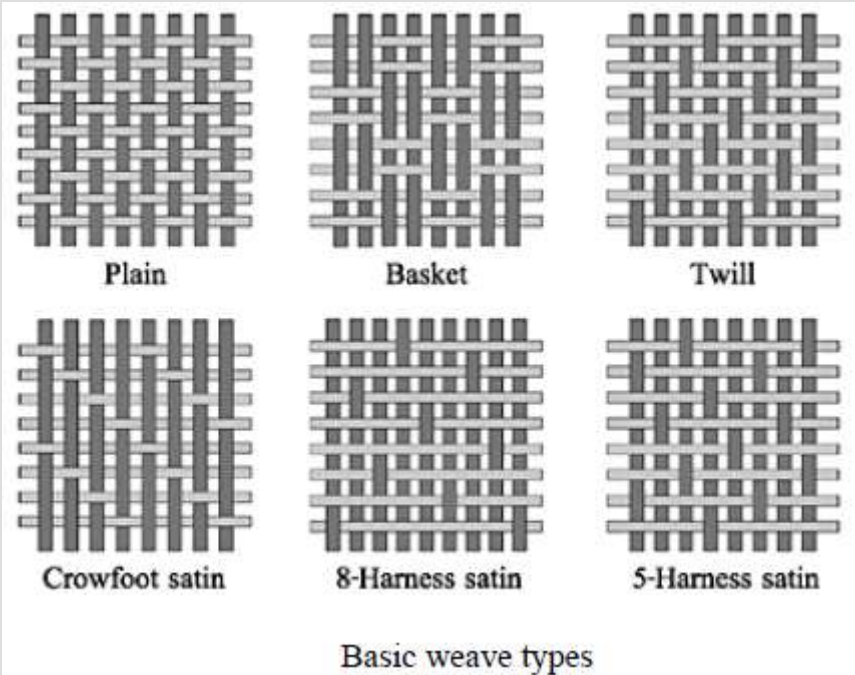


(f) CFRP plate installed.

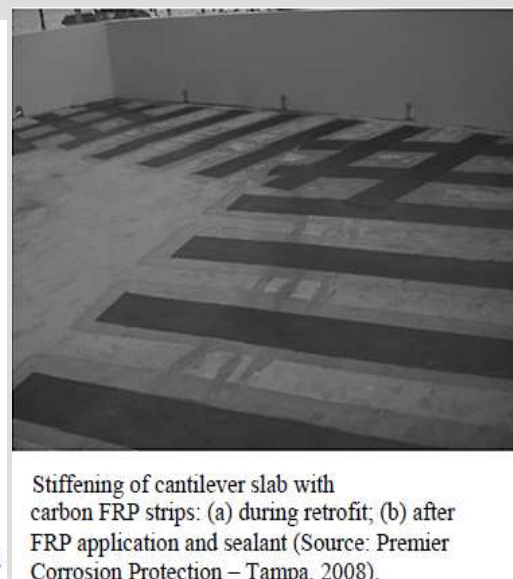
Installation of CFRP Plates on Bridge

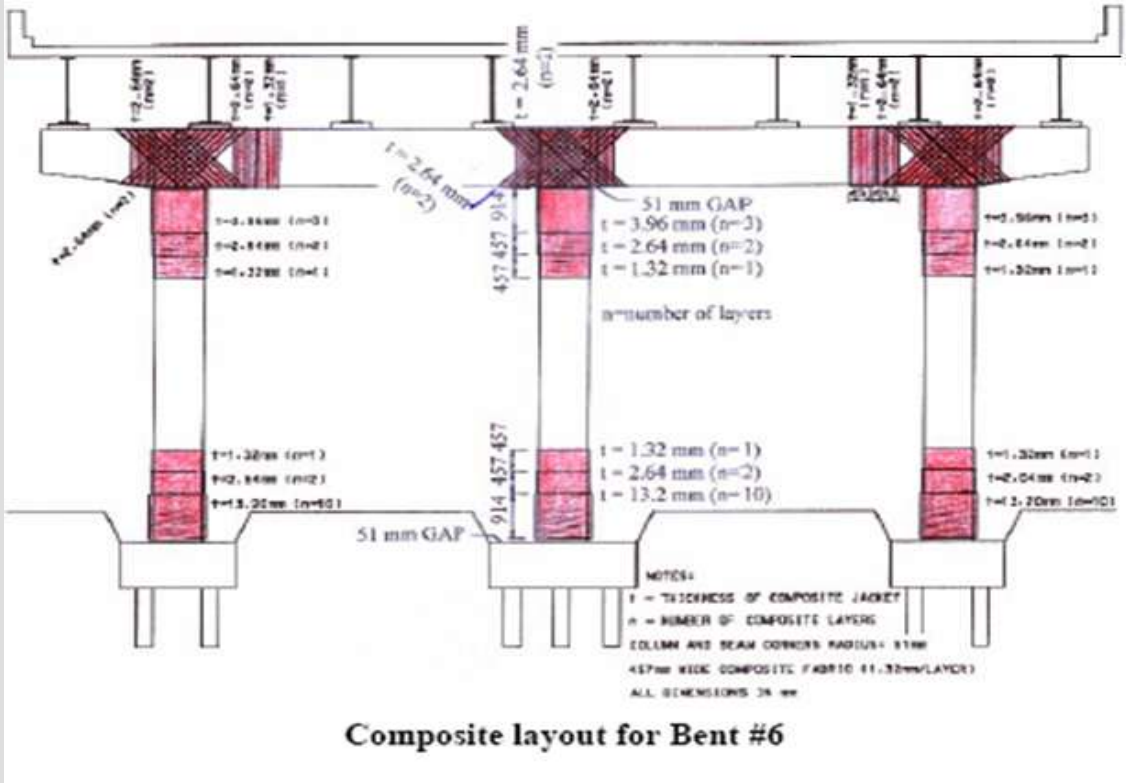


FRP Wraps for Culumns



نحوه بافته شدن FRP





۲- استفاده از میلگردهای FRP



(a) Installation of anchorage assembly



(b) Placement of CFRP rod



(c) Application of P-T force in West-end span



(d) Application of P-T force in Center span.



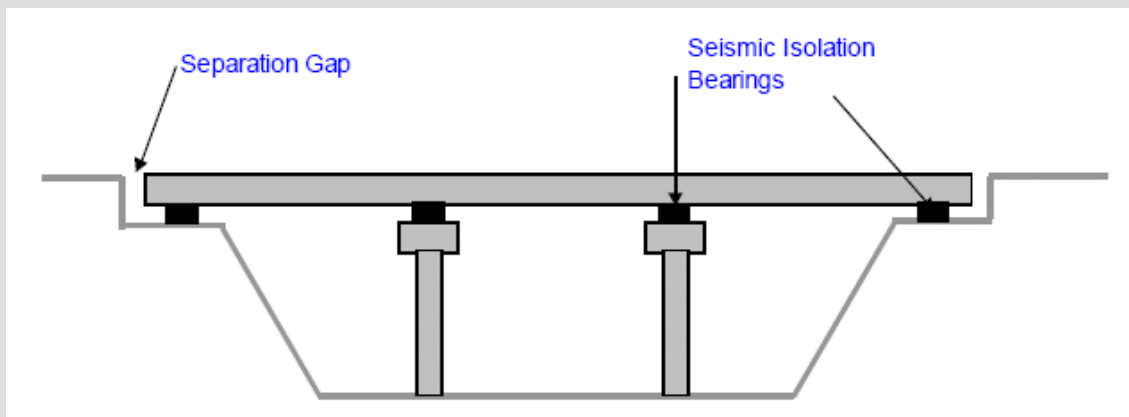
CFRP Rods on span

Photographs of the Installation of the P-T System on Bridge

۳- روش پیش تنیدگی و پس کشیدگی و استفاده از کابل و پر مردن دالهای مجوف هنگام بتن ریزی با بشکه یا فومهای پلی استایرن برای کاهش وزن عرشه یا تابلیه پل



۴- انواع میراگرها و جداگرهای لرزه ای (بالشتکها و نئوپرنها)



به دلیل جذبیات و نوین بودن این روش در مقاله ای دیگر به آن می پردازیم.

مراجع

- ۱- شاپور طاحونی، اصول مهندسی پل
- ۲- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای فولادی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۳- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای بتنی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۴- محمد مویدیان تحلیل و طراحی پلهای دال تیر
- ۵- ابولفضل عربزاده نظریه و تحلیل پلهای پیش تنیده فولادی
- ۶- ایمان الیاسیان، تکنیکهای تسلیح سازه بتن آرمه با FRP سایت مرکز عمران ایران
- ۷- وای فان چان، ایان دوان ترجمه مرتضی اسماعیلی، پیمان یوسفی مجد، مهندس پل طراحی زیر سازه، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۱۳۸۷

مقاوم سازی پل از طریق استهلاک انرژی

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی

Iman.elyasian@gmail.com

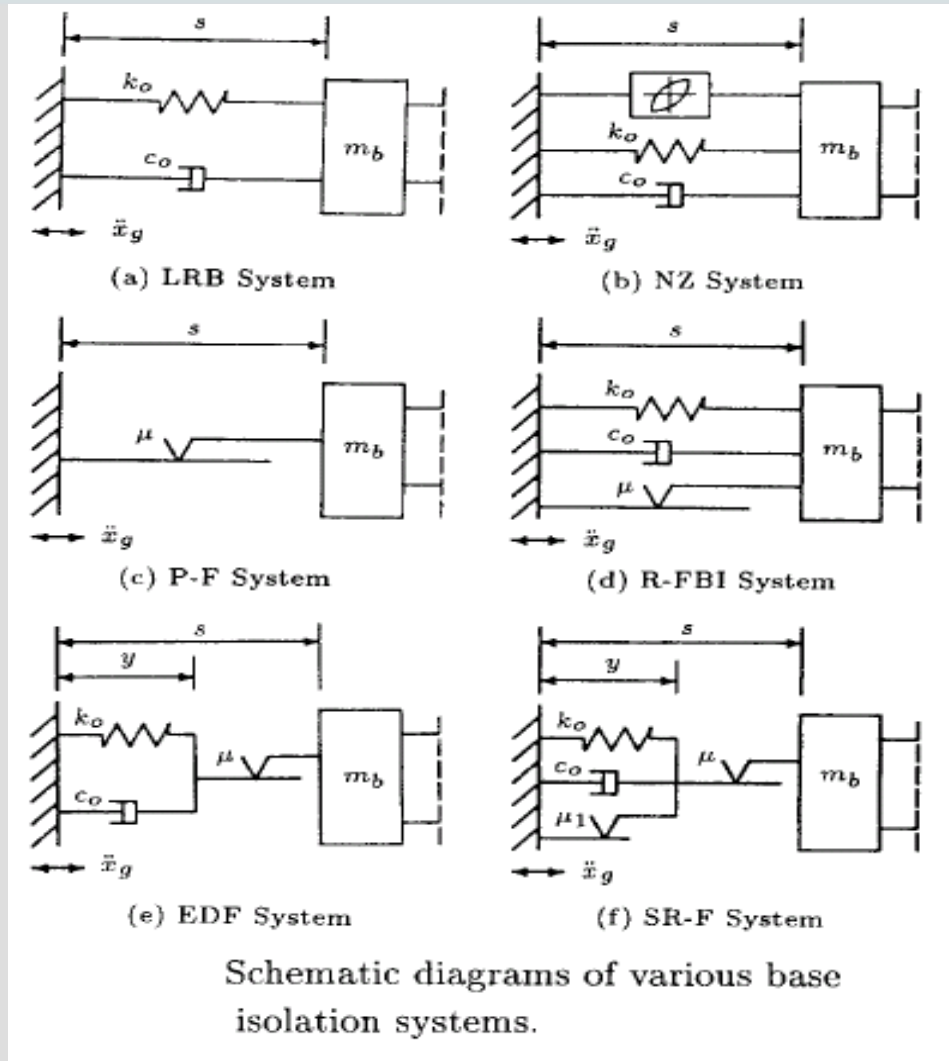
چکیده

از آنجایی که پلها سازه های حساس و از جمله شریانهای حیاتی هستند بررسی آسیب پذیری و بازرسی مرتب و توجه به روش اجرا و مقاوم سازی و رفع عیوب و تقویت آنها و ارائه راهکارهایی در این خصوص حائز اهمیت می باشند در این مقاله به بررسی عیوب متداول در پل، بازرسی و خسارات وارده به پلها در زلزله های گذشته و نحوه مقاوم سازی و تقویت آنها می پردازیم.

کلمات کلیدی پل ، روش اجرا، عیوب و خسارات ، آسیب پذیری، مقاوم سازی، میراگرها و جداگر لرزه ای

مقدمه ای بر دینامیک سازه و مبحث استهلاک انرژی از طریق میرایی

اگر معادله تعادل دینامیکی را در نظر بگیریم با پارامترهایی چون جرم، وشتاب (اینرسی)، میرایی و سرعت و جابجایی وسختی سر کار داریم و در اصل ماهیت و معادله ابعادی یا دیمانسیون تعادل دینامیکی از اسصل بقای کار و انرژی و پایداری آن شمل می گیرد که بر اساس اصل همیلتن آن را می توان نوشت. در شکل زیر به سورت شماتک انواع مختلف سیستم جداگر لرزه ای مشاهده می گردد، به طور کلی میراگرها و جداگرهای لرزه ای انواع مختلف و کاربرد متنوع در مبحث استهلاک انرژی به صورت فعال ، نیمه فعال و غیر فعال در مهندسی مکانیک و ارتعاشات و صنایع مختلف چون خودروسازی و هوا و فضا دارند و دامنه ارتعاشات میرا و جدایش روسازه از زیر سازه برای عملکرد آزادانه و بهتر امروزه به کرات در سازه های حساس و مهم چون پلها و سازه های بلند، نیروگاههای حرارتی و هسته ای و خطوط لوله و سایر شریانهای حیاتی استفاده می شود.



دیگرام شماتیکی انواع مختلف جداگر لرزه ای

۱- میراگر RVD(planar)

به عنوان وسیله ای میراگر برای نوسانات کابل ها پل ها بکارگرفته می شوند RVD می تواند نوسانات تولید شده توسط باد و باران را دمپ کند و در نتیجه طول عمر کابل ها را افزایش میدهد.



Bridge Deck to Cable Mounted RVDs



RVD Units Ready for Delivery – 100mm Ø cable

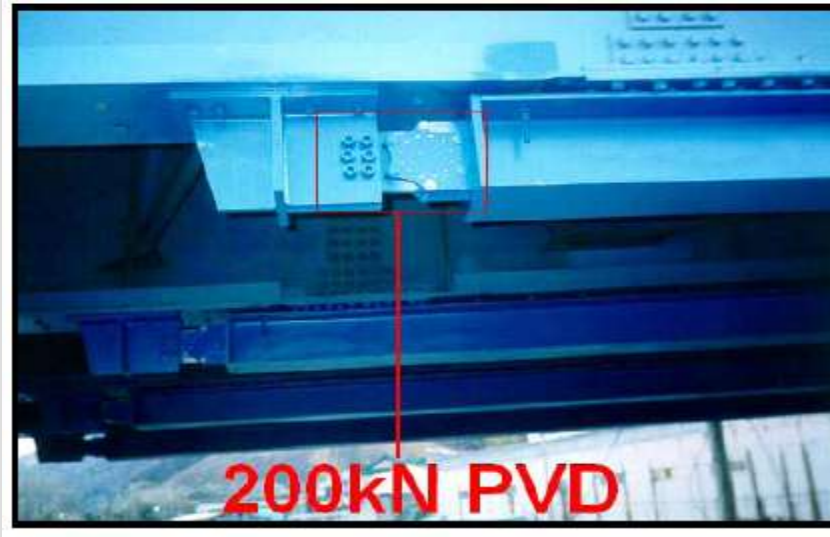
RVD Design to Mount on Formwork Tube

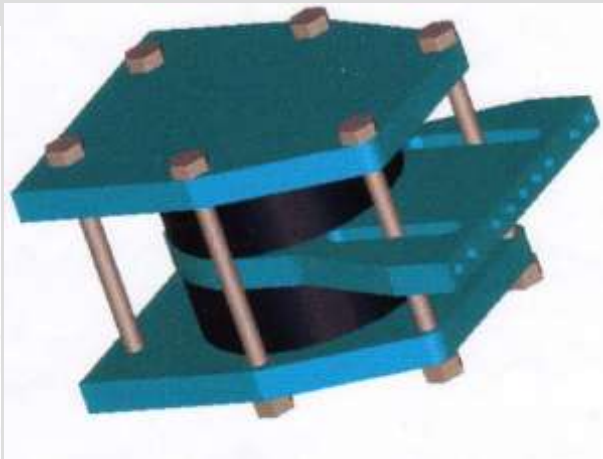
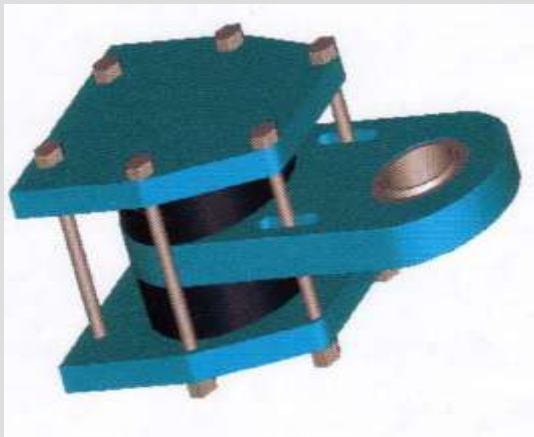
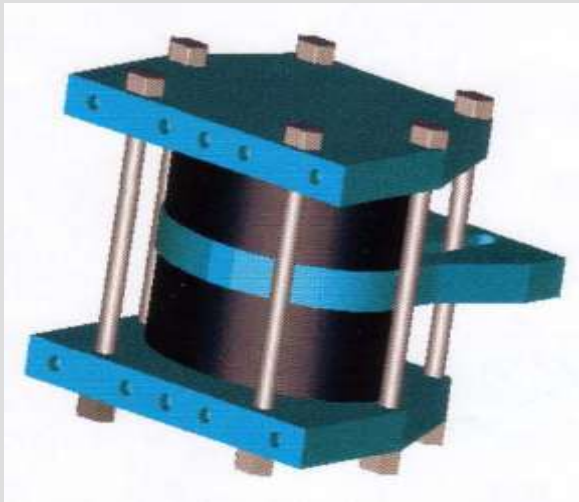
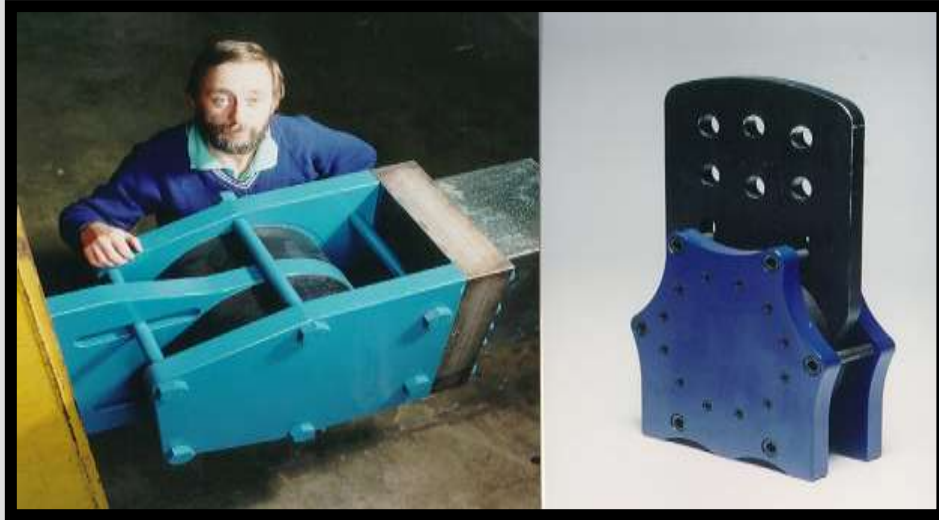


An All Stainless Steel Damper Designed for Marine Environments

۲- میراگر نوسانی (linear) PVD - Vibration Dampers

این میراگر مناسب برای جذب نوسانات کوچک و هم متوسط می باشد. نوسانات بوجود آمده در طول زلزله ، باد شدید و هم چنین ترافیک سنگین را هم جذب می کند. استفاده عمومی از این میراگر نه فقط برای عرشه پل ها بلکه هم چنین بعنوان میراگر دیواری در بادبند ها می باشد





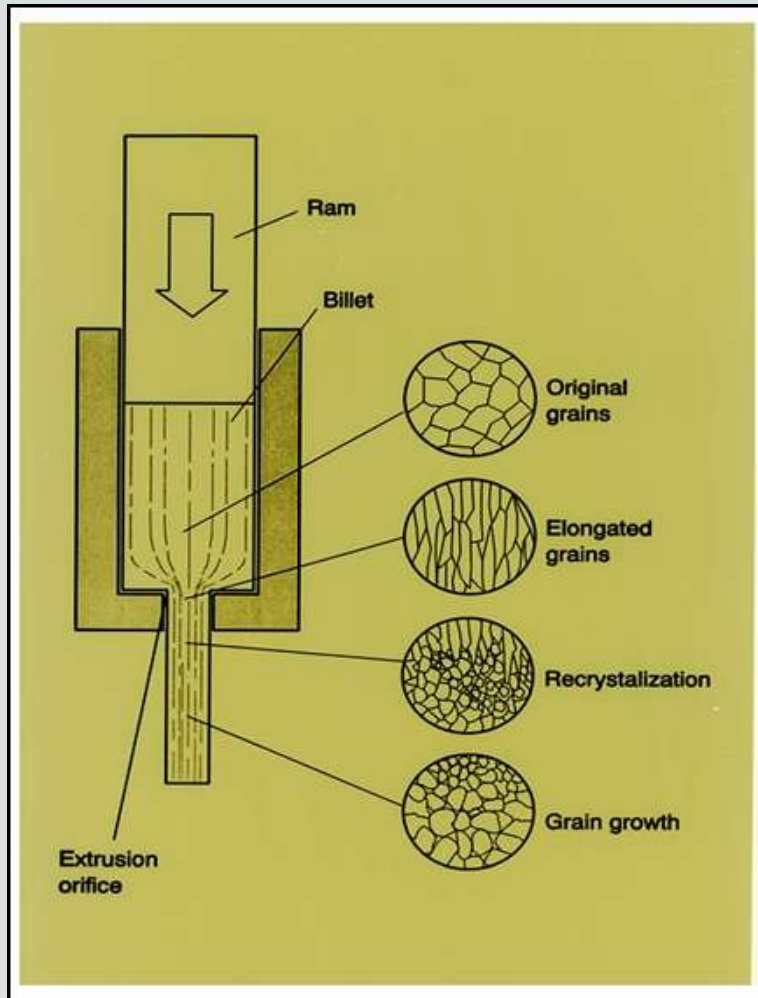
میراگر-PVD



میراگر-PVD

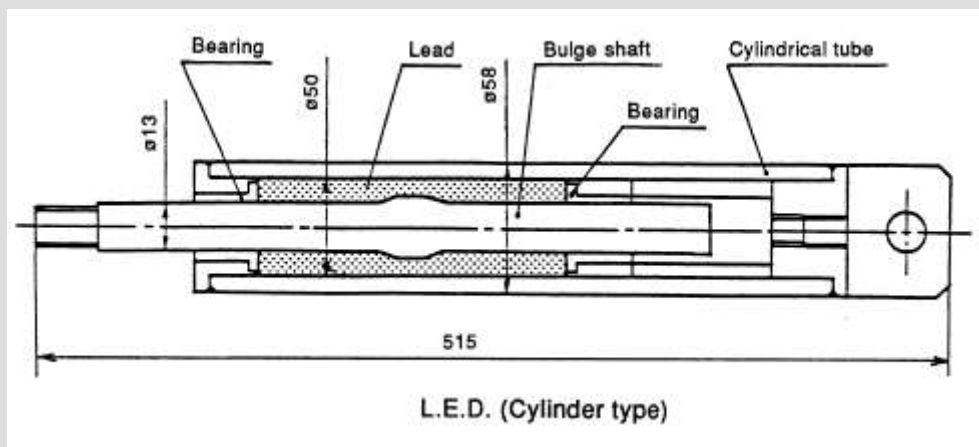


Robinson Seismic Bearings (جداگرهای لرزه ای رایبسنون)



3- Lead Extrusion Damper

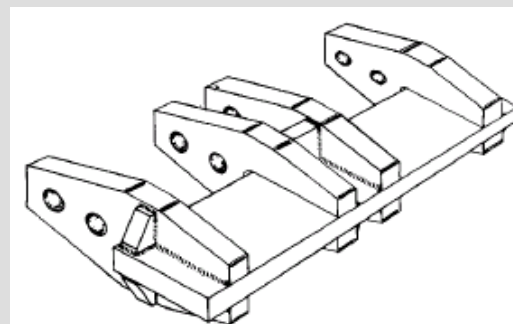
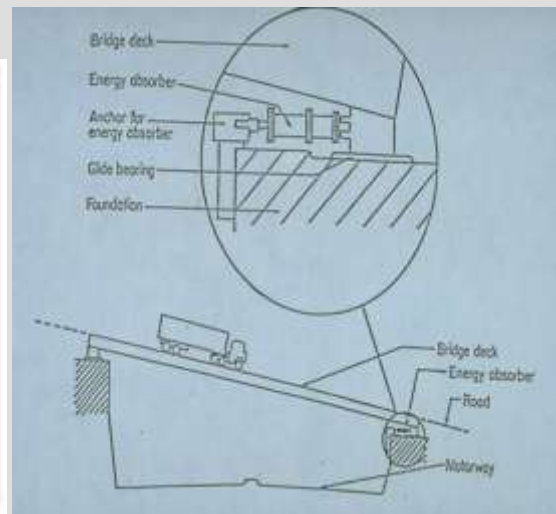
این محصول بسیار مناسب برای نوسانات لرزه ای زلزله به تنهایی است. که ضمن حمایت از ساختمان نیرو ذخیره الاستیک و هم چنین مقدار زیاد میرای مورد احتیاج را مهیا می کند





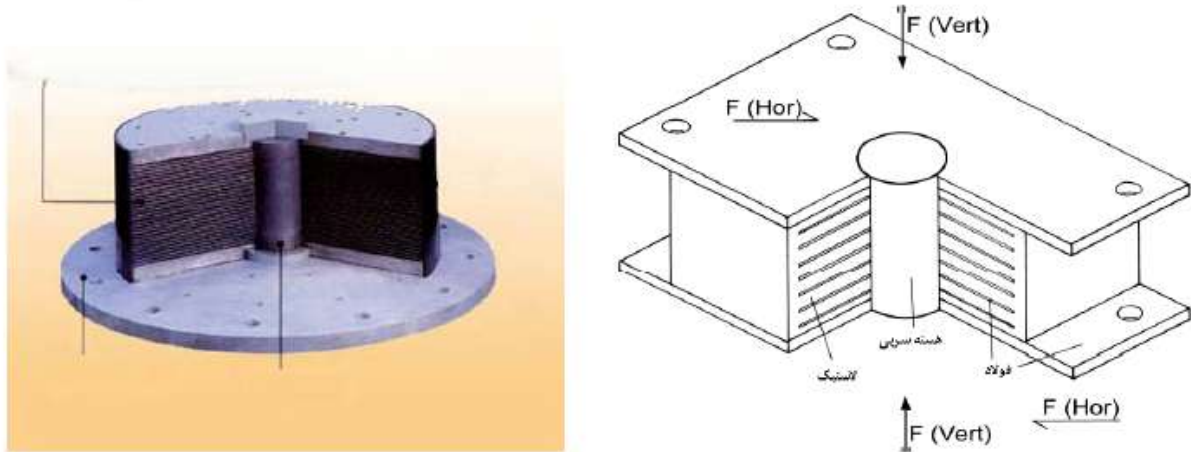
4-Steel Damper

استهلاک انرژی در این میراگر به کمک رفتار هیستریزس نیرو- تغییر مکان ایجاد می گردد. یکی از عواملی که لازم است طراح در حین بررسی، انتخاب میراگر و مدلسازی آن مورد توجه قرار دهد، نیروی ایجاد شده در آنهاست. نیروی ایجاد شده در میراگرهای هیستریزس بستگی به مشخصات ماده مصرفی در آنها دارد. فلزاتی مانند فولاد یا سرب به عنوان میراگر قابلیت مناسب داشته و دوام خوبی را در طول زمان از خود نشان داده اند. از این رو این دمپر مناسب جذب انرژی برای نوسان لرزه ای زلزله و نوسانات دیگر می باشد در ضمن کاربرد موثری برای پل های راه دارد



5-Lead Rubber Bearing (LRB)

بالشتکهای لاستیکی یک وسیله مناسب برای جداگر لرزه ای بوده و نیروی الاستیک را در سازه پشتیبان تأمین می کند و میرایی لازم را فراهم می سازد



جداگر لاستیکی با هسته سربی (LRB)

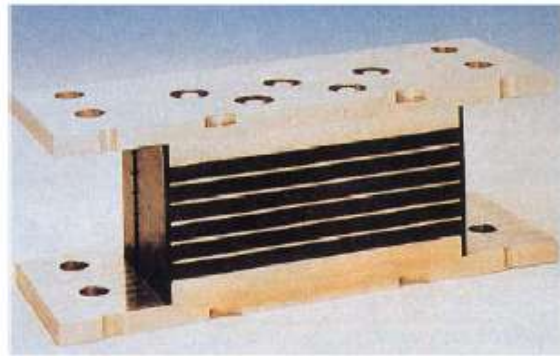
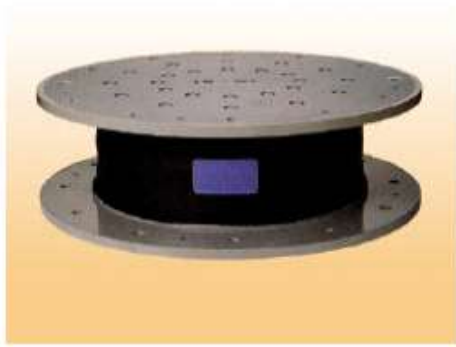


Lead Rubber Bearing (LRB)

6-High Damping Rubber Bearing (HDRB)

تکیه گاه لاستیکی با میرایی بالا

به عنوان جایگزین مناسب LRB برای نوسانات لرزه‌ای زلزله است و به تنهایی می تواند از ساختمان حمایت کند و نیرو ذخیره الاستیک و هم چنین میرای مورد احتیاج را تا ۱۲٪ بحرانی را مهیا سازد.



جداگر لاستیک طبیعی با میرایی زیاد (HDNR)



7- Roball

یک وسیله جداگر برای سازه های سبک با وزن ستون کمتر از ۱ تن می باشد.

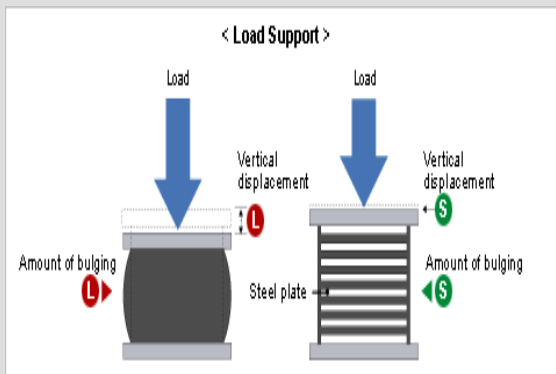


8- Roglider (PCT approved)

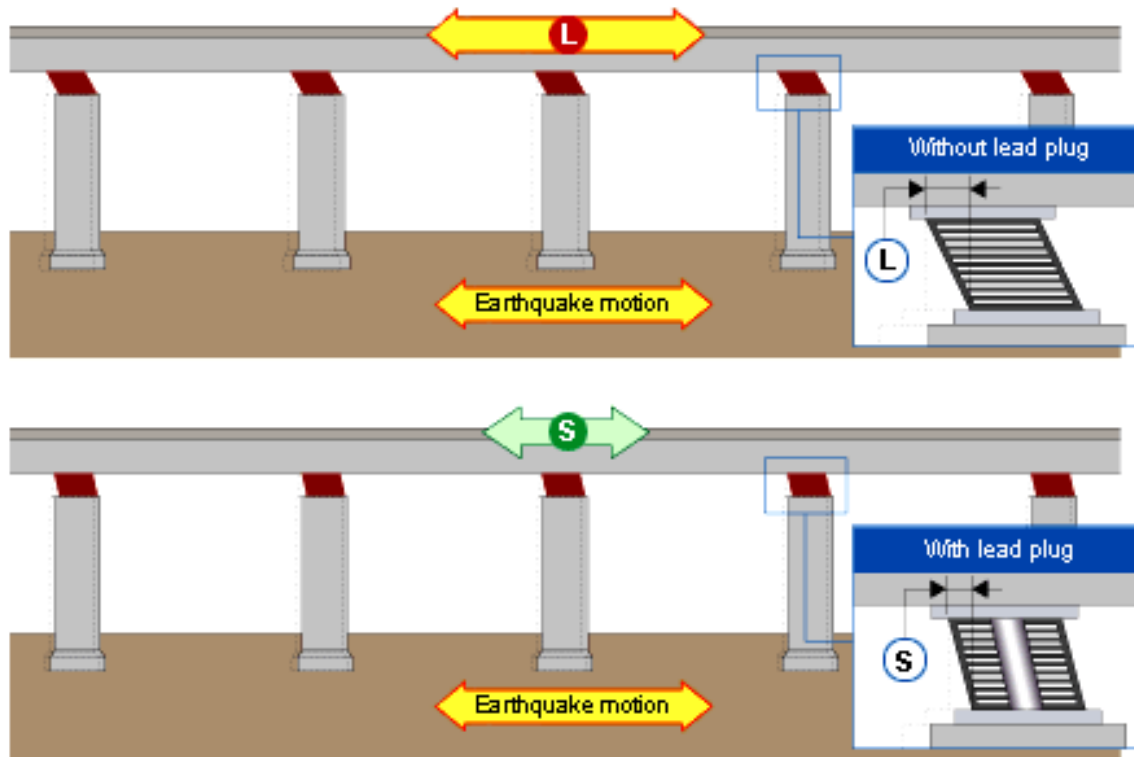
یک وسیله جداگر است که در انتهای سال ۲۰۰۵ عرضه شد که یک پروفیل کمتر از LRB با اجزای دمپ مشابه و توانایی موثر نوسان لرزه ای برای ساختمان های سبک با وزن ستون ها ما بین ۱۱۰۰ تن می باشد.

9-LoGlider

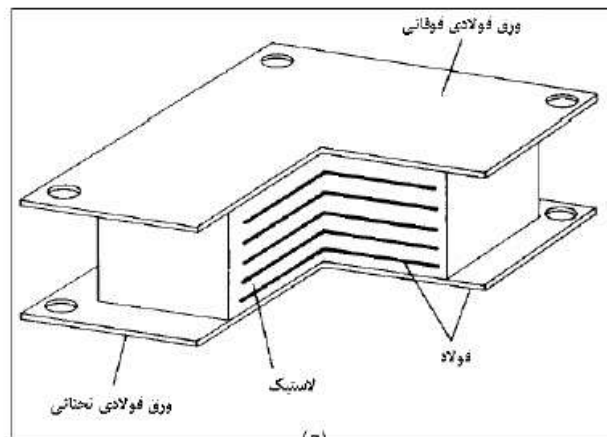
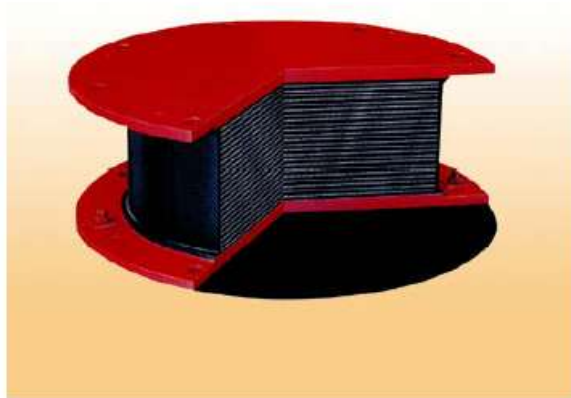
بطور خاص برای حمایت از بارهای شدیداً سبک تا ۵ تن طراحی شده است. قابل استفاده برای طبقات کامپیوتری، تجهیزات حساس آزمایشگاهی، تولید کننده های برق، و یا برای هر نوع تجهیزات حساسی که احتیاج به حمایت در مقابل زلزله داشته باشد. مزایای آن عبارتند از خیلی سبک و براحتی حمل می شوند، به راحتی نصب می شوند، قابلیت نصب برای مقاوم سازی سطح های موجود، و صرفه جویی در هزینه می باشد.



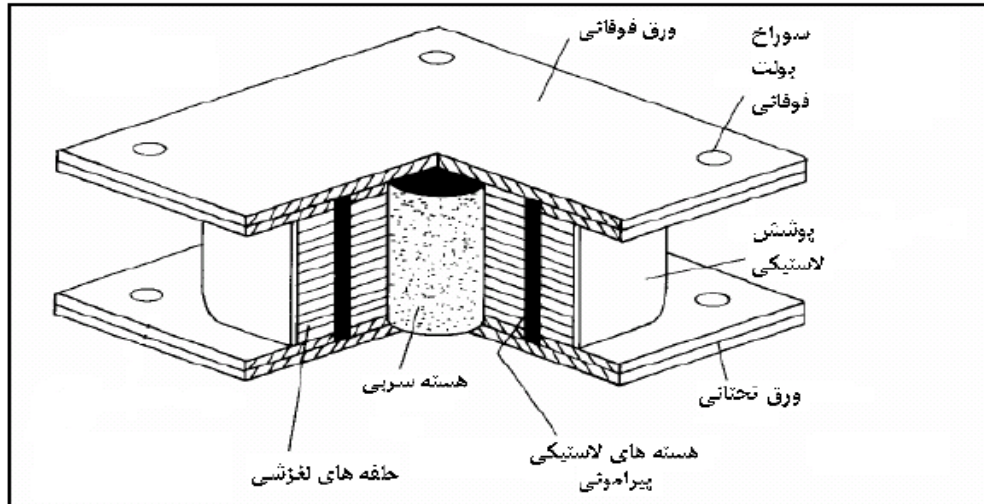
< Vibration damping and Displacement restriction >



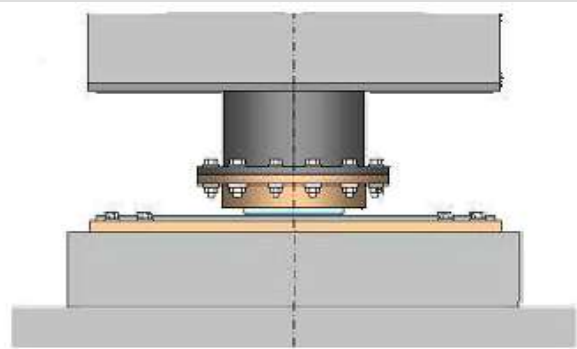
سایر جداگرها



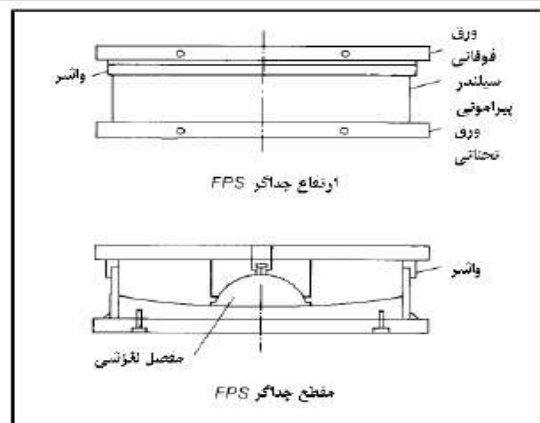
جداگر لاستیکی طبیعی و مصنوعی با میرایی کم



جداگر R-FBI



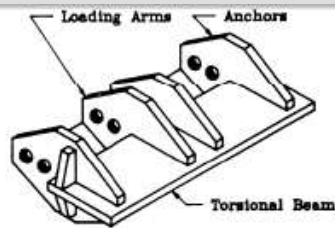
سیستم آونگ اصطکاکی FPS



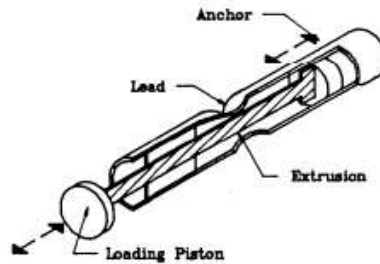
جداگرهای اصطکاکی FPS



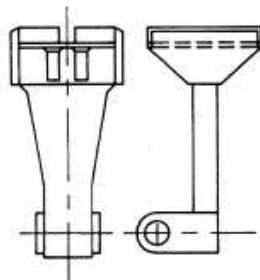
جداگر GERB



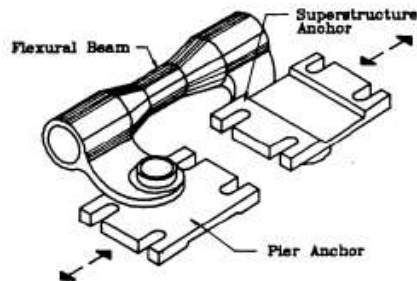
TORSIONAL BEAM DEVICE



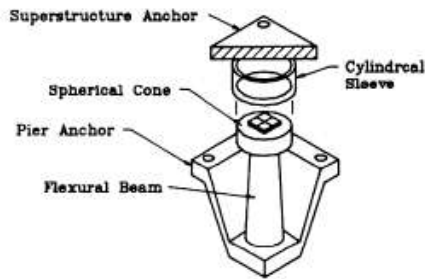
LEAD EXTRUSION DEVICE



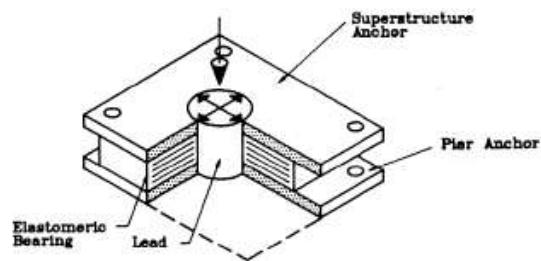
FLEXURAL PLATE DEVICE



FLEXURAL BEAM DEVICE

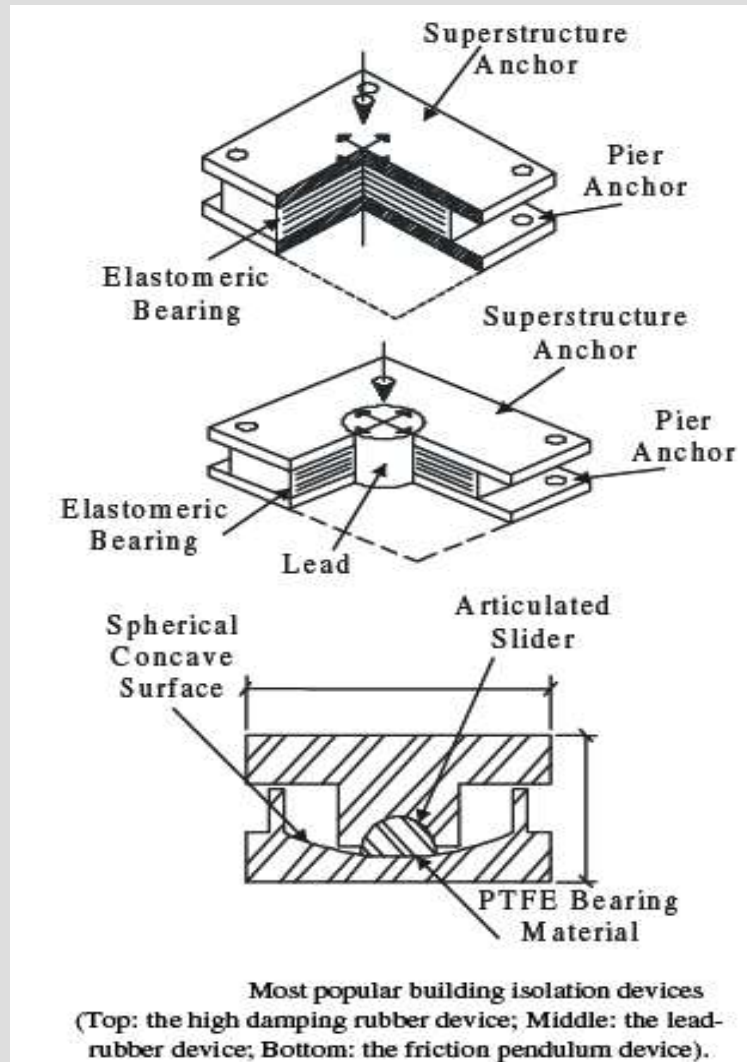
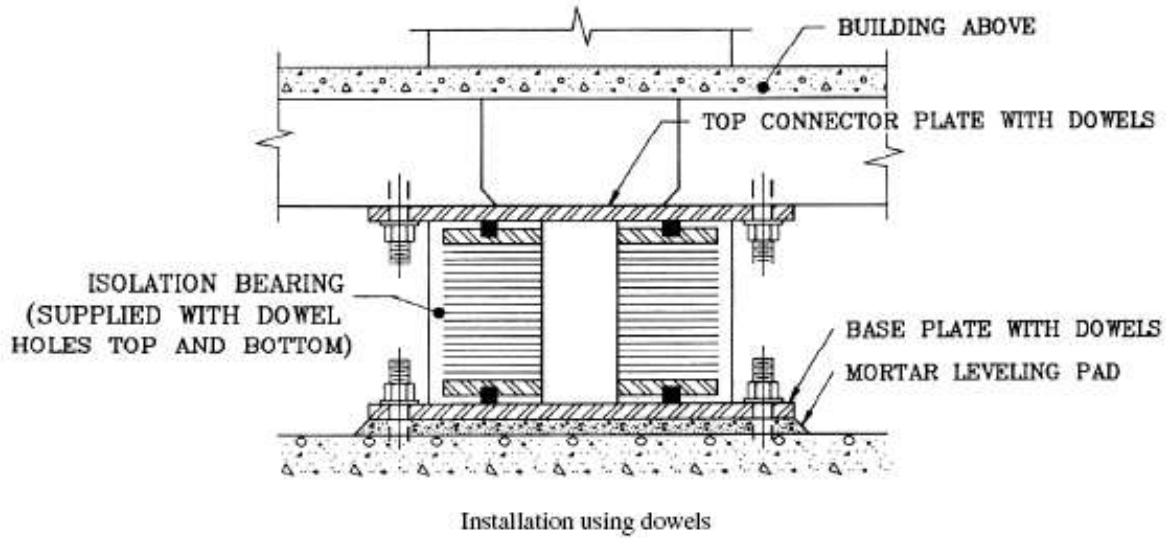


FLEXURAL BEAM DEVICE



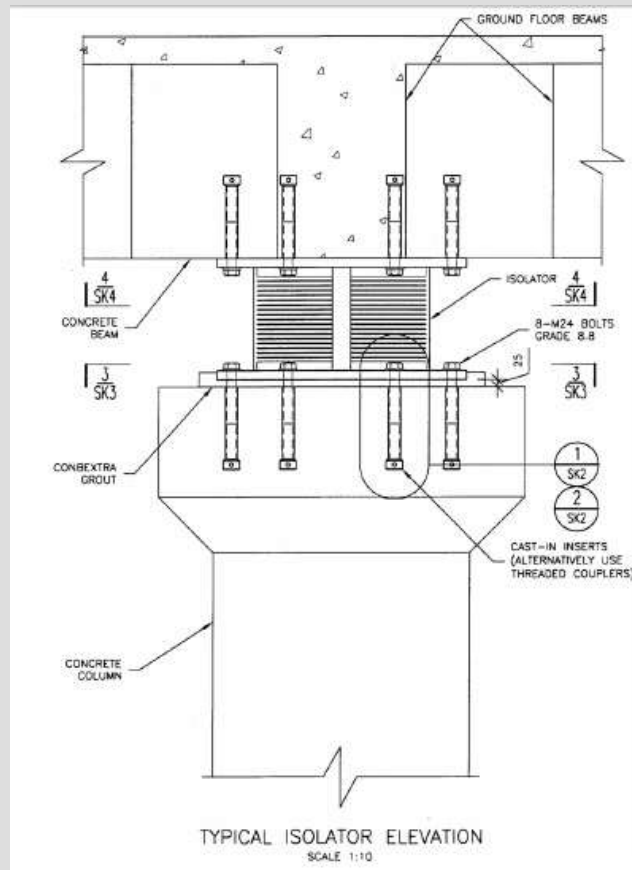
LEAD - RUBBER DEVICE

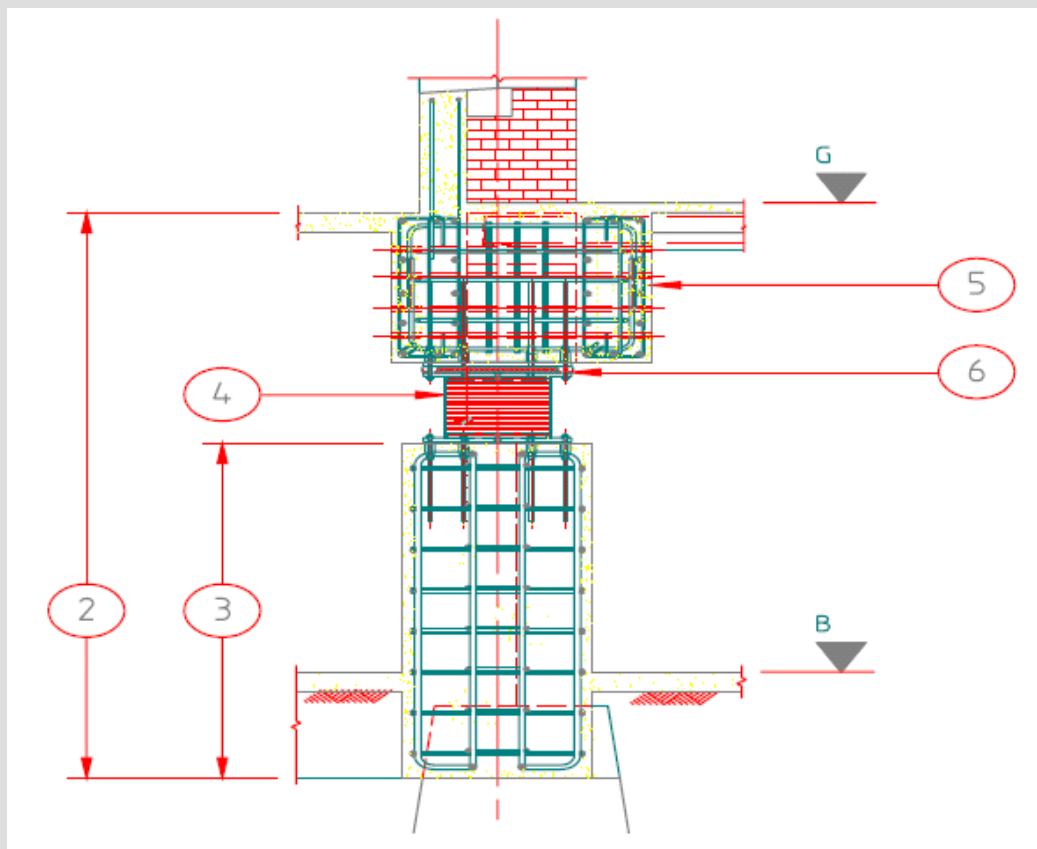
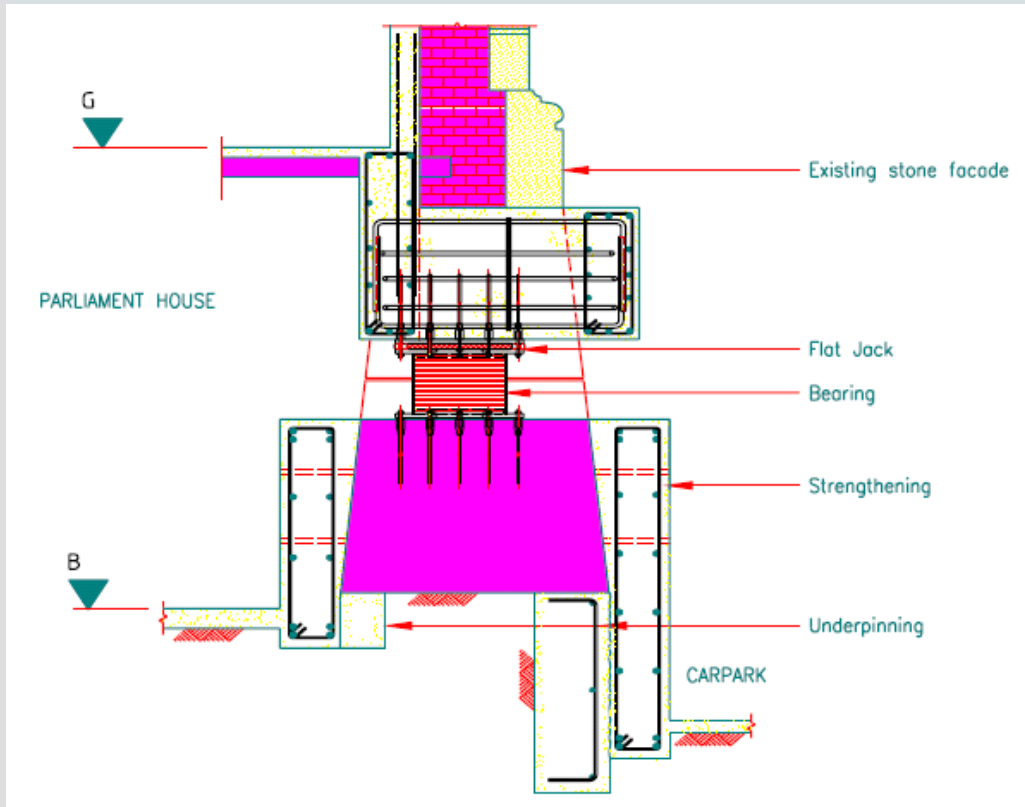
Various mechanical energy dissipaters

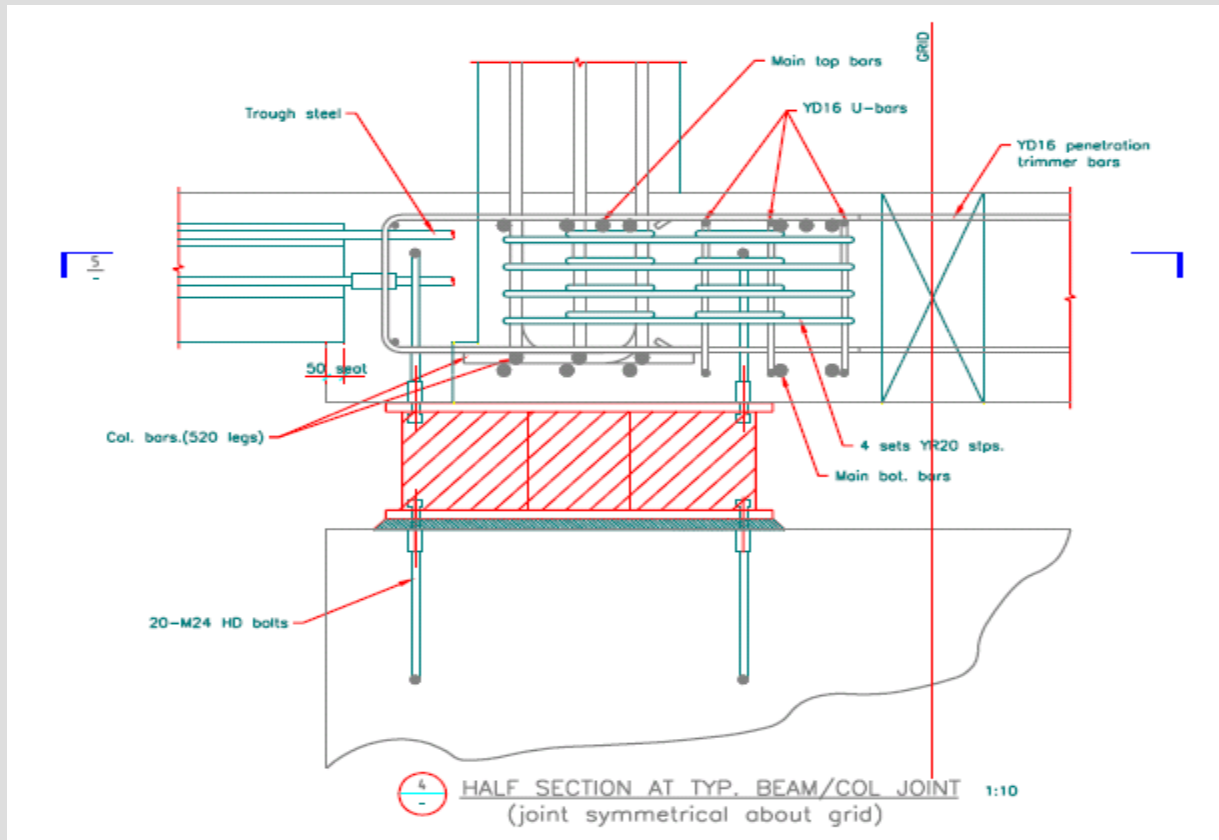
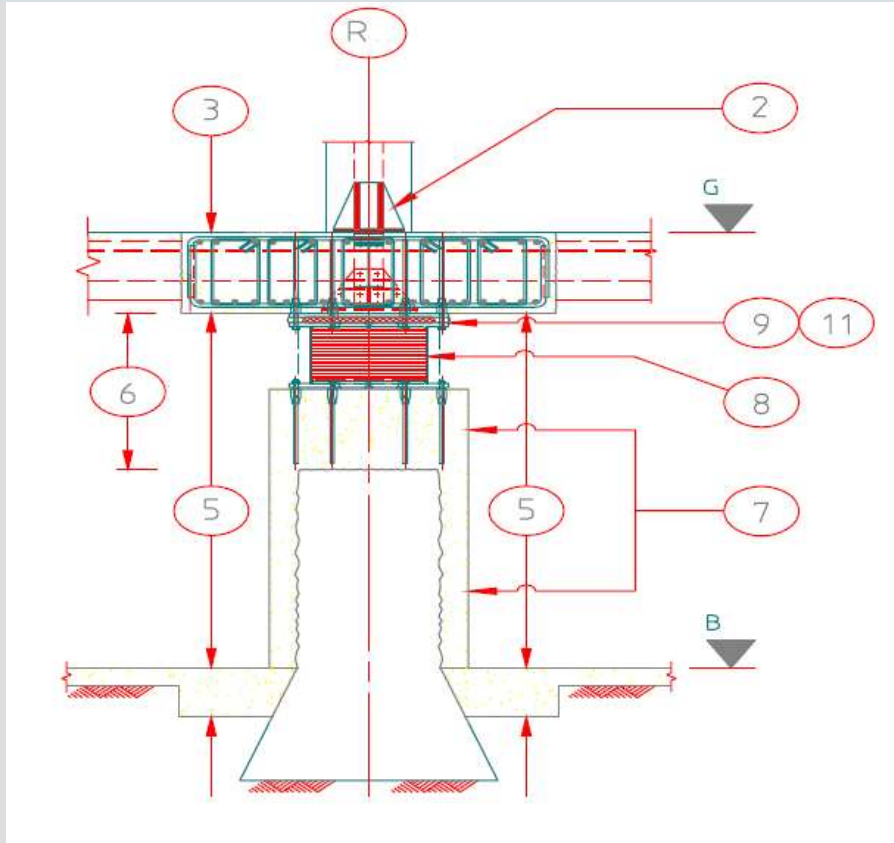




جزئیات اجرایی میراگرها و جداگرهای لرزه ای







مراجع

- ۱- شاپور طاحونی، اصول مهندسی پل
- ۲- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای فولادی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۳- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای بتنی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۴- محمد مویدیان تحلیل و طراحی پلهای دال تیر
- ۵- ابولفضل عربزاده نظریه و تحلیل پلهای پیش تنیده فولادی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹
- ۶- ایمان الیاسیان، تکنیکهای تسلیح سازه بتن آرمه با FRP سایت مرکز عمران ایران
- ۷- وای فان چان، ایان دوان ترجمه مرتضی اسماعیلی، پیمان یوسفی مجد، مهندسی پل طراحی زیر سازه، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۱۳۸۷
- ۸- سیدمهدی زهرایی، آشنایی با جداسازهای لرزه ای وتأثیر آنها بر عملکرد پلها، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل و نقل - ۱۳۸۵
- ۹- علیرضا رهایی، افشین فیروزی، بررسی عملکرد آسیب پذیری پلها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۳۸۴
- ۱۰- مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین المللی پل - خردادماه ۱۳۸۷
- ۱۱- ایمان الیاسیان " راهکارهای مقاوم سازی سازه های بتن آرمه " سایت مرکز عمران ایران
- ۱۲- ایمان الیاسیان " تکنیکهای بهسازی و مقاوم سازی سازه ها " ۱۳۸۹
- ۱۳- شاپور طاحونی " پیش نویس روشهای بهسازی لرزه ای سازه های موجود و جزییات اجرایی " سایت Iransaze
- ۱۴- ایمان الیاسیان " روشهای مقاوم سازی سازه های بتن آرمه و آشنایی با روش تقویت با ورقه FRP " فصلنامه علمی - کاربردی مهندس اسوه سال اول / شماره سوم / بهار ۱۳۸۵

15- Robinson Seismic LTD

16-Goodarz Ahmadi "Over view of Base isolation, Passive and active vibration control strategies for A seismic Design of structures" devices" published by Earthquake Engineering Research Institute

Holmes Consulting "Base Isolation of structures ,Design Guidelines"17-Trevor E Kelly, S.E Group LTD,Wellington New Zealand ,Revision 2001

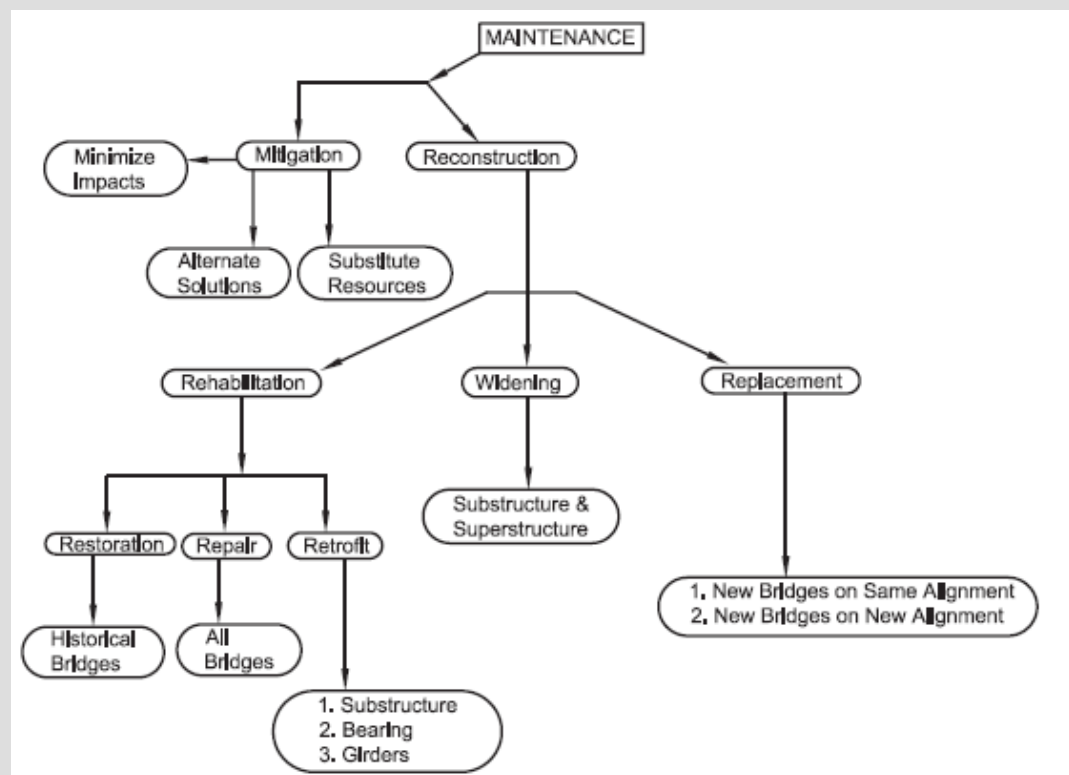
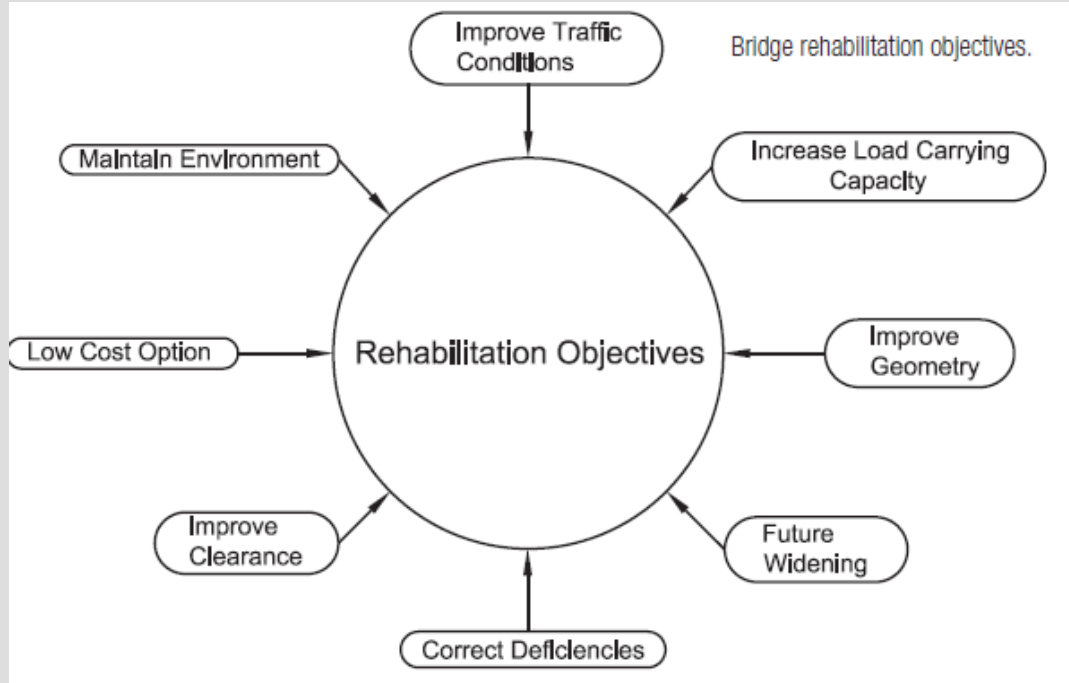
In Structure Damping and energy Dissipation" Holmes Consulting "18- Trevor E Kelly, S.E Group LTD,Wellington New Zealand ,Revision 2001

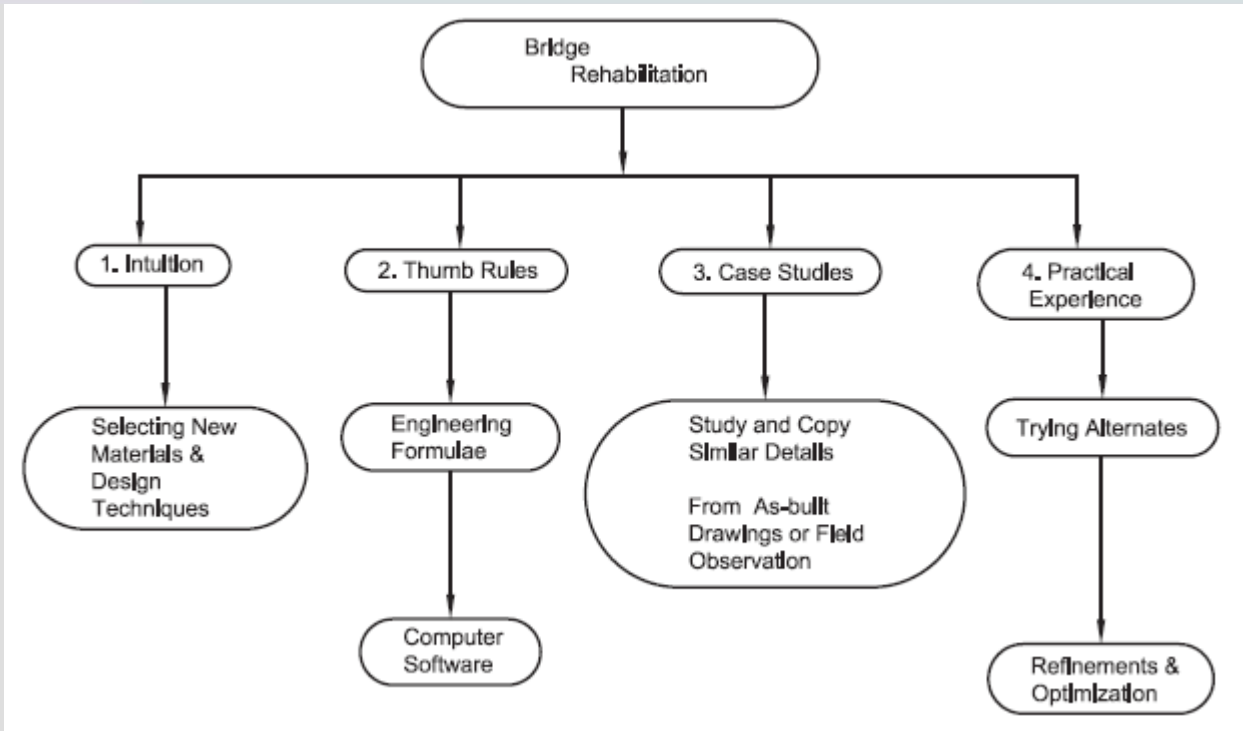
Performance Based Evaluation of Buildings, Non linear Push over "19- Trevor E Kelly, S.E and Time history analysis" Holmes Consulting Group LTD, Wellington New Zealand ,Revision 2001

20-Ghafoori Ashtiani.M, Homaioon Shad.F, 2002 "Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice" translation of Naeim, F, Kelly, J. M in institute of earthquake engineering and seismology(IEES)

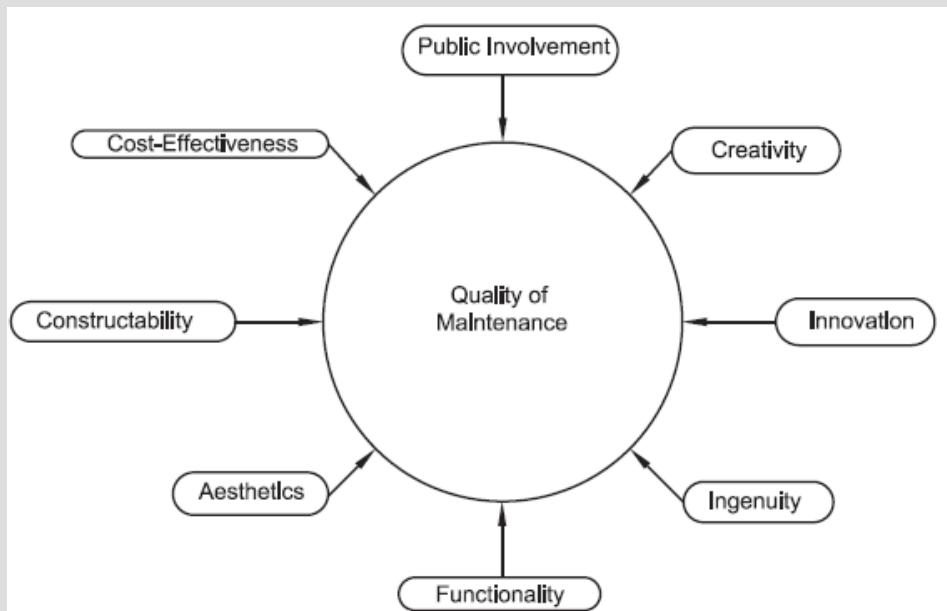
21- Kelly, T. E, (2001), "BASE ISOLATION OF STRUCTURES", Holmes Consulting Group Ltd.

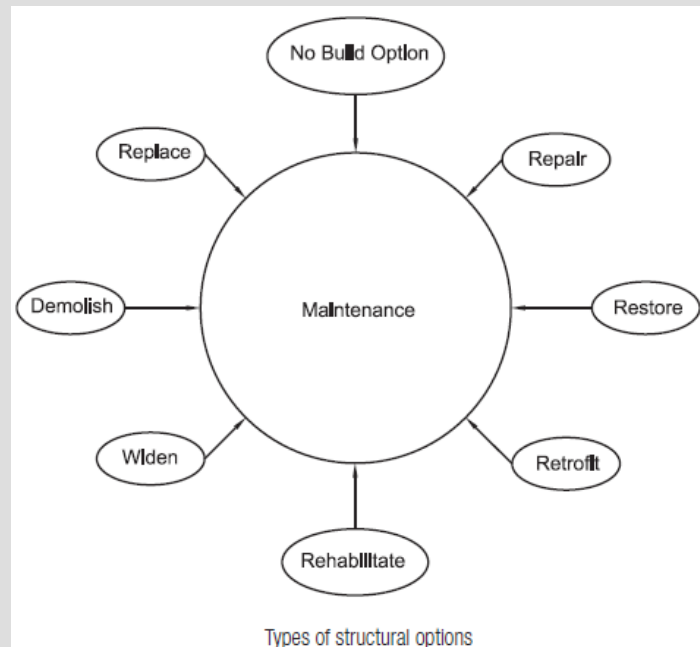
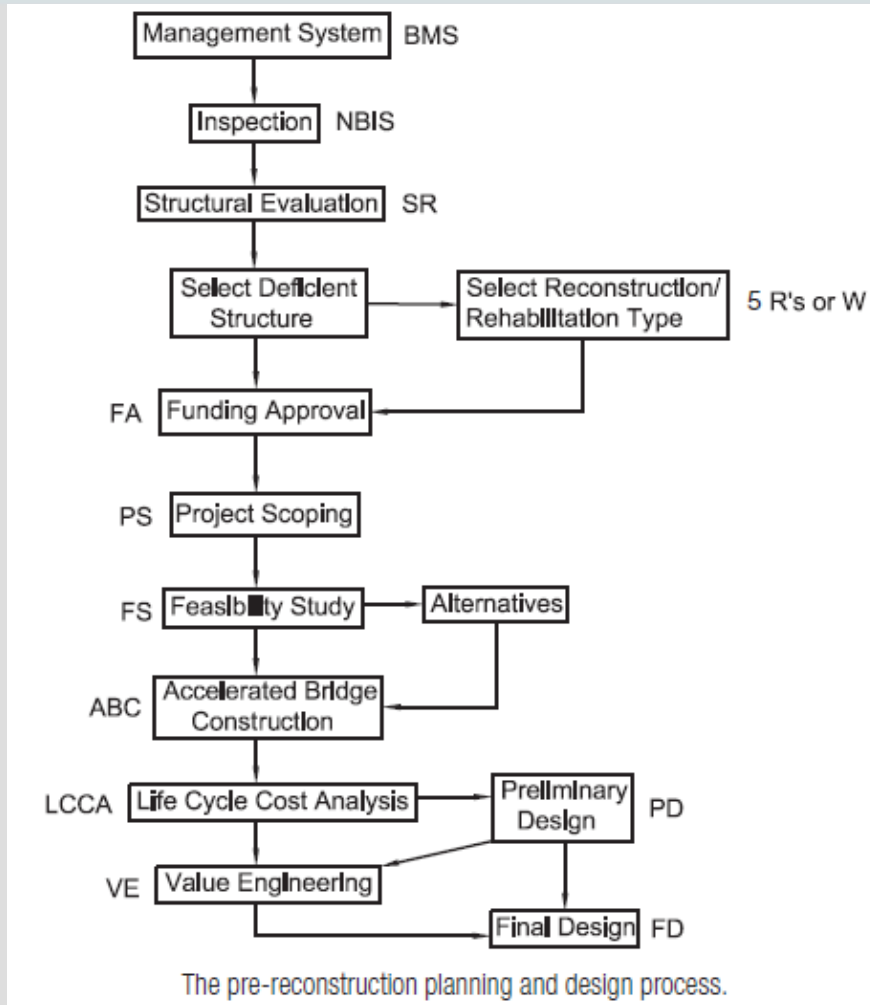
اجزای نوسازی پل ها

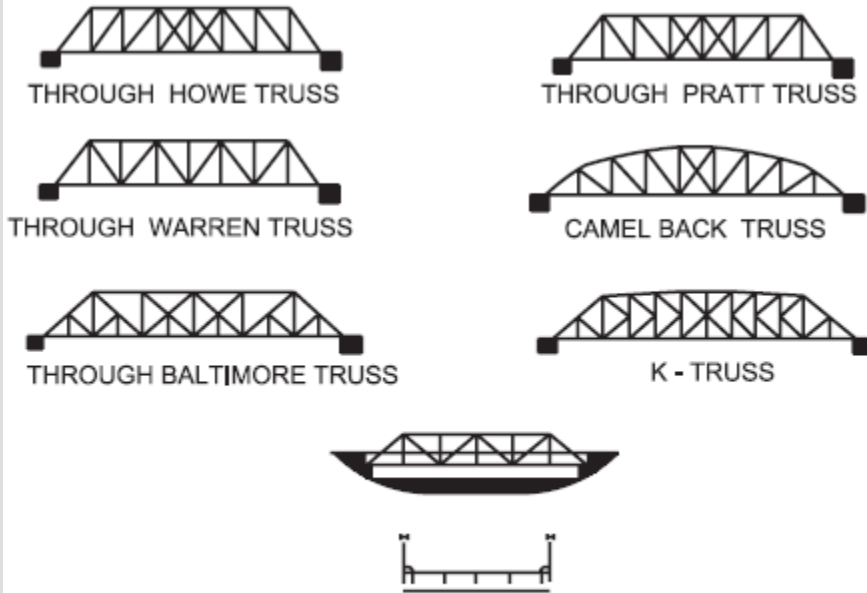
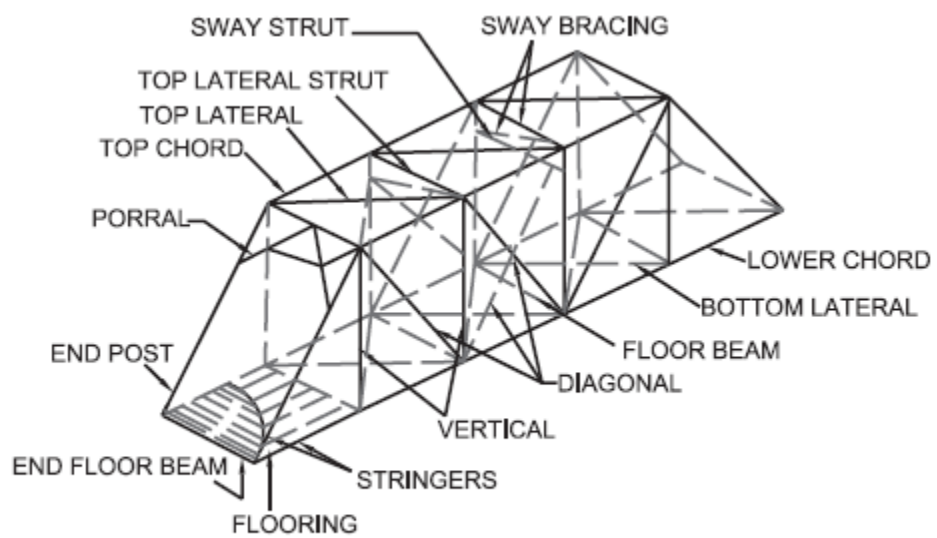




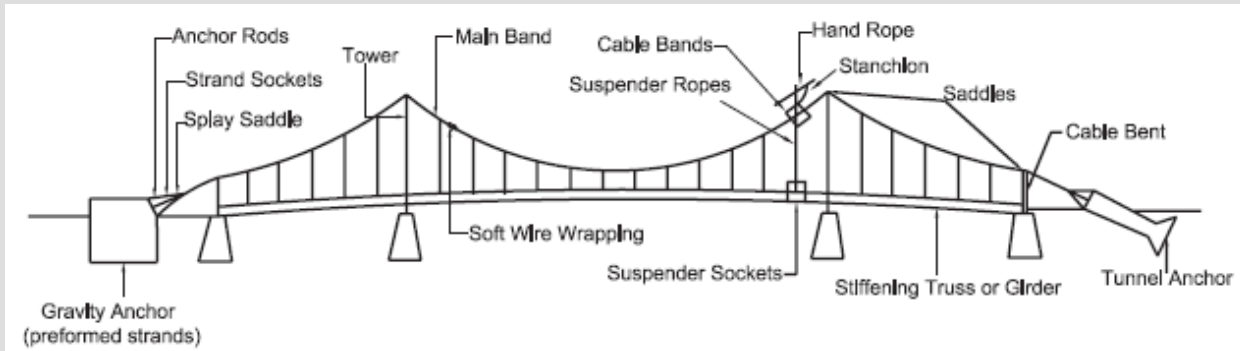
- To develop low cost solutions
- To improve traffic conditions
- To increase capacity
- To improve geometry and sight distance
- To improve horizontal and vertical under clearances
- To provide for future widening.



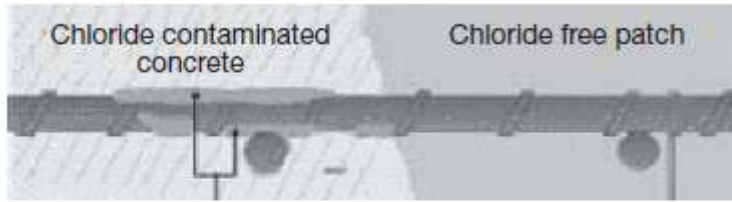




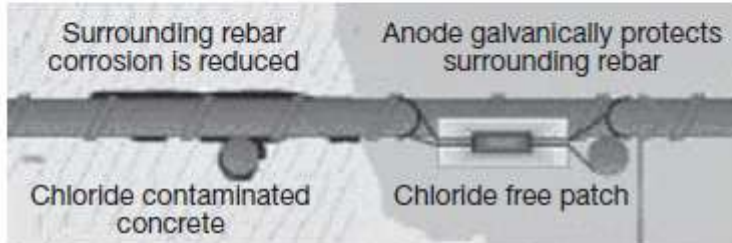
Configuration of existing steel trusses that require rehabilitation.



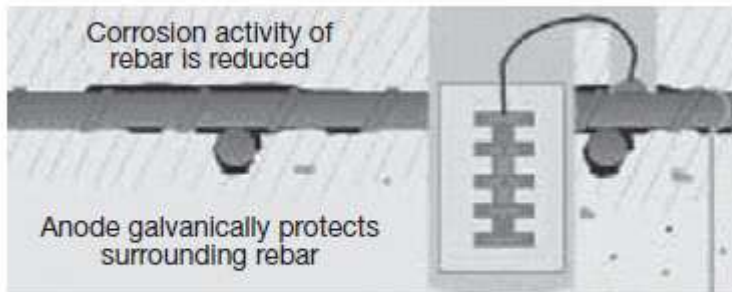
Repair Procedures for Galvanic Technology



(a) accelerated corrosion

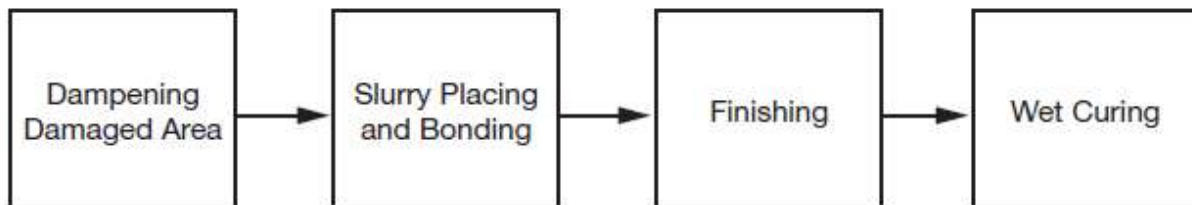


(b) ring anode corrosion

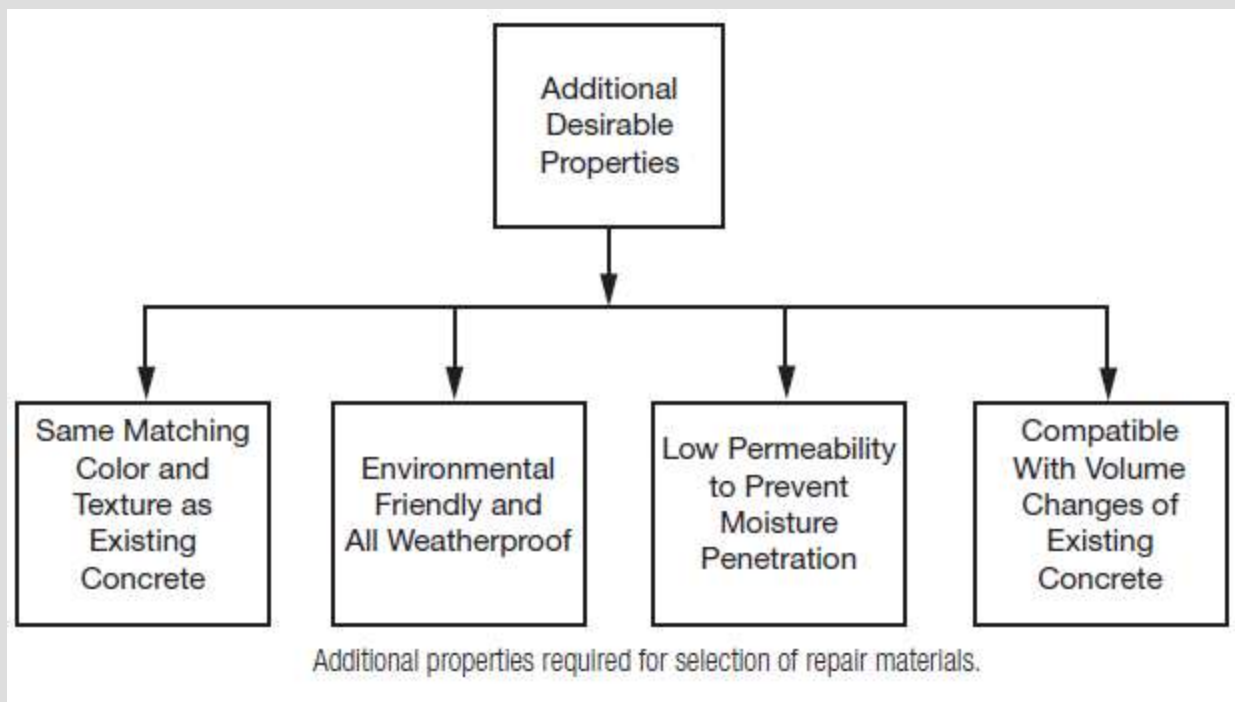
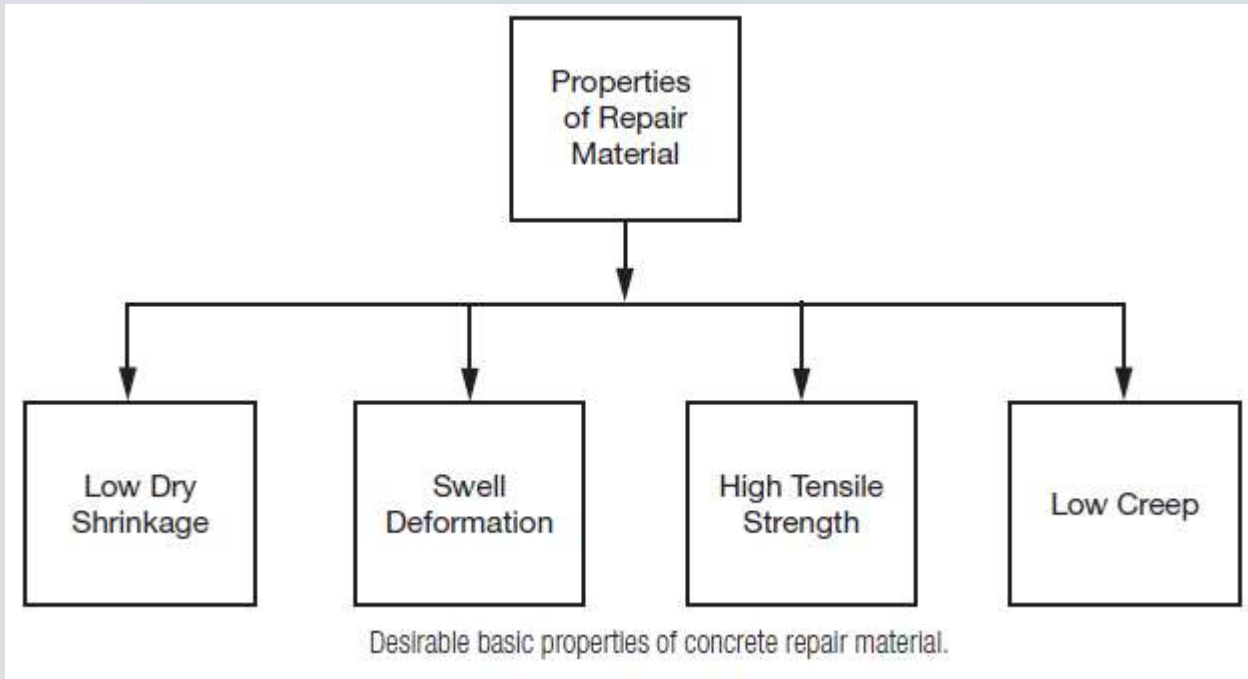


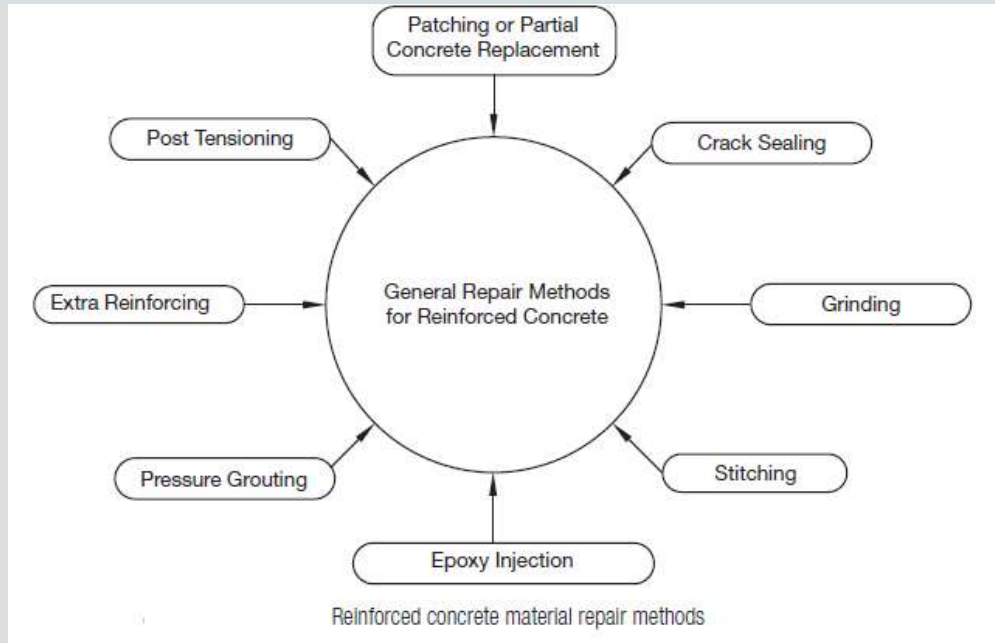
(c) chloride accelerated corrosion

Accelerated corrosion due to potential difference between patch and chloride contaminated concrete.



Patching procedure for damaged areas.





10.2.11 Details of Reinforced Concrete Repair Methods

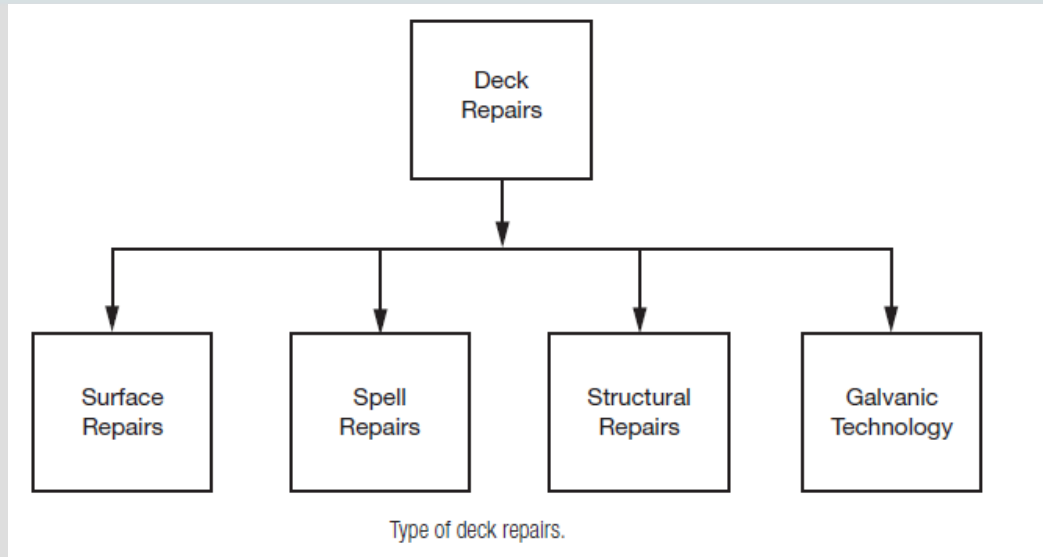
Reinforced concrete repair methods may differ from that of un-reinforced concrete. Common methods are:

- Sealing
- Grinding
- Flexible sealing
- Epoxy injection
- Grouting
- Reinforcing
- Stitching
- External FRP reinforcing and steel plate
- Drilling and plugging
- Jacketing.

10.2.12 Crack Repair Methods (Table 10.1)

Steps to repairs of cracks are:

1. Concrete repair design
2. Patching and packing
3. Shotcrete, carbon fiber reinforcing, chloride extraction, gunite, cathodic protection
4. Improved repair methods using non-shrink hybrid polyurethane mixed with dry silica sand:
 - Thermal resistant
 - Effective bonding
 - Low surface tension.



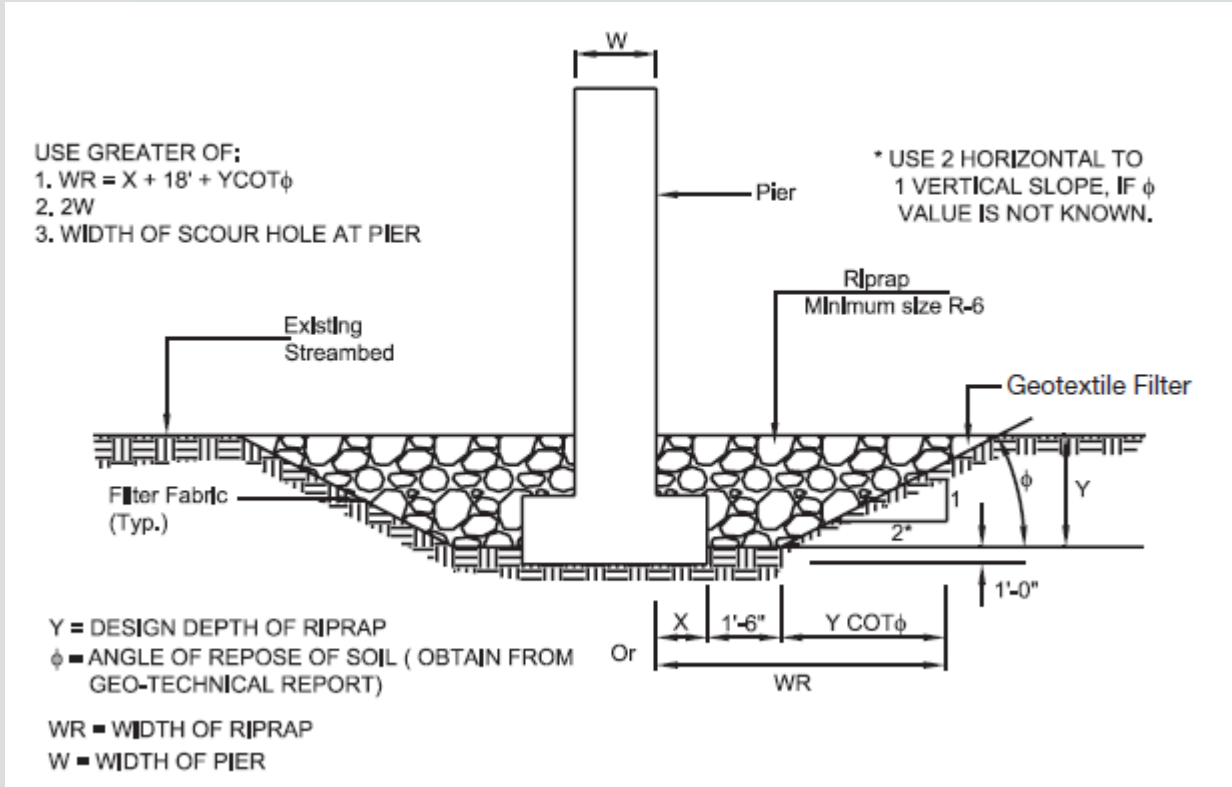
- Preparing surface
- Deck patching
- Remove unsound concrete
- Full depth patching
- Partial depth patching.

- Coarse aggregate
- Epoxy bonding coat
- Reinforcement steel, deformed bars
- Latex emulsion admixture
- Silica fume admixture
- Quick-setting patch materials:
- Membrane waterproofing.

1. Latex modified concrete (LMC).
2. Microsilica fume concrete.
3. Corrosion inhibitor aggregate concrete.
4. Polymer surface treatment—thin epoxy overlay.
5. Bituminous overlay with water proofing membrane.

1. Conceptual design
2. Preliminary design
3. Detailed design
4. Final design
5. Construction phase.

1. Visualization
2. Communication
3. Collaboration
4. Conflict resolution.



Substructure retrofit measures:

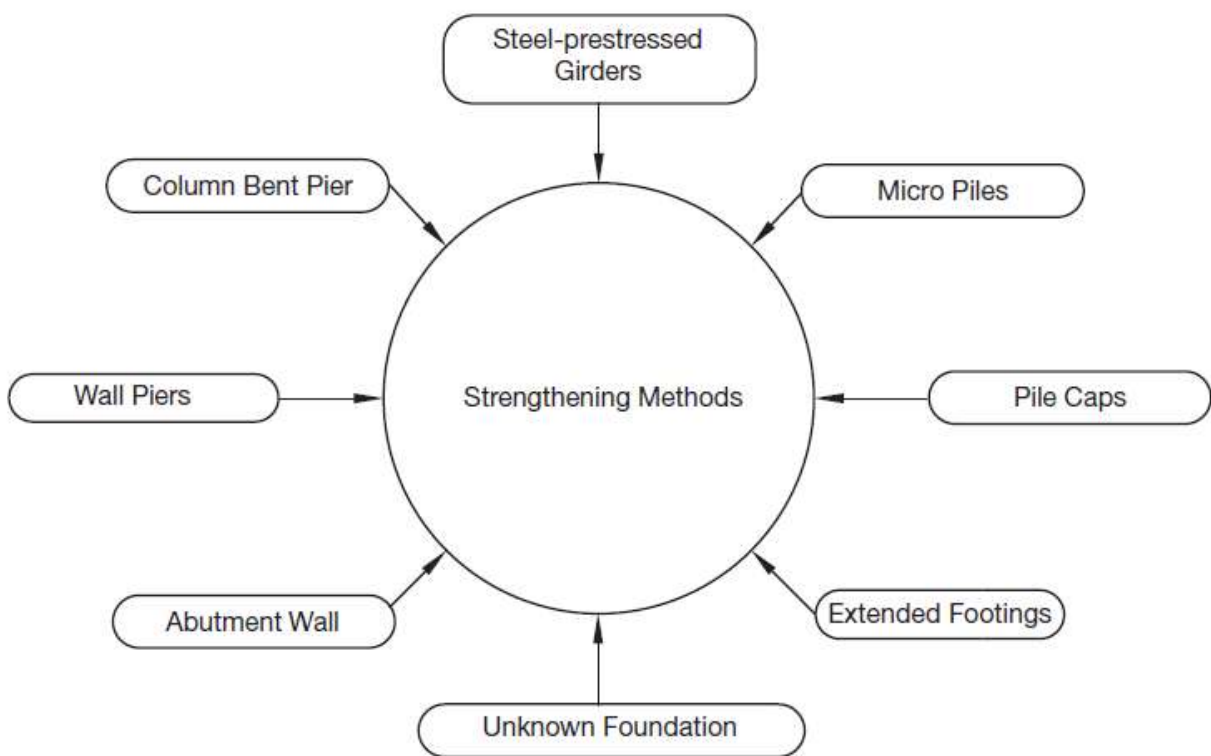
- Bearing strengthening—use of restrainers
- Foundation improvement
- Bearing replacement
- Elastomeric bearing
- Use of Isolation bearing

Seismic Retrofit

1. Seismic retrofit goals
 - Minimize the risk of unacceptable damage
 - Unacceptable damages
 - Loss of life
 - Collapse of all or part of bridge
 - Loss of use of vital transportation route (essential route)
2. Seismic retrofit process
 - Evaluate and upgrade the seismic resistance of existing bridges
 - Preliminary screening—inventory
 - Detailed evaluation
 - Vulnerability rating
 - Seismic bridge ranking
 - Design retrofit measures

3. Retrofit measures

- Strengthening members: Bearing strengthening by restrainers
- Seat width improvement
- Column strengthening: FRP wrapping or jacketing of column
- Foundation improvement
- Bearing replacement
- Elastomeric bearing
- Isolation bearing
- Dampers
- Retrofitting for continuity.



Strengthening methods of bridge components.

1. Concrete deck repairs by patching
2. Epoxy injection
3. Deck protection by HDC

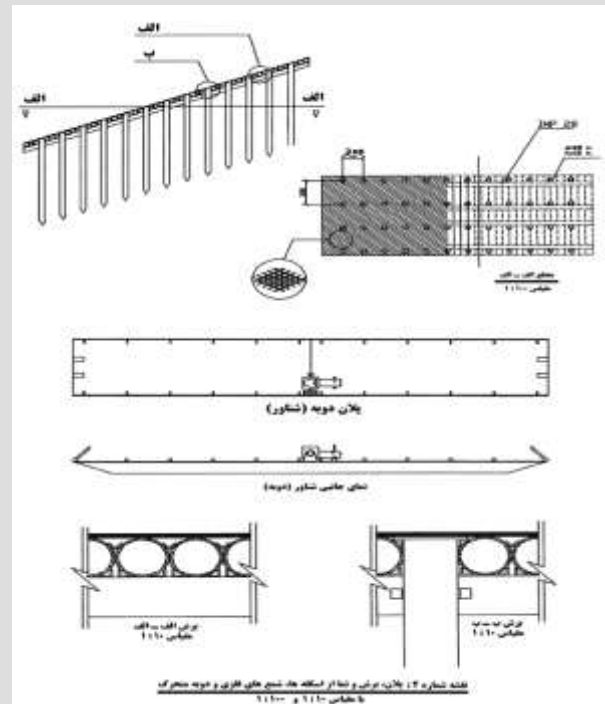
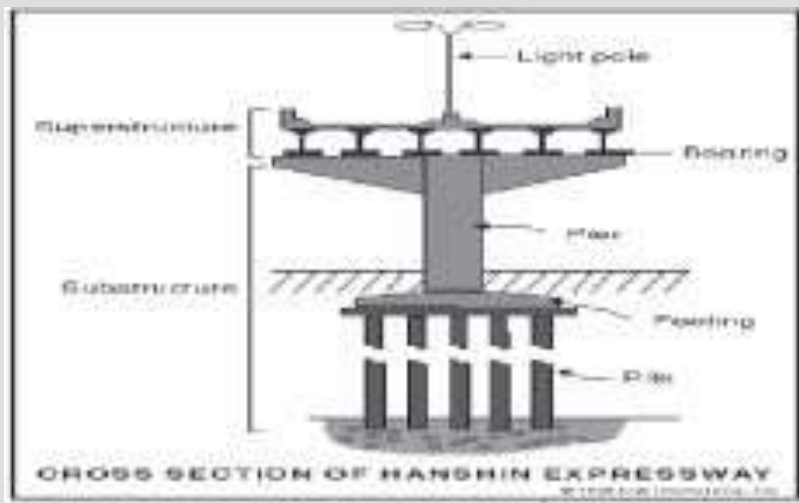
4. Silica fume
5. Waterproofing membrane, polymer surface treatment, CP system, ECE, protective sealant and coatings, LMC, CIA, improving skid
6. Various DOT memorandums on specialized strengthening topics.

Bridge and Highway Structure Rehabilitation and Repair

Mohiuddin A. Khan



2010

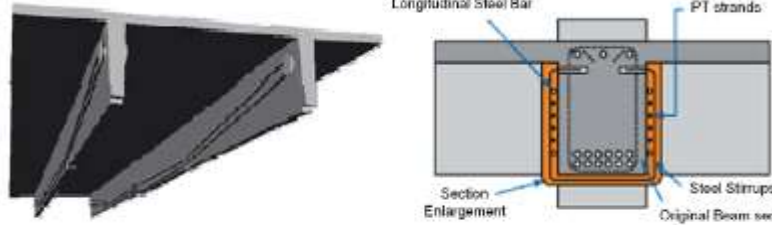




کف بند توریسنگی در اطراف پایه پل



روش استفاده از پیش تنیدگی موضعی در مقاوم سازی تیرهای بتنی



شکل (۹۲-۲) روش استفاده از پیش تنیدگی گسی در مقاوم سازی تیرها



کشهای مهاربند طولی

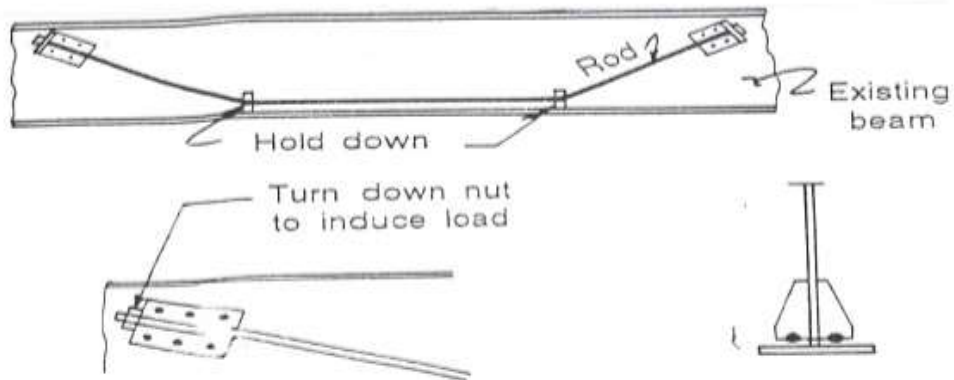


Fig. 7.21 Prestressing a steel beam

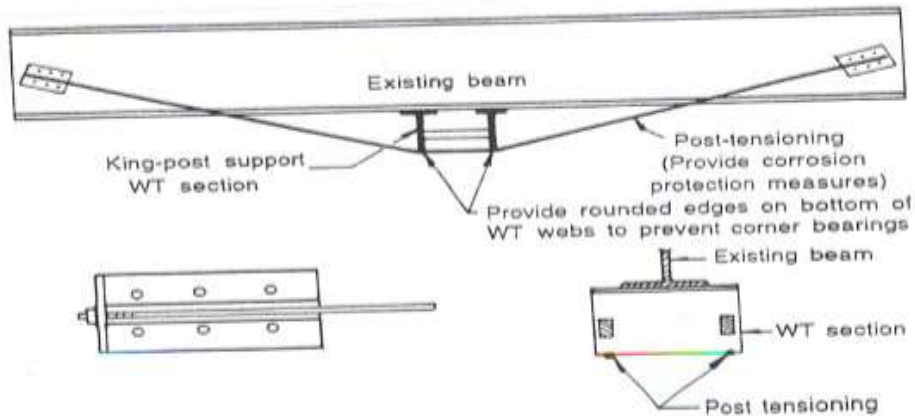
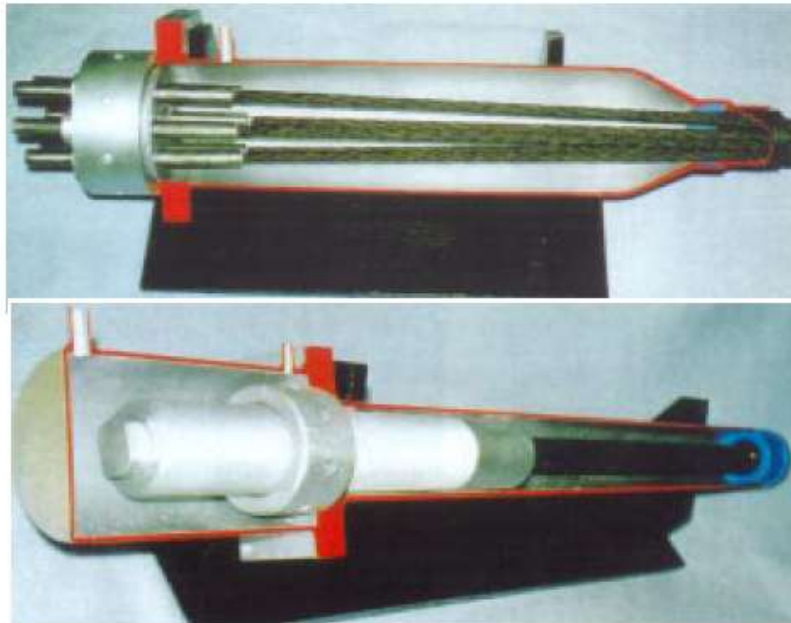
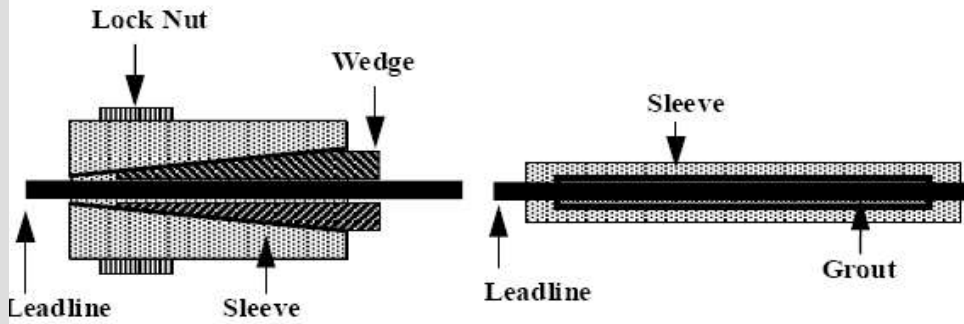
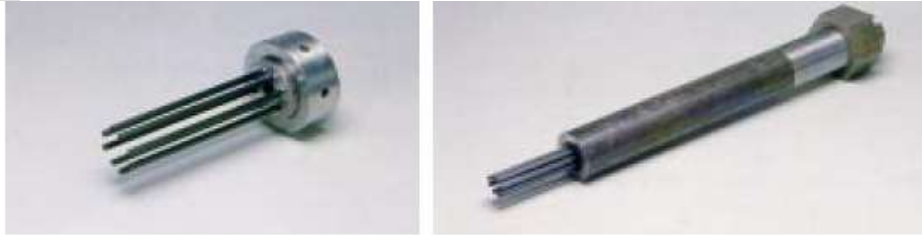


Fig. 7.22 King-truss type prestressing



(a) Metallic Terminal (M-S-R) (b) Metallic Terminal With Multi-Fixing (M-M-R) (c) Non-Metallic Terminal (N-M-S)
Ends of the "Resin Filling" type



Cut-away of anchorage used for internal post-tensioned cables.



Unrolling AFRP tendons from a drum.



Preparing the anchorage (bond-type)



Injection of mortar into the tendon mounted anchorages.



Drilling of holes into girders for the introduction of aramid tendons.



Placement of temporary reaction devices between girders.



Jacking of tendons.



Cutting of tendons between girders after cure of concrete in anchor blocks.



Installation and jacking of external steel cables.



View of anchorage block showing position of 6 AFRP tendons.



End view of anchor blocks with external cables and anchorages.



Technora 9-bar tendon in a stainless steel bonded anchorage.



مودهای شکست کابل / بتن / سنگ

- واژگونی / ترک
- برش در طول مقطع لغزشی
- حرکت گره ها

مولفه های سازه فولادی

- کابل پیش تنیده

معیارهای طراحی برای پایداری پل و کنترل ترکها

- بارهای استاتیکی، دینامیکی، سیکلیک
- تنش های مجاز بتن
- نیروهای چکشزدن
- نیروی برشی فونداسیون
- طول گیرداری برای مهار در فونداسیون
- تنش های مجاز سنگ (بستر و تکیه گاه)
- مدل سه بعدی پیش تنیدگی
- افت های پیش تنیدگی
- اصطکاک
- رهاشدگی کابل ها
- خزش و چین خوردگی بتن
- لغزش کابل
- شکستگی ها
- مواد ضد خوردگی (دوغاب، گریس، قیر)
- مواد اپوکسی اطراف کابل ها - مواد آب بند کننده

کابل های چسبیده

- تزریق برای جلوگیری از خوردگی
- انتقال نیرو به بتن

کابل های بدون چسبیدگی

- گریس کاری برای جلوگیری از خوردگی
- نگهداری طولانی مدت کابل های پیش تنیده

تحلیل پایداری

- تاثیر پیکربندی کابل ها مهاری
- ندها، م.ا.د به سیستم، با.گذا.م، هندس

طراحی مقدماتی

بدنه صلب معادل

مدل اجزای محدود

- مدل سازی کابل ها / میلگردها
- پایداری هندسی
- لغزش چسبندگی
- اثر چسبندگی

مدل سازی کابل ها مانند نیروهای معادل

- انتقال اصطکاک به بتن

مدل سازی کابل، مانند المان های کابلی

- خواص الاستیک / غیرالاستیک
- گسترش نیروی داخلی
- چسبیده / غیر چسبیده

تحلیل موفق با توجه به مودهای شکست

- پلی : طراحی جزئیات

روشهای نوین در تعمیر و نگهداری پل

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

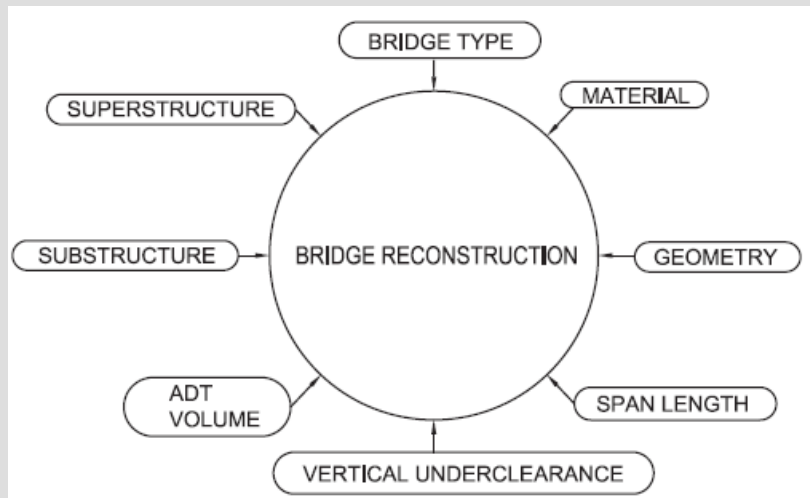
Iman.Elyasian@gmail.com

چکیده

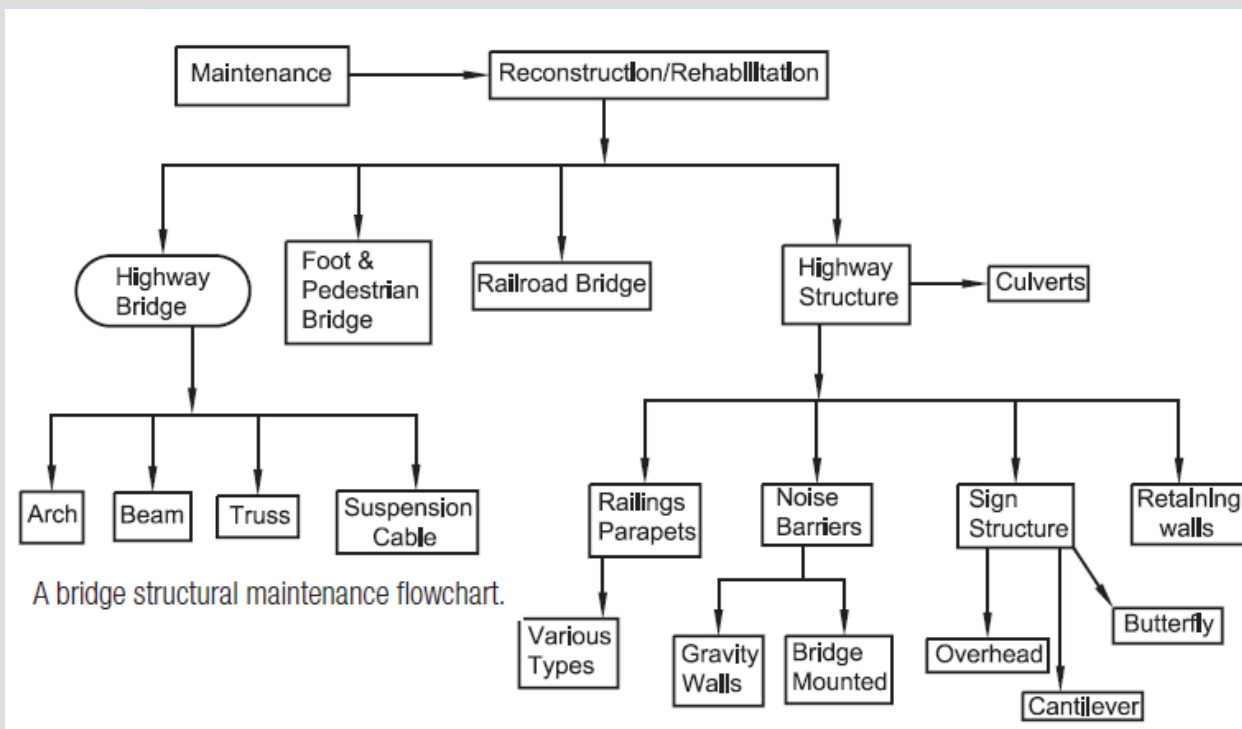
از آنجایی که پلها سازه های حساس و از جمله شریانهای حیاتی هستند بررسی آسیب پذیری و بازرسی مرتب و توجه به روش اجرا و مقاوم سازی و رفع عیوب و تقویت آنها و ارائه راهکارهایی در این خصوص حائز اهمیت می باشند در ادامه به روشهای اجرای پل بصورت فناوری نو با رویکرد مقاوم سازی می پردازیم.

مراحل بازسازی پل

پارامترهای تأثیر گذار عبارتند از ۱- نوع پل ۲- مصالح و مواد تشکیل دهنده و سازنده ۳- هندسه پل ۴- طول دهانه ۵- ارتفاع قائم پل ۶- حجم اشغالی فضا ۷- زیر سازه ۸- روسازه



عملیات تعمیر و نگهداری ۲ فاز تقویتی مقاوم سازی و بازسازی یا ساخت مجدد دارد که دارای زیر شاخه های درختی زیر هستند



ملاحظات اجرایی پل

۱- ایمنی ۲- شواهد و مدارک قابل نگهداری ۳- نمونه های جایگزین ۴- مستند سازی ۵- مصاحبه ها ۶- جمع آوری مستندات ۷- ارزیابی اولیه که منجر به گسیختگی پل می گردد

برخی از مودهای خرابی پل

۱- خستگی و شکست ۲- خوردگی و ترک خوردگی جان شاهتیر فولادی ۳- آسیب ناشی از تصادم و برخورد محدود وساینقلیه به پایه دهانه آزاد ۴- آتش گرفتن و گسترش حرارت ۵- جابجایی ناشی از زلزله ۶- افزایش تأثیر و گسترش نیروی باد

راههای جلوگیری عمومی

۱- فراهم کردن فضای موردنیاز برای بازرسی ۲- استفاده از روشهای نوین طراحی چون LRFD ۳- اطمینان از مقاوم سازی لرزه ای در مقابل لرزه های محتمل و جزئی ۴- تهیه خطوط تراز اندازه گیری ۵- پایش موثر از طریق سنسورهای کنترل از راه دور ۶- بررسی مکانیزمهای گسیختگی انواع مختلف سیستمهای سازه ای ۷- حفظ کنترل کیفیت و ایمنی نفرات در هنگام ساخت و ساز ۸- توسعه و استفاده از آیین نامه های بهسازی لرزه ای و تلفیق و ادغام سیستمهای سازه ای به منظور گسترش روشهای مقاوم سازی ۹- ترک خوردگی در زیر سازه بخاطر الزامات نشست فونداسیون بایستی جلوگیری شود ۱۰- توسعه آیین نامه ای مواد جدید و روشهای نوین تعمیر چون عرشه های تقویت شده با FRP ۱۱- تکمیل تلاش بیشتر مهندسی ساخت و اجرا برای شرکت در بازنگری و تجدید نظر آیین نامه های طراحی در حال توسعه

فرایند مقاوم سازی لرزه ای

- ۱- ملزومات مورد نیاز در ادامه ذکر شده اند
 - اختراع، نظارت و بررسی اولیه
 - ارزیابی مفضل و با جزییات
 - نرخ آسیب پذیری محاسبه شده
 - مرتبه بندی ارزیابی لرزه ای
 - طراحی اندازه گیری مقاوم سازی
- ۲-ارزیابی و مقاوم سازی لرزه ای پلهای موجود
 - استفاده از دورپیچ FRP
 - استفاده از قنداق کردن و ژاکت کردن دور ستونها
 - پایداری زیر سازه، تعمیرات و اصلاح فونداسیون
 - تقویت بالشتکها/استفاده از قیود بیشتر
 - اصلاح تکیه گاه / تقویت ظرفیت نشیمنگاه بالشتک
 - جایگزینی و تعویض بالشتک و ساتفاده از پدهای الاستومر یا جداگر لرزه ای بجای آن
 - استفاده از میراگر
 - تقویت اعضا واتصالات

گسیختگی های محتمل

- ۱- نیاز به بکار گیری مهندسی ایمنی
- ۲- خطاهای طراحی شامل
 - خطای تبدیل واحد
 - گسیختگی در اثر در نظر نگرفتن فاکتور صحیح ایمنی
 - استفاده از نیروی استاتیکی بجای نیروی دینامیکی
 - عدم انتخاب مصالح مناسب
 - موارد اجرایی منتج شده از طراحی
 - تخمین نادرست از عمر بهره برداری ساخت
 - تأثیرات شرایط محیطی مضر همچون نیروهای حرارتی، ارتعاش، خوردگی و فرسایش
- ۳-خطاهای ساخت
 - مطابق آنچه در نقشه ها ترسیم شده همواره نمی توان ساخت
 - تغییر قیود تکیه گاهی و اتصالات به دلیل این که اندازه های مشخص شده موجود نمی باشد و اتصال سازه ای راتضعیف می کند
 - تنش بیش از حد موضعی در زمان نصب، برپاکردن و بهره برداری
- ۴- خطاهای تعمیر و نگهداری
 - تعمیر و نگهداری و ترمیم ناکافی

- دسترسی ناکافی و ضعیف برای بازرسی محللهایی چون بالشتکها
- کمبود منابع مالی برای تعمیر و ترمیم به موقع

۵- خطاهای ارتباطی

- ✓ دتایل ضعیف و نامناسب
- ✓ کمبود هماهنگی و پاسخ دهی مناسب از سوی کارفرما و مشاور به پیمانکار در زمان ساخت درمورد نیاز به اطلاعات و داده های بیشتر و دقیق تر
- ✓ ملزومات تغییرات طراحی برای حل و فصل مشکلات زمان ساخت
- ✓ تنظیم و تطبیق ابعاد با شرایط ژئوتکنیکی در محل سایت پروژه
- ✓ مشکلات دسترسی
- ✓ تأمین مصالح

۶- اصول کنترل مخاطرات

سنسورهای موردنیاز مهندسی مطابق و سازگار با نظر تیم مدیریت پروژه تأمین گردد

- تشخیص نقایص و کمبودها در حین بازرسی و پایش
- تعریف عملکرد ممانعت و جلوگیری و تخمین هزینه ها
- تخصیص منابع مطابق با سنخیت با نیاز
- بکارگیری پاسخ دهی برای عملکرد ممانعتی همچون طراحی مجدد و تعمیرات
- پذیرش و تطابق فرایند تضمین کیفیت و کنترل کیفیت
- تکمیل کردن به موقع روند ساخت

مکانیزمهای گسیختگی

- ❖ تسلیم (فلزات-خردشدگی، پارگی یا تشکیل مفاصل پلاستیک شکل پذیر و ترد)
- ❖ کمانش (کلی یا موضعی)
- ❖ خردشدگی بتن
- ❖ شکست و خستگی (کاهش مقاومت مواد، کاهش ترکهای مویی موضعی، کاهش ترکهای اصلی و جزیی در دال عرشه، شاهتیرها، کوله ها، بازتوزیع تنش در محللهای جوش و اتصالات، ارتعاشات)
- ❖ پارگی و گسیختگی برشی
- ❖ تغییرشکلهای بزرگ (در فلز و بتن-بر اثر ضربه، تغییرشکل جانبی، تکانه های شدید در حین رویداد زلزله، فرسایش هاگ در اثر سیلاب، نشست بر اثر خاک متورم شده)
- ❖ تمرکز تنش (کجی شدید دهانه دال تابلیه نسبت به مسیر)
- ❖ خوردگی (در فلز و بتن-کاهش در سطح ماده)

انواع جداسازهای لرزه‌ای

- به طور کلی جداسازهای لرزه‌ای را می‌توان به دو دسته‌ی جداسازهای لاستیکی و جداسازهای اصطکاکی تقسیم‌بندی کرد.
- جداسازهای زیر از جداسازهای لاستیکی به شمار می‌روند:
- جداسازهای لاستیکی با ورقه‌های فولادی (و میرایی کم)؛
 - جداسازهای لاستیکی با میرایی زیاد؛
 - جداسازهای لاستیکی با هسته‌ی سربی.
- از جداسازهای اصطکاکی به طور عمده جداسازهای زیر در صنعت تولید می‌شوند:
- جداسازهای اصطکاکی؛
 - جداسازهای الاستیک اصطکاکی؛
 - جداسازهای اصطکاکی پاندولی.
- برای استفاده‌ی همزمان از قابلیت‌های جداسازهای لاستیکی و اصطکاکی، این دو سامانه در موارد زیر با هم ترکیب شده‌اند:
- ترکیب سری جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی؛
 - ترکیب موازی جداسازهای اصطکاکی و لاستیکی.

فعالیت‌های مضاعف در زمان ساخت

- گسیختگی و در رفتن از جای خود داربستها
- سقوط و از کار افتادن جرثقیل
- نشست در حین حفاری عمیق و یا بر اثر زمین لغزش
- آتش سوزی، احتراق و مشکلات مرتبط
- مخاطرات پایین افتادن سفره آب زیر زمینی
- عملیات جوشکاری بدون حفاظت
- تندبادها
- انفجار
- خطر مواد قابل اشتعال و انفجار
- شرایط آب و هوایی فراتر از حد سرد و گرم
- گسیختگی کابلهای فولادی، زنجیرها، دنده های بست و ...
- کمبود شبکه حفاظتی زمان سقوط و پرت شدن
- شوک الکتریکی
- عملکرد نادرست تسمه نقاله ها و حمالهای دیگر، تجهیزات و ابزارآلات و ابزار دقیق
- سطح لغزنده
- ترس از ارتفاع
- کمبود کلاه ایمنی
- سطح آلودگی صوتی بالا

- تضعیف سلامتی، قوه بینایی و توانایی شنیداری، از دست دادن تمرکز حواس، ترس، اضطراب و تشویش
- بلند کردن اشیا و مصالح سنگین
- گسترش تشعشع، مواد شیمیایی، رنگ سربی
- کار کردن در شرایط نور ضعیف و یا فضای محدود و محصور
- کمبود تهویه
- ترکیدن لوله آب و ...

اقدامات پیشگیرانه پیش از ساخت

- حذف مخاطرات
 - به حداقل رساندن سطوح خطر
 - معرفی وسایل ایمنی، وسایل اطفای حریق، کمکهای اولیه و دسترسی به بیمارستان
 - تهیه علائم هشدار
 - تأمین تجهیزات ایمنی
 - تأمین وسایل حفاظت فردی چشم، گوش و سر
 - آموزش مناسب ایمنی برای کارگران
 - آموزش روشهای بلند کردن و توصیه های ایمنی راجع به محدودیت بار و وزن
 - کامل نمودن فرایند ایمنی
- امکان دسترسی به سایت
برداشت ضایعات و نخاله ها
کنترل شیوع، گرد و غبار
اطمینان از در دسترس بودن تجهیزات و مصالح، بخصوص مقادیر مورد نیاز گروت و دانه بندی شسته سنگدانه ها
اطمینان از مستندات مصالح موجود در کارگاه و چک با واقعیت
کنترل سر و صدا
روشهای عمل آوری و مراقبت و توجه به زمان مورد نیاز
تقبل مسولیت برای کنترل کیفیت و پذیرش نهایی
اقدامات ضروری و تقسیم کار
ایمنی و سایر الزماتی که فرایند تعمیر را تحت تأثیر می گذارد
- ### ملاحظات ایمنی

- اوراق فنی ایمنی مربوط به مصالح موجود تهیه شود
- لباس محافظ و گوشی در جاهایی که مورد نیاز است، استفاده کردند
- دستکشهای لاستیکی و کرمهای محافظ برای حفاظت دست استفاده گردد

- وسایل شستشوی چشم در دسترس باشند
 - راههای تنفسی و استنشاقی اگر نیاز باشد پوشانده شود
 - مواد شوینده و پاک کننده در دسترس باشند
 - مدت زمانی که در طول دوره تعمیرات سازه از عملکرد اصلی خارج می شود در نظر گرفته و لحاظ شود
 - مواد خطرناک بطور مطمئن و ایمن انبارداری و نگهداری شوند
 - حفاظ ایمنی درست برای اطراف کارگاه تأمین شود و تعمیر و نگهداری آن مرتب انجام شود و علائم هشدار برای ماشین آلات و تجهیزات استفاده شود
 - کارگران از ماسکهای تنفسی ضد گرد و خاک استفاده کنند
 - تهویه کافی در فضاهای بسته موجود برای تجهیزات در حال کار و عملیات تأمین گردد و گرد و خاک و آلودگیهای خطرناک محل تولید حذف گردیده و خارج شوند
 - انباری مطمئن و ایمن برای مصالح و مواد قابل اشتعال تأمین گردد.
- روشهای مقاوم سازی و تعمیر و نگهداری مفید و کارآمد بایستی ۴ خصیصه زیر را داشته باشند
- ۱- دوام و عمر عملکردی و بهره برداری طولانی داشته باشند ۲- نوآوری و ابتکار داشته باشند ۳- مدت اجرای کوتاه و سریعی داشته باشند ۴- موثر و ایمن باشند

L—Long lasting	F—Fast construction
I—Innovative	E—Effective and safe.

نوآوریهای اخیر به اختصار آورده شده اند

- ۱- جلوگیری از گسیختگی با به حداقل رساندن منقائص و کاستی های اشاره شده
- ۲- استفاده از روش طراحی و تحلیل پیشرفته
- ۳- ارزیابی مدیریت و روشهای پایش سلامت سازه و کنترل از راه دور
- ۴- استفاده از تجهیزات ساخت و فناوریهای نوین و مدرن
- ۵- استفاده از مصالح و سیستمهای ساخت نوین
- ۶- تأثیر متقابل و اندرکنش بهتر و نزدیکتر بین مستندات زمان طراحی و اجرا (همگرایی بین آنچه در نقشه های موجود است و آنچه در حین اجرا پیاده می شود)
- ۷- تلاشهای تحقیقاتی مستمر برای حل معضلات و مشکلات فنی و تکنیکی

توسعه روشهای تعمیراتی مختلف

- ۱- و اقصیت کارگاهی موجود با موارد درج شده در گزارشات بازرسی بطور عملی انطباق داده شود
- ۲- یک استاندارد با تهبطه چک لیست از نقایص تهیه گردد
- ۳- هر گونه نقایص اعم از خفیف و جزئی که منجر بع تغییرات در شرایط فیزیکی می گردد بررسی گردد
- ۴- یک بازرسی عمیق و ارزیابی ژرف انجام گردد
- ۵- تعمیرات ضروری و اورژانسی انجام گردد

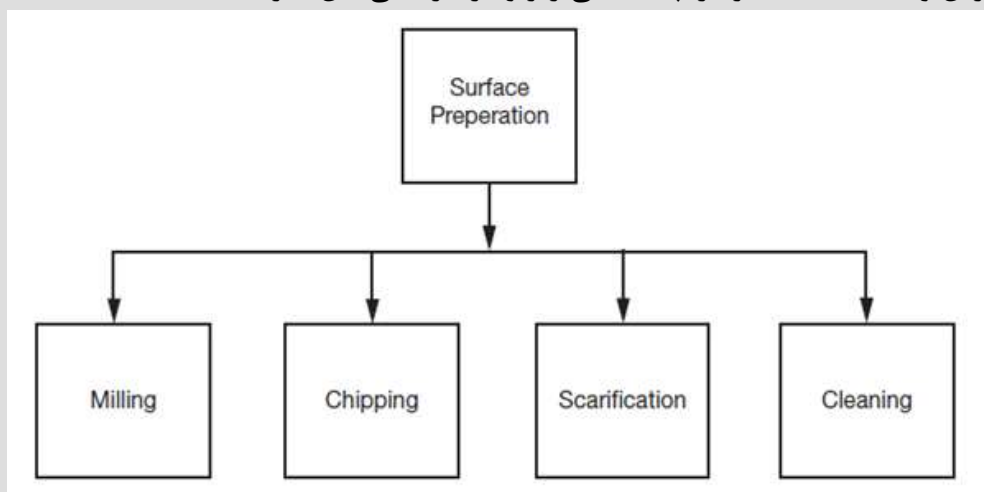
۶- تحلیل نسبت سود به زیان برای مقاوم سازی نسبت به جایگزینی و ساخت مجدد تهیه گردد

۷- روش تحلیل جایگزین برای مناسب ترین روش راه حل انتخابی انجام گیرد

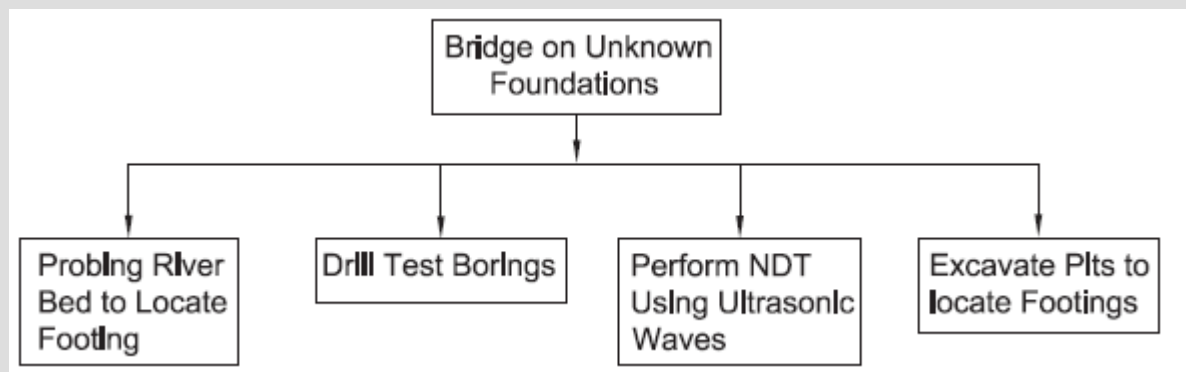
مطالعات مقایسه ای بین روشهای قدیمی و جدید

این بررسی ها در موارد زیر انجام می گیرد

- زوال
- تنشهای مستقیم بکاررفته
- عملکرد حرارتی
- خزش و افت بخاطر تغییر در چسبندگی ریز و در فاز اتمی بین اجزای مختلف

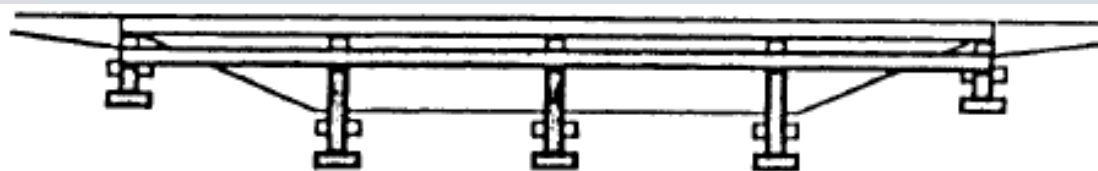


مراحل آماده سازی سطحی عبارتند از آسیاب کردن، خرد و رنده کردن، شکافتن و تمیز کردن

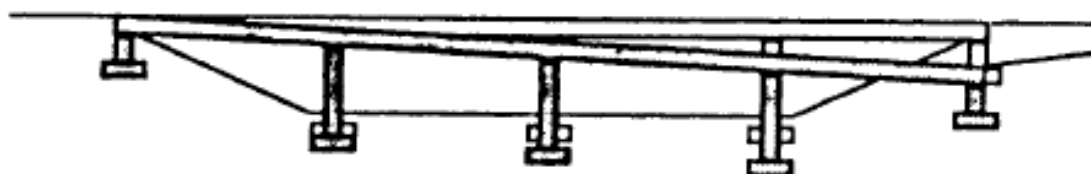


مراحل تشخیص نوع و ظرفیت فونداسیون جهت تقویت و مقاوم سازی

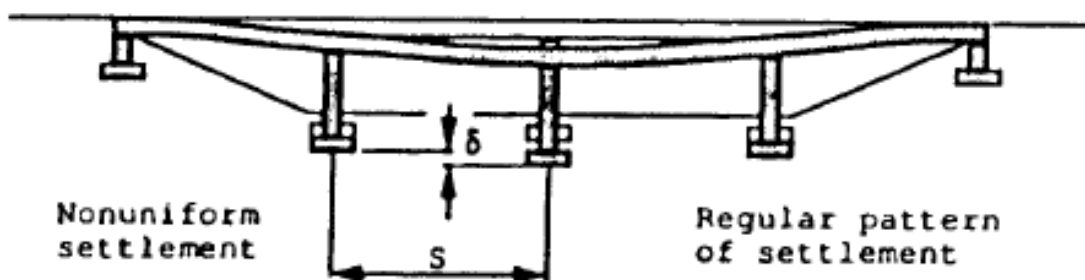
- بستن و انحراف آب رودخانه برای تعیین محل فونداسیون - گمانه های آزمایش حفر کردند -
- تستهای غیر مخرب چون امواج التراسونیک و مافوق صوت استفاده شوند - محل و موقعیت اطراف فونداسیون جهت دسترسی خاک برداری شوند



Uniform settlement

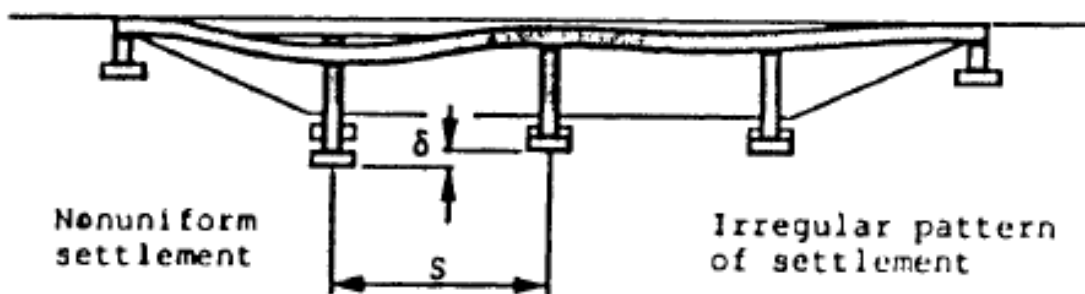


Uniform tilt or rotation



Nonuniform settlement

Regular pattern of settlement



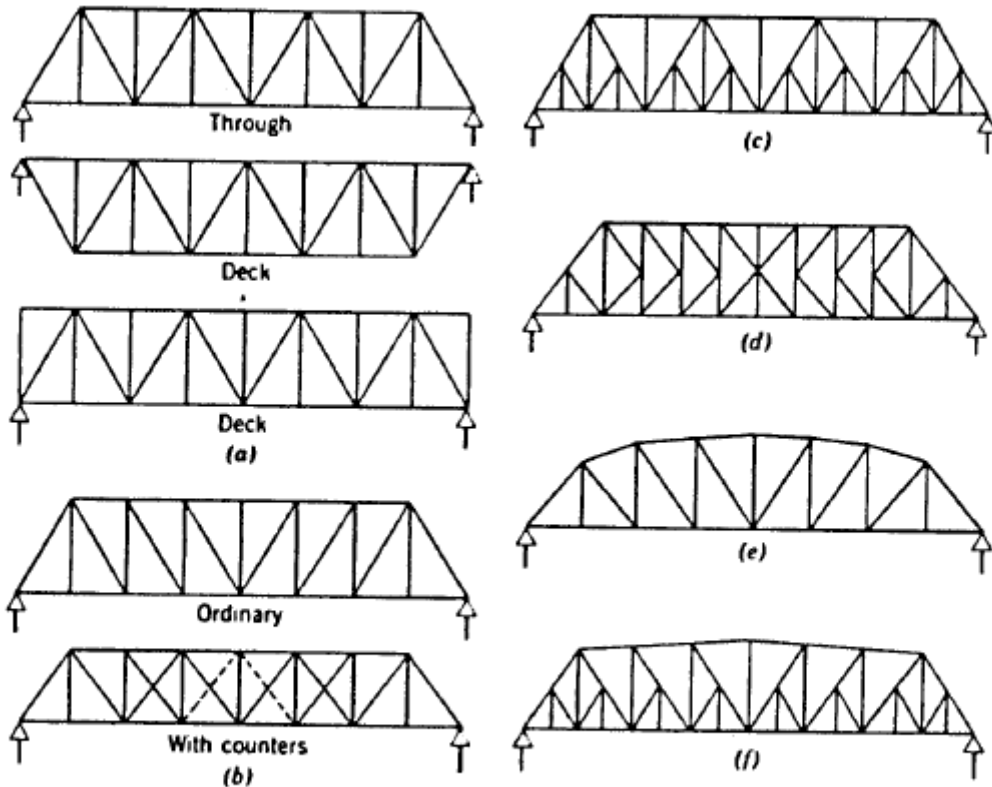
Nonuniform settlement

Irregular pattern of settlement

A = Angular Distortion

$$A = \frac{\text{Difference in Settlement Between Foundations}}{\text{Distance Between Foundations}} = \frac{\delta}{S}$$

انواع نشستهای محتمل در پایه و عرشه پل



Typical bridge trusses: (a) Warren trusses; (b) Pratt trusses; (c) subdivided Warren truss; (d) K truss; (e) curved-chord Pratt truss; (f) Pettit truss.

انواع خرپاهای قابل کاربرد در پلهای دهانه فلزی



(a) Hingeless rib



(b) Hingeless rib



(c) 1- Hinged rib



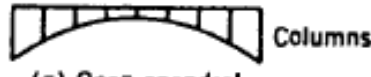
(d) 2- Hinged rib



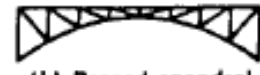
(e) 3- Hinged rib



(f) Solid spandrel



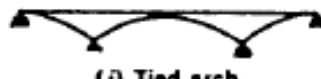
(g) Open spandrel



(h) Braced spandrel



(i) Tied arch
(Bowstring or Langer girder)



(j) Tied arch



(k) Tied arch



(l) Rigid frame
(2- Hinged)



(m) Inclined leg frame



(n) Inclined leg frame



(o) Cantilever arch



(p) Conventional arch with
moment-resistant rib



(q) Stiffened deck arch



(r) Stiffened deck arch

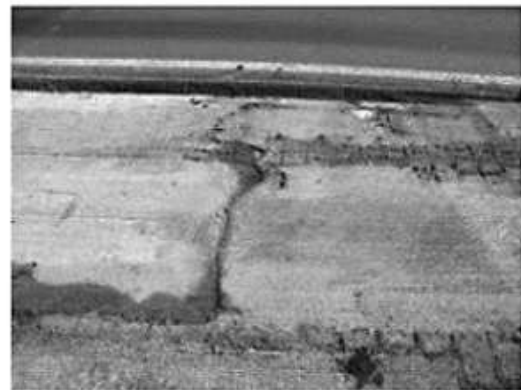
Types of arch bridges.

انواع قوسه‌های پل

برخی از خرابی و آسیبهای پل



Efflorescence from freezing-and- thawing deterioration.



Cracks in slab.



Leakage through Expansion joint.



Cracks in slab.



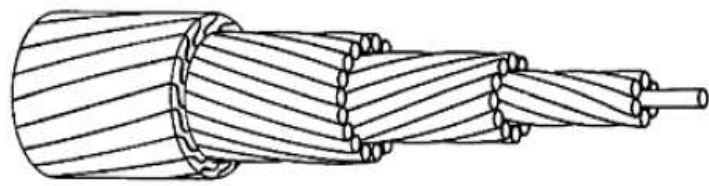
Broken reinforcement in girder.



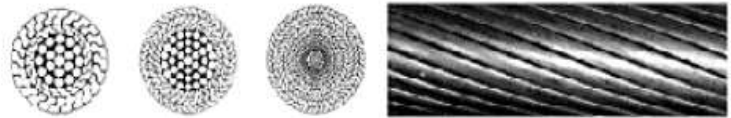
Reinforcement corrosion on abutment wall.



Pier reinforcement corrosion



Round wire core with one layer of full lock wires.



Locked coil strand cross section and side view.

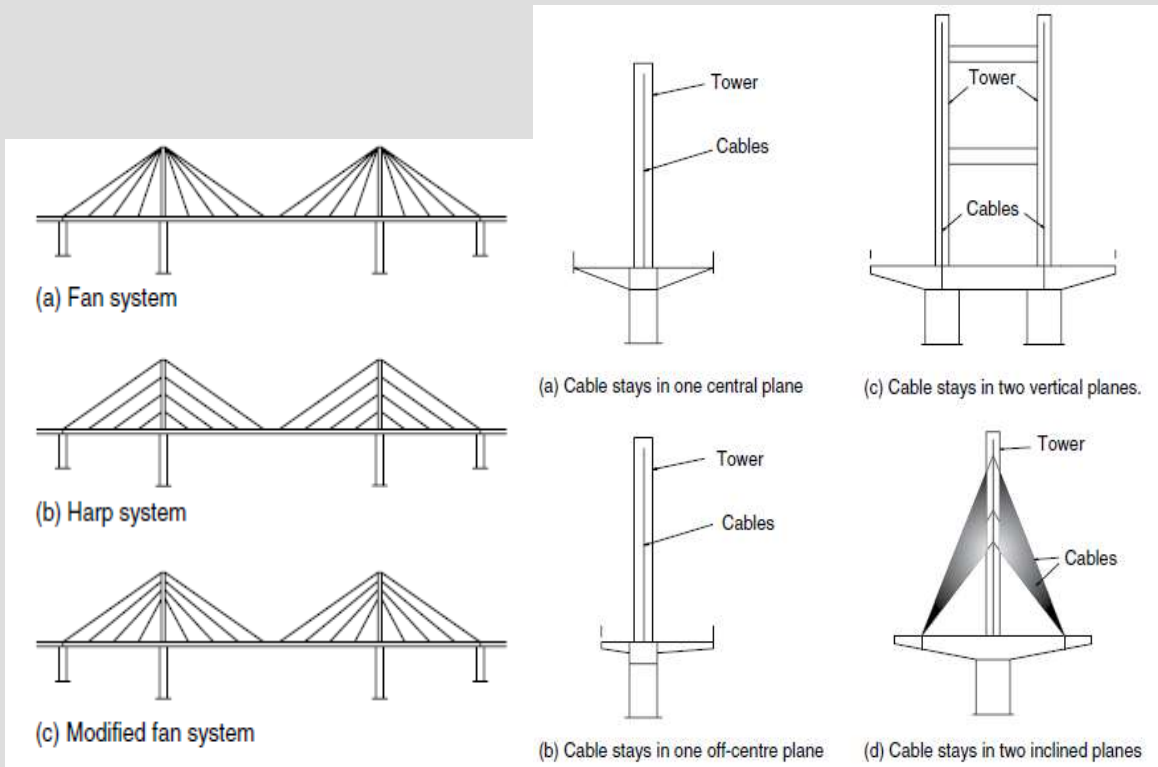
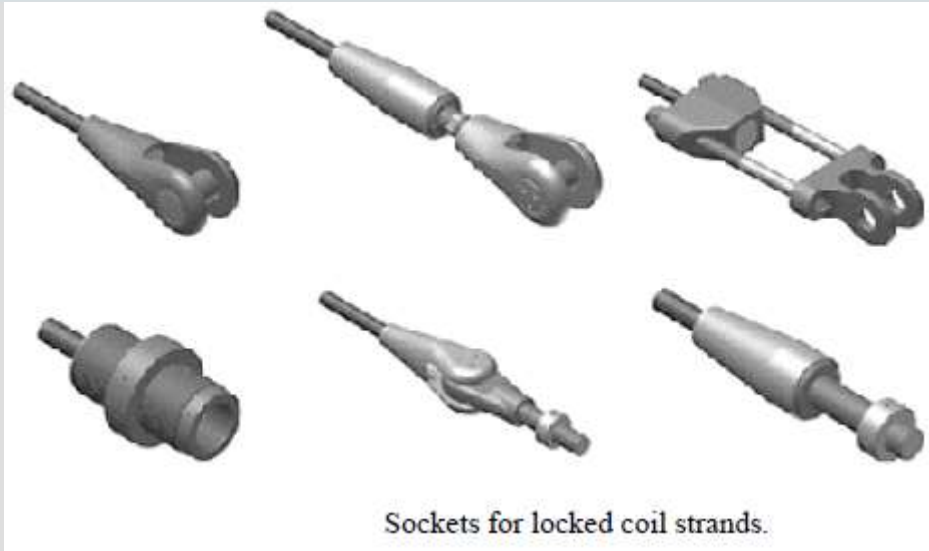


Spiral strand cross section and side view



Wire rope cross section and side view.

انواع بست و کابل‌های پیش تنیدگی



انواع سیستمها در پلهای کابلی و ترکیه ای



Damaged concrete pedestals of the elastomeric bearing of the New Surajbadi Highway Bridge.



Damaged soffit of the girder at the span ends of the New Surajbadi Highway Bridge.



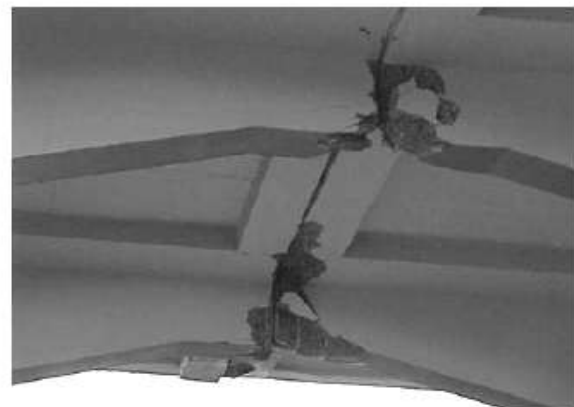
Failure of in-span hinge and traffic railings at Old Surajbadi Highway Bridge.



Damaged reinforced concrete stoppers showing poor bond between the epoxy-coated rebar and the adjoining concrete at the New Surajbadi Highway Bridge.



Transverse displacement of the superstructure decks of the New Surajbadi Highway Bridge.



Pounding between two adjacent bridge spans, New Surajbadi Highway Bridge.



Failure of the girder end and expansion joint of a bridge between the towns of Gandhidham and Bhachau.



Failure of crossbeam of a bridge at the village Vondh.



a) Corroded Expansion Joint Details



b) Aged or Restrained Bearing Supports

منابع

- 1-Rigoberto Burgueno,Zhe Li" Identification of Causes and Development of Strategies for Relieving Structural Distress in Bridge Abutments"Report No.CEE-RR-2008/02 , Department of Civil and Environmental Engineering Michigan State University
- 2-AASHTO/NSBA steel Bridge Collaboration,2004 " Steel Bridge Design and Detailing Guidelines"
- 3-AASHTO/NSBA steel Bridge Collaboration,2003 "Guidelines for Design for Constructability"
- 4-Petros P. Xanthakos, Theory and Design of Bridges, John Wiley and Sons Press 1994
- 5-Sukhen Chatterjee "The Design of Modern Steel Bridges"Second Edition
- 6-Khaled M.Mahmoud "Innovaations in Bridge Engineering Technology"Taylor & Francis publication
- 7-Bijan Khaleghi" Suitability of Bridge made with Precast Components in Areas of High or Moderate Seismicity"
- 8- Mohiuddin.A.Khan"Bridge and Highway Structure Rehabilitation and Repair" McGraw Hill, 2010
- ۹-ایمان الیاسیان "مقاوم سازی پل از طریق استهلاک انرژی" سایت Iransaze
- ۱۰-ایمان الیاسیان "راهکارهای مقاوم سازی پل" سایت Iransaze
- ۱۱-ایمان الیاسیان، "بازرسی و بررسی آسیب پذیری پل‌های بتنی و فلزی" سایت Iransaze
- ۱۲-ایمان الیاسیان "روش اجرای پل‌ها با تکیه بر مقاوم سازی" سایت Iransaze
- ۱۳-ایمان الیاسیان، مدیریت حفاظت و تعمیرات بتن
- ۱۴-ایمان الیاسیان، تکنولوژی بتنهای توانمند، سایت Iransaze
- ۱۵-ایمان الیاسیان، روشهای تقویت لرزه ای و تقویت پلها، سایت Iransaze

مقاوم سازی لرزه ای پلها و حفاظت در برابر خوردگی

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

Iman.elyasian@gmail.com

چکیده

از آنجایی که پلها سازه های حساس و از جمله شریانهای حیاتی هستند بررسی آسیب پذیری و بازرسی مرتب و توجه به روش اجرا و مقاوم سازی و رفع عیوب و تقویت آنها و ارائه راهکارهایی در این خصوص حائز اهمیت می باشد در ادامه به روشهای اجرای پل بصورت فناوری نو با رویکرد مقاوم سازی می پردازیم.

مقدمه

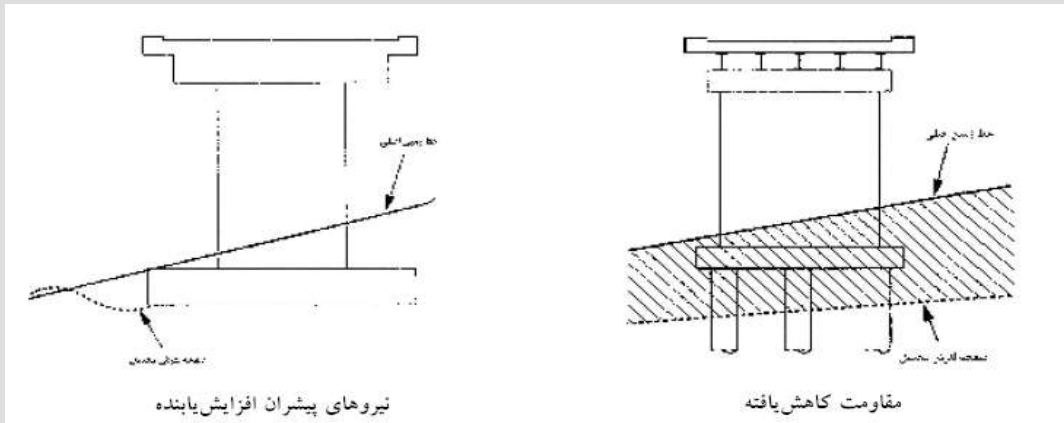
عملکرد و رفتار سازه هایی چون پل به عواملی چون فرضیه های طراحی، مدل های محاسباتی، کیفیت ساخت، عملکرد مصالح، بار وارده، آسیب رسانی به محیط زیست، تشخیص سریع کمبودها، انتخاب فنون و راهبرد تعمیر و نگهداری بستگی دارد به منظور مدیریت عملکرد پلها بایستی به افزایش طول عمر مفید، نرخ تنزیل، سود و هزینه کاربر، تأثیر ترافیک و بارگذاری، مدل های تخریب، هزینه ریسک، نیازها، سیستم های مدیریتی سازه، ایمنی کاربران و سازه توجه داشت.

علل خرابی و عیوب اصلی پل به دلایل ۱- عوامل مربوط به زمین (فرسایش و نشست) ۲- عوامل مربوط به آب، (آب شستگی و سیلاب) ۳- بره های خرجی ۴- اضمحلال اجزای پل بوجود می آید.

		
<p>فونداسیون، قبل از هر اقدامی</p>	<p>روش A محبوس نمودن پایه ها با سپری های فلزی و بلوک های بتنی که به سازه سنگی متصل می شوند. عمر مفید این مقاوم سازی ۱۰۰ سال برآورد می گردد. هزینه انجام این روش ۲MF برای هر پایه و جمعاً ۶MF برای پایه ها می باشد.</p>	<p>روش B محافظت پایه ها با ریختن سنگ در اطراف فونداسیون. این عمل می تواند هر ۵ سال یک بار تجدید گردد. هزینه انجام این روش ۰/۵MF برای کل سازه می باشد.</p>

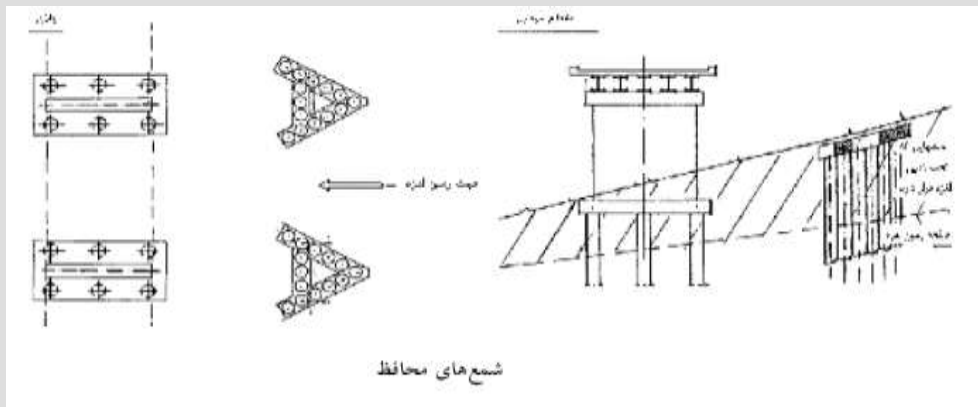
اهداف کلی در تعمیر و نگهداری و مقاوم سازی پلها

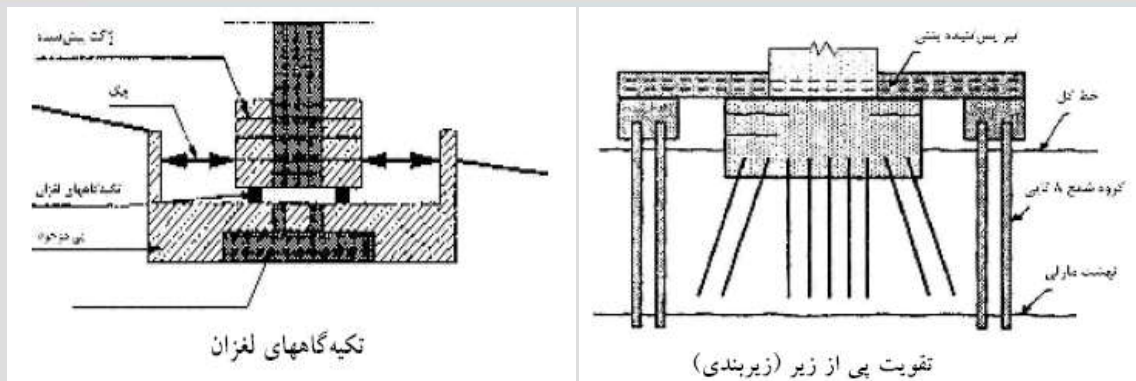
- ۱- حفظ کاربری و ظرفیت باربری پل تا زمان ممکن
- ۲- صرفه جویی اقتصادی برای حال و آینده
- ۳- دستیابی به بهره برداری مستمر با توجه به محدودیتهای مالی موجود
- ۴- اطمینان از ایمنی کاربران
- ۵- حداقل سازی تداخل با ترافیک عبوری و اطمینان از جریان روان ترافیک
- ۶- ایجاد اطمینان کافی برای سفر راحت
- ۷- حصول استانداردهای بالای زیست محیطی
- ۸- کمینه کردن هزینه های ساخت و ساز و نگهداری
- ۹- حصول استانداردهای بالای ایمنی



اقدامات لازم برای بهسازی خاک و فونداسیون در برابر زمین لغزه ها

- ۱- زهکشی سطحی ۲- زهکشی آب زیرزمینی ۳- برداشتن خاک ۴- خاکریز متعادل کننده ۵- شمع کوبی ۶- مهاربندی



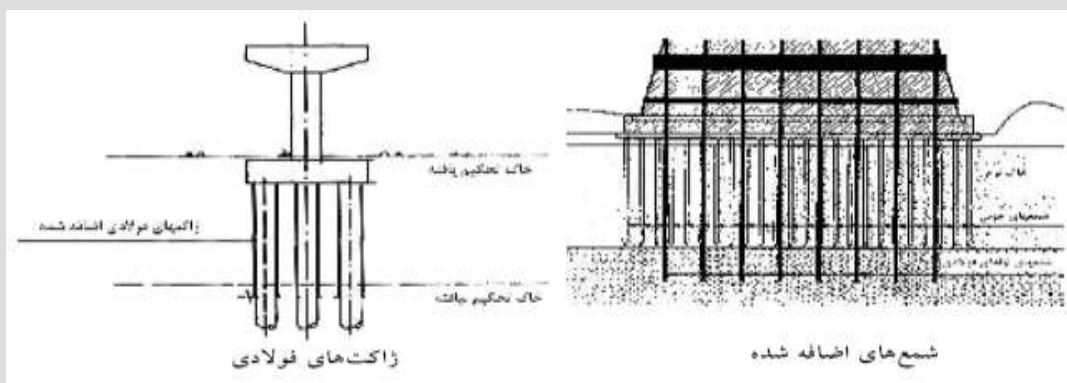
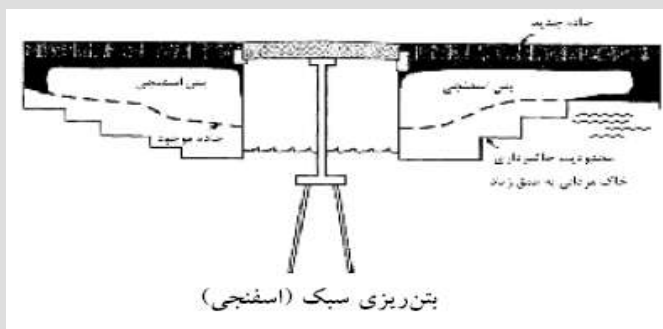


نشست در اثر ظرفیت باربری ناکافی در فونداسیون

- افزایش سطح باربر یا تعداد شمعها
- انتقال بار به لایه های سخت تر
- افزایش ظرفیت باربری خاک زیر فونداسیون

نشست زمین در اثر تحکیم

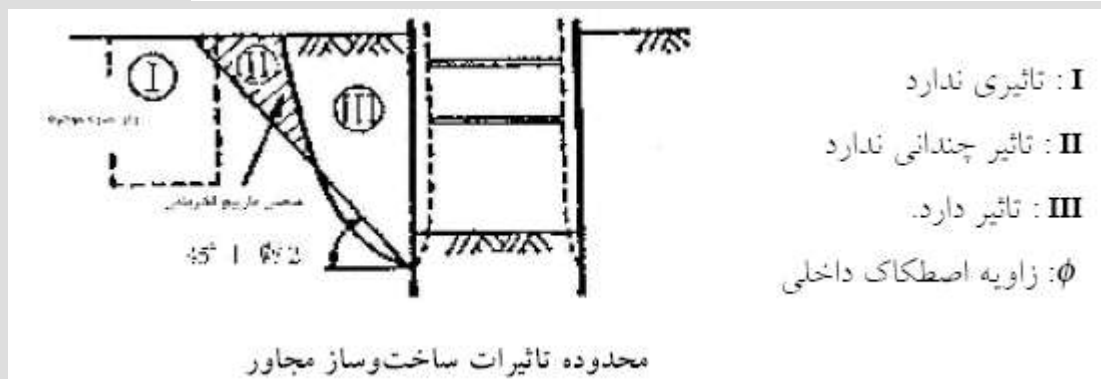
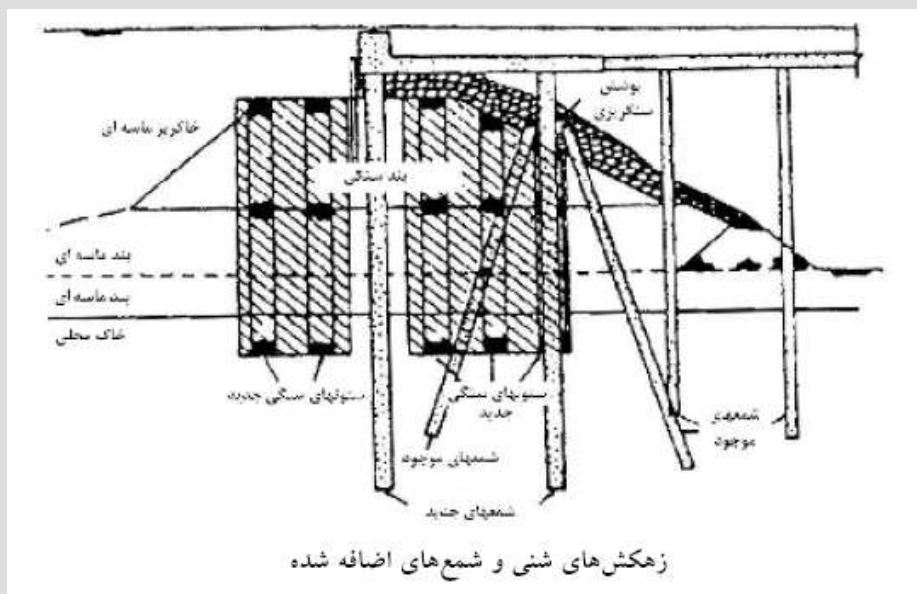
- بهسازی زمین - کاهش بار لایه های تحت تحکیم - افزایش سطح باربر یا تعداد شمعها
- تزریق زیر پی - تنظیم تکیه گاهها - کاهش اصطکاک منفی



راههای مقابله باروانگرایی

- تلاش در جهت کاهش ظرفیت باربری زمین در مرحله طراحی
- مسلح کردن فونداسیونهای موجود به عنوان مثال تسلیح با شمع

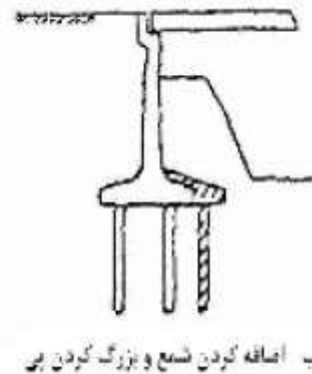
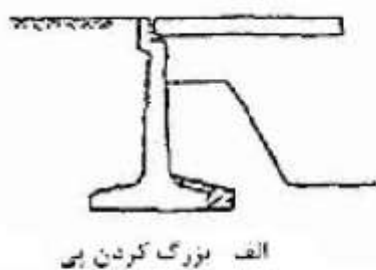
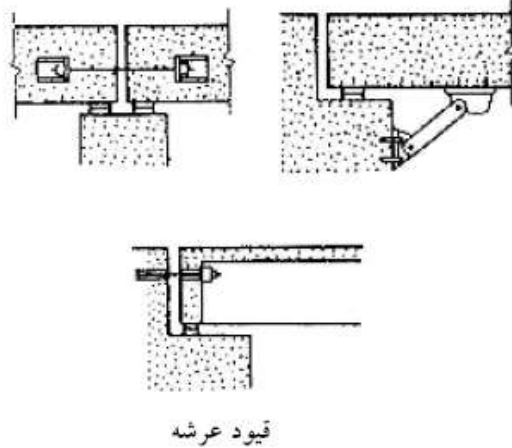
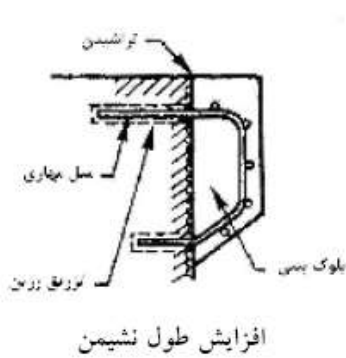
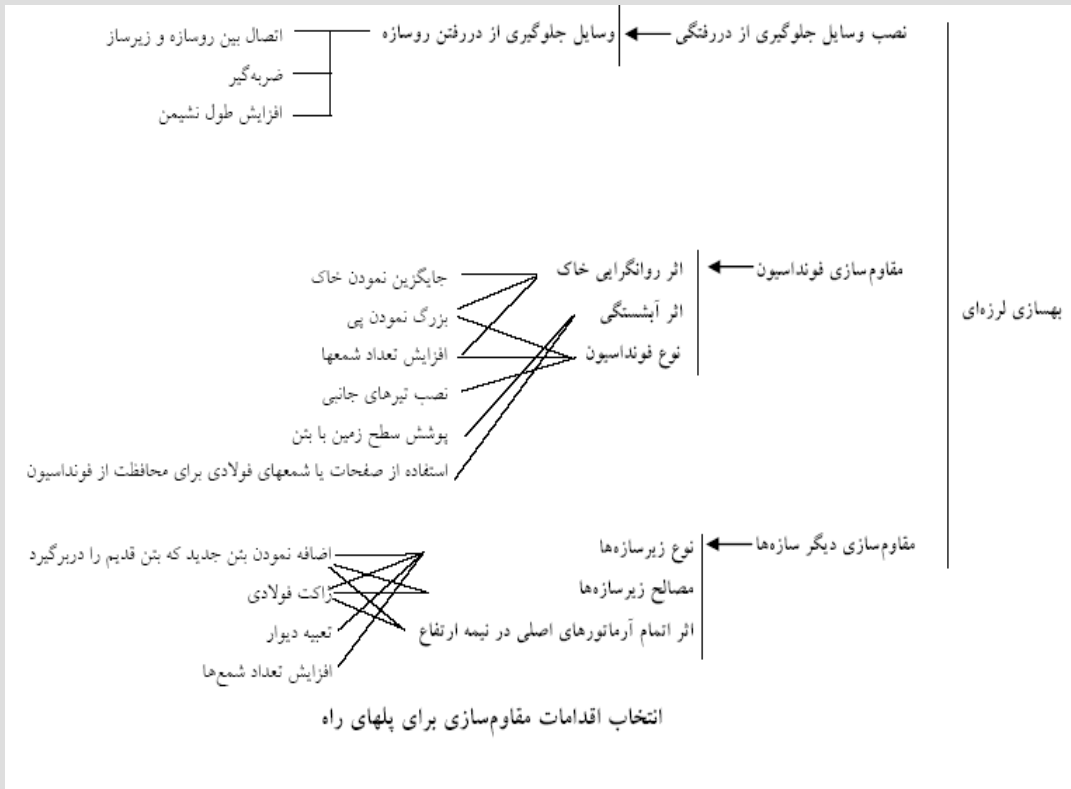
- بهسازی زمین برای جلوگیری از روانگرایی
- افزایش مقاومت زمین در برابر روانگرایی
- تغییر شرایط زمین از لحاظ تنش و تغییر شکل یا شرایط فشار آب حفره ای
- افزایش تراکم - جایگزینی ماسه شل - سفت سازی خاک - زایل کردن فشار آب حفره ای



اقدامات برای جلوگیری از آب شستگی

- ۱- پوشش یا سنگ چین برای حفظ شیب پنجه و پای شیب
- ۲- بند آب شکن
- ۳- دیوار/پشته محافظ
- ۴- گراند سل
- ۵- سپرکوبی
- ۶- تزریق در فضاهای خالی
- ۷- بزرگ کردن فونداسیون یا اضافه کردن شمع

ترکیب اقدامات



مقاوم سازی لرزه‌ای فونداسیون کوله



الف - مستقر از شعاع از فولاد سیوی با استفاده از پوشش سنگ چین یا بتن ریزی زیر آب

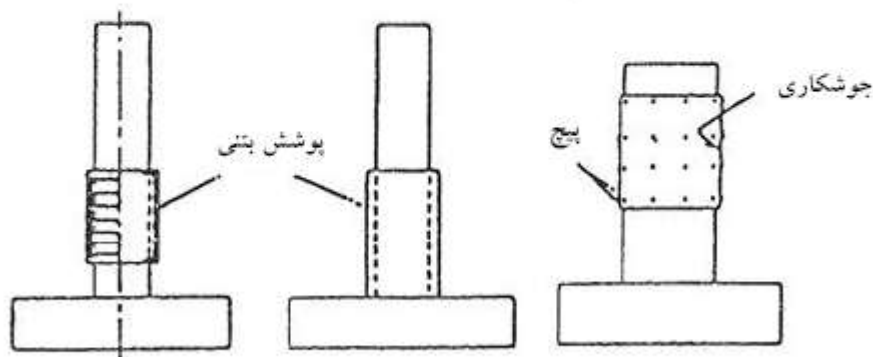


ب - اصلاح کردن شعاع گسترش فولاد سیوی
ج - سد تخریبی عوقبتی با استفاده از سیر کوبی فلزی یا سیم های فولادی

مقاوم سازی لرزه ای فونداسیون پایه ها

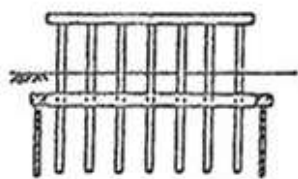


ب - پوشش زره فولادی
مقاوم سازی لرزه ای پایه بتنی

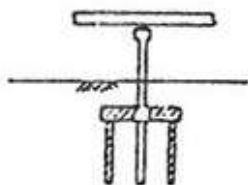


الف - پوشش بتنی
ب - زره فولادی

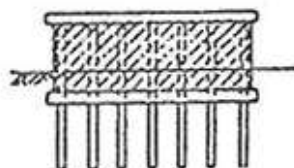
مقاوم سازی پایه های بتنی در برابر زلزله در نقاط قطع فولاد



الف- اضافه کردن شمع در عرض

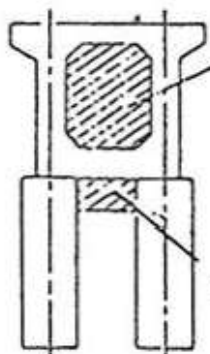


ب- اضافه کردن شمع در طول



ج- پوشش بتنی

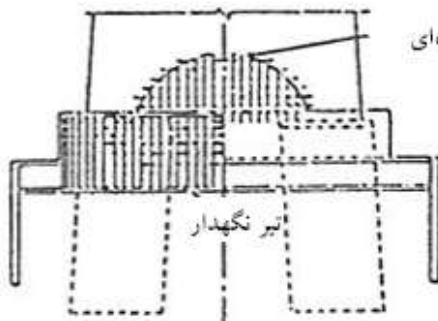
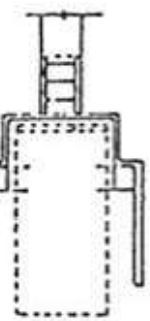
بهسازی لرزه‌ای پایه‌های دارای شمع و سرشمع



دیوار لرزه‌ای

تیر نگهدار

تیر فولادی



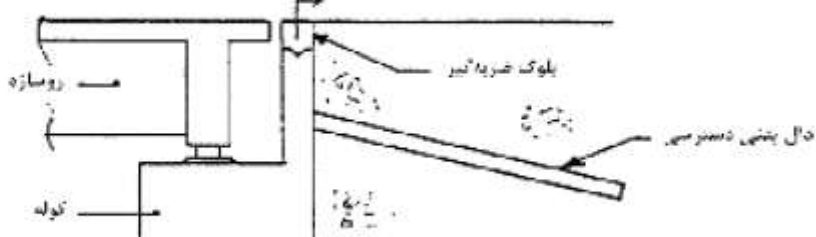
دیوار لرزه‌ای

تیر نگهدار

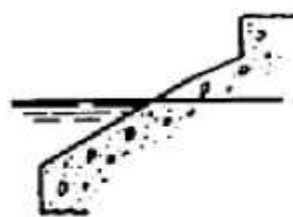
مقاوم سازی لرزه‌ای پایه‌های دارای پی صندوقی دو پایه

جهت اصلی نیروی زلزله

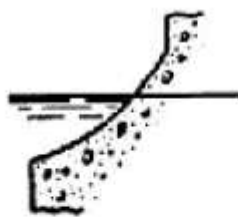
۵۰ میلی متر حرکت



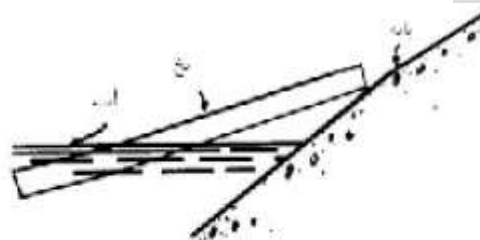
بلوک ضربه گیر



الف- مقطع مستطین



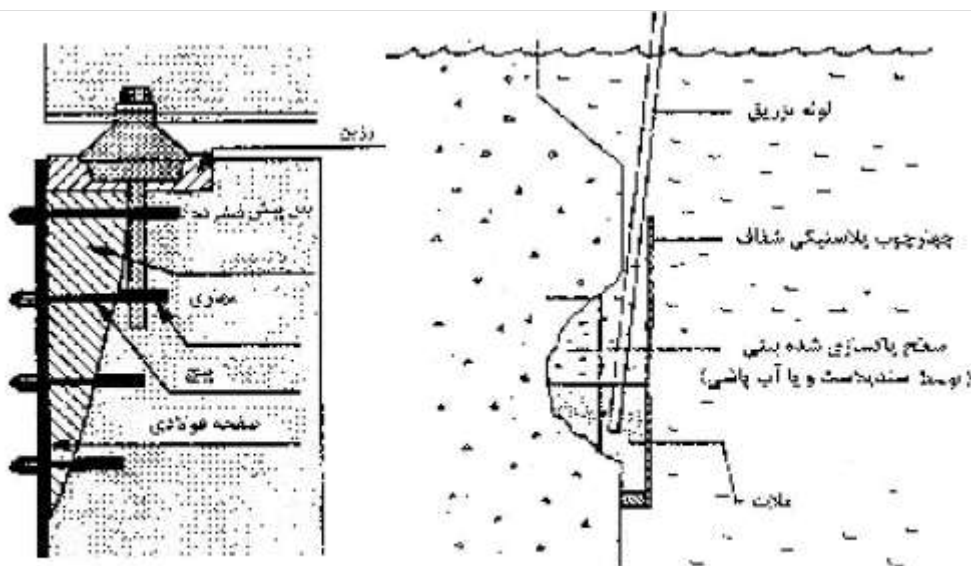
ب- مقطع منحنی



استفاده از آب شکن به عنوان یخ شکن

سیستمهای پوششی مورد استفاده

سیستم	فرآیند	مواد	مصرف استاندارد (Kg/m ²)
بر پایه اپوکسی	زیرسازی	آستری رزین اپوکسی	۰/۱
	پوشش ثانویه	رزین اپوکسی انعطاف پذیر	۰/۲
	پوشش نهایی	رزین اپوکسی انعطاف پذیر	۰/۲
بر پایه پلی اورتان	زیرسازی	آستری رزین اپوکسی	۰/۱
	پوشش ثانویه	رزین پلی اورتان انعطاف پذیر	۰/۲۵
	پوشش نهایی	رزین پلی اورتان انعطاف پذیر	۰/۲۵
بر پایه سیلان	زیرسازی	رزین سیلان	۰/۲
	پوشش ثانویه	رزین سیلان	۰/۲
	پوشش نهایی	ملات سیمان پلیمری	۰/۳

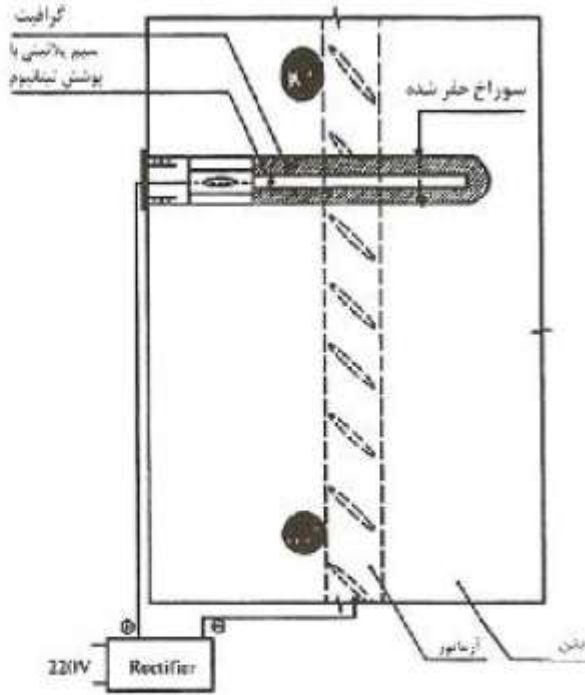


تعمیر تکیه گاه با استفاده از بتن پیش فشرده

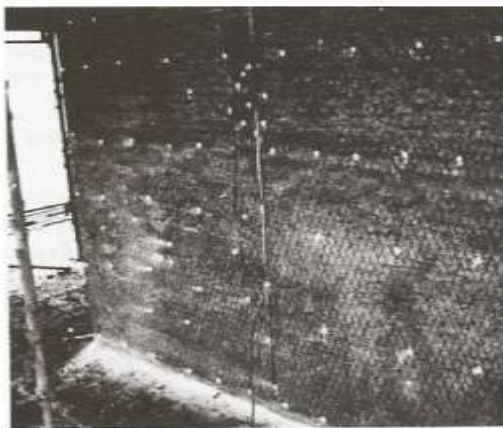
تزریق ملات



آنها قبل از بکارگیری مصالح پوششی



حفاظت کاتدی با استفاده از آندهای منفرد



حفاظت کاتدی با استفاده از مش تیتانیوم به عنوان آند



روش بهسازی الکتروکیمیایی کاربرد با استفاده از آند الکترولیت مملو

رنگ کردن

۱- پاکسازی ۲- بلاست کردن ۳- رنگ آستری ۴- لایه دوم رنگ ۵- رنگ نهایی

حفاظت در برابر خوردگی

حفاظت ساده شامل: ۱- اعمال پوشش بتن مسلح ۲- پاشیدن فوم پلی اورتان ۳- پاشیدن رزین

اپوکسی سخت شونده زیر آب، بیتوته رزین

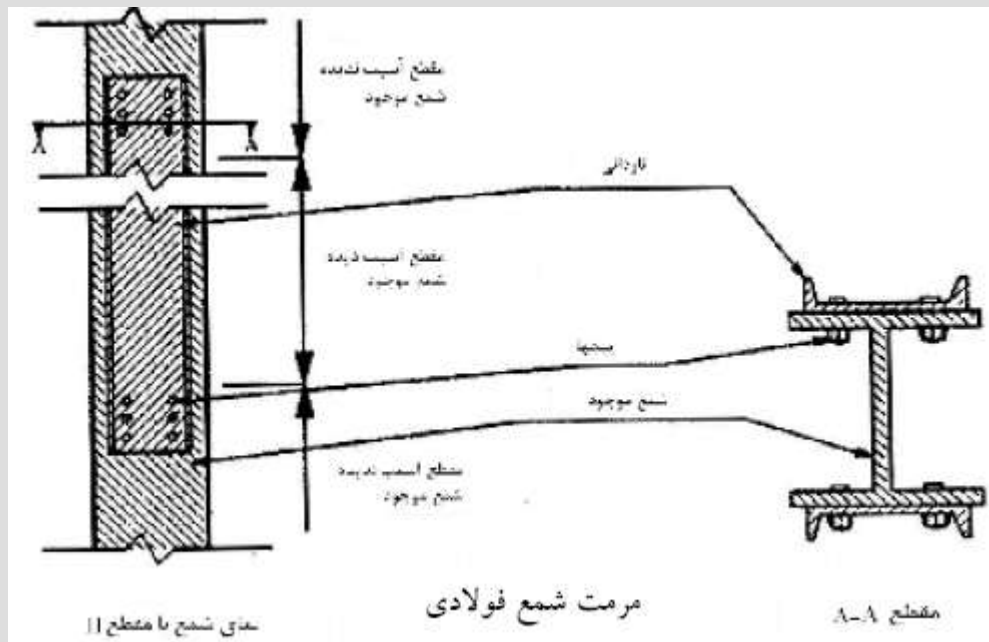
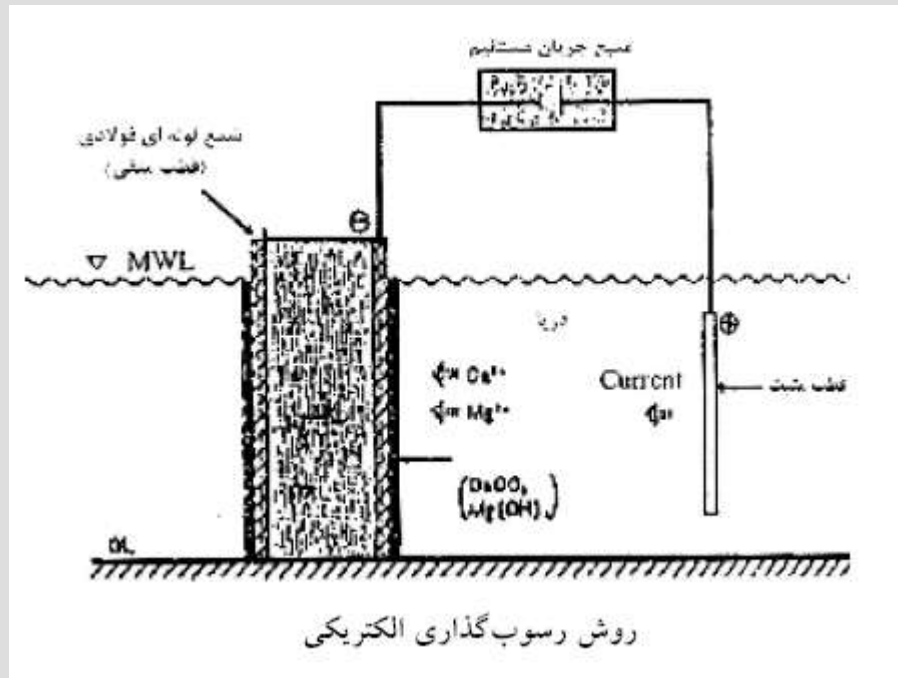
حفاظت ترکیبی شامل ۱- پوشش FRP و درزگیری با ملات ۲- پانل فولادی ضد زنگ + درزگیری با

ملات ۳- پانل پوششی تیتانیوم و درزگیری با ملات ۴- اضافه کردن ورق فولادی برای دوام

بیشتر + تزریق رزین اپوکسی سخت شونده زیر آب

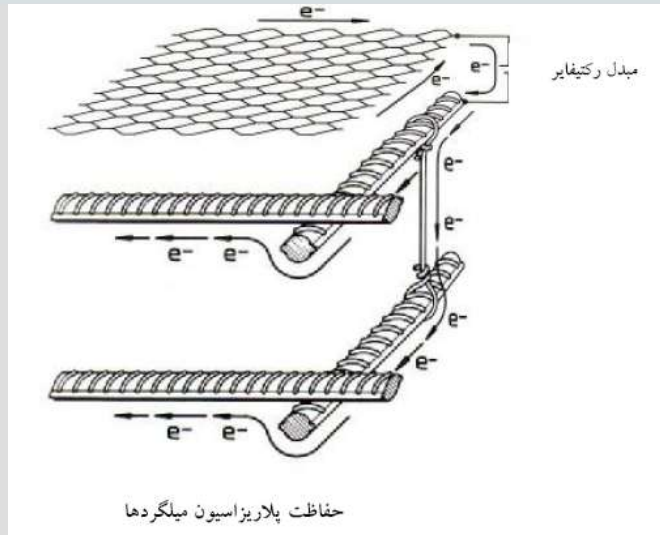
حفاظت کاتدی

۱- رسوب گذاری الکتریکی ۲- جایگزین نمودن المانها

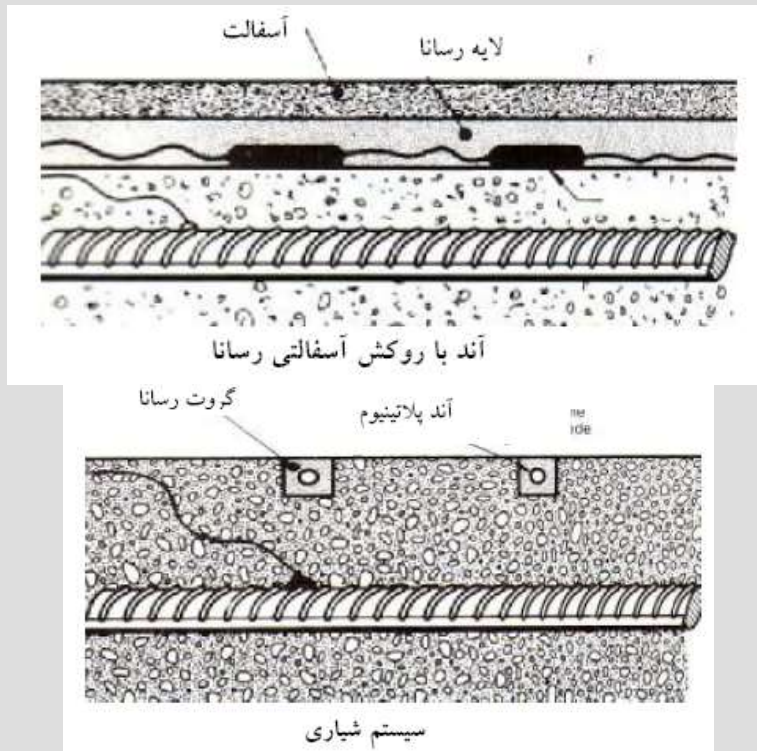


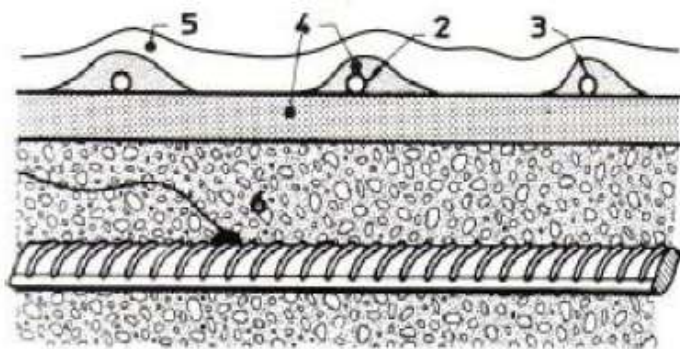
عوامل ایجاد خوردگی در میلگردها

- ۱- کربناسیون بتن ۲- وجود یونهای کلروی
- ۳- بتن متخلخل و وجود رطوبت ۴- پوشش کم فولاد
- راه حلها برای جلوگیری از خوردگی
- ۱- استفاده از میلگردهای غرقلزی و کامپوزیت چون FRP ۲- استفاده از روکشهای آلی
- ۳- اشباع سطح خارجی بتن با پلیمرها ۴- رنگ آمیزی سطح خارجی سازه ها



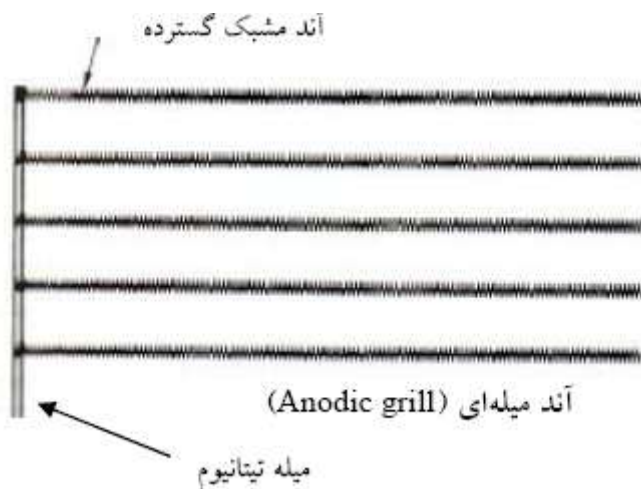
حفاظت کاتدیک به ۲ صورت انجام می شود ۱- با آندهای فداشونده Sacrificed Anode ویژه فلزهای واکنش زا چون آلومینیم یا منیزیم که در یک مدار کوتاه با آهن کوپل شده و یان فلزات ترجیحاً خورده شده و الکترونها را به سوی آهن روانه می کند ۲- با اعمال جریان Impressed Current که بوسیله یک مدار الکتریکی که در آن یک مولد الکتریکی خارجی تعبیه شده و همانند یک پمپ ، الکترونها را به سمت آهن می فرستد تا حفاظت کاتدی را دریافت کند که به شکل یک الکتروود درونی ناکارآمد در همان محیط درآمده و نظیر یک آند غیرقابل حل عمل می کند در مورد سازه های در معرض اتمسفر، مقاومت الکتریکی زیاد بتن به حدی است که روش دوم و سیستم اعمال جریان انتخاب می گردد





جزئیات سیستم بدون روکش

۲- سیستم آندی ۳- الیاف شیشه ۴- روکش رسانا ۵- پوشش رنگ پلاستیک ۶- سیستم منفی - میلگردها



تحول فناوری در مقاوم سازی

- روندهای جدید طراحی و توسعه نرم افزارها
 - ارائه راه حل‌های مناسب همراه با جزئیات اجرایی جدید
 - توسعه و پیشرفت خواص مصالح مصرفی در ساخت و ساز
 - استفاده از مصالح موجود در ساخت و ساز
 - سیر تکاملی نسبت هزینه های انسانی به هزینه های مصالح
 - روشهای جدید ساخت و ساز
 - تکنولوژی ساخت سازه های زیبا و ظریف
 - روشهای جدید و بهبود یافته در بازرسی و نگهداری
- در تعمیر و نگهداری و مقاوم سازی پلها بایستی به ۱- سن ۲- ظرفیت باربری ۳- طول کل و طول دهانه ها ۴- شرایط محیطی ۵- ارضای تقاضای ترافیکی ۶- سرمایه نهفته در المانهای مختلف پل ۷- مدت زمان باقیمانده از سرویس دهی پل ۸- مسیرهای دیگر برای حرکت توجه داشت
- عوامل بحرانی در طراحی، بازرسی و نگهداری

-شرایط ژئوتکنیکی و زمین شناسی

-نوسانات جریان آب

-اطلاعات استاتیکی جهت تخمین بارهای طبیعی

-اثرات محیطی

منابع

- ۱-حفاظت کاتدیک عرشه پلها،وزارت راه و ترابری،معاونت آموزش،تحقیقات و فناوری،دفتر مطالعات فناوری و ایمنی،۱۳۸۵
- ۲-مطالعات تطبیقی فعالیتهای مدیریت پل ،وزارت راه و ترابری،معاونت آموزش،تحقیقات و فناوری،دفتر مطالعات فناوری و ایمنی،۱۳۸۶
- ۳-تعمیرومقاوم سازی زیر سازه پلها،وزارت راه و ترابری،معاونت آموزش،تحقیقات و فناوری،دفتر مطالعات فناوری و ایمنی،۱۳۸۵
- ۴-ایمان الیاسیان "مقاوم سازی پل از طریق استهلاک انرژی " سایت Iransaze
- ۵-ایمان الیاسیان"راهکارهای مقاوم سازی پل " سایت Iransaze
- ۶-ایمان الیاسیان، "بازرسی و بررسی آسیب پذیری پلهای بتنی و فلزی" سایت Iransaze
- ۷-ایمان الیاسیان"روش اجرای پلها با تکیه بر مقاوم سازی" سایت Iransaze
- ۸-ایمان الیاسیان، مدیریت حفاظت و تعمیرات بتن، سایت Iransaze
- ۹-ایمان الیاسیان، تکنولوژی بتنهای توانمند، سایت Iransaze
- ۱۰-ایمان الیاسیان، روشهای تقویت لرزه ای و تقویت پلها، سایت Iransaze
- ۱۱-ایمان الیاسیان، روشهای نوین در تعمیر و نگهداری پل، سایت Iransaze
- ۱۲-ایمان الیاسیان، کاربرد پوششهای صنعتی در نفوذ ناپذیری بتن واقع در محیط خورنده سایت hamkelasy
- ۱۳-حسین کربلایی،ایمان الیاسیان،لیلا معراجی،بتن پلیمری، سایت Iransaze
- ۱۴-ایمان الیاسیان، بهسازی و مقاوم سازی خاک و فونداسیون، انتشارات سازمان عمران، انجمن مقاوم سازی ایران،۱۳۸۹

روش اجرای پلها با تکیه بر مقاوم سازی

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه و شرکت مهندسی مشاور

Iman.elyasian@gmail.com

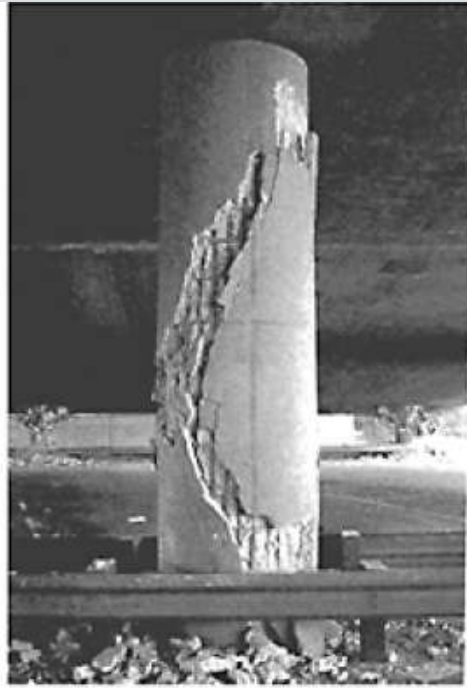
چکیده

اجرای پل به عنوان یک سازه طویل با سختی بالا در عرشه و سختی کم و متوسط در ستونها (بخصوص این که احتمال برش پانچ بر اثر رفتار دال تخت بدون کتیبه (محل اتصال تابلیه و ستون) و شکست ترد برشی ستونهای چاق و کوتاه در بارگذاری سیکلی متناوب وجود دارد و با توجه به اهمیت و حساس بودن مرحله به مرحله ساخت و بهره برداری آن حائز اهمیت است و بارگذاری چون ساخت مانند سدها و سایر سازه های با اهمیت و شریانه های حیاتی را بایستی برای آن در نظر گرفت. روشهای جدیدی در دنیا برای ساخت، تعمیر و نگهداری و پایش استاتیکی و دینامیکی بر روی انجام می گیرد از طرفی سهولت و سرعت اجرا و آزمایشات مختلف و نزدیک به واقعیت چون نونل باد بر روی نمونه پایلوت آن حائز اهمیت است

کلمات کلیدی: پل، روش اجرا، پایش سلامت سازه، ارزیابی دوام، شکست برشی، مقاوم سازی

برخی از عیوب پل در حین اجرا

- ۱- قطع پیوستگی آرماتور دور پیچ در ناحیه تشکیل مفصل خمیری در پای ستونهای پل
- ۲- وصله آرماتور طولی در ناحیه تشکیل مفصل خمیری در پای ستونهای پل (وصله آرماتور طولی ستونها فقط در ناحیه نیمه میانی ارتفاع ستون مجاز می باشد و حداقل طول وصله ۶۰ برابر قطر آرماتور طولی بوده)
- ۳- عدم طول لازم برای نشیمن تیرهای بتن مسلح ساخته شده عرشه پل
- ۴- جانمایی نادرست نئوپرن در زیر تیرهای پیش ساخته عرشه پل (منجر به کاهش عمر مفید بهره برداری از نئوپرن یا جداگر لرزه ای و بالشتک بین تابلیه و کوله و ایجاد تنشهای قابل توجه در انتهای تیر می گردد)
- ۵- عمل آوری نامناسب بتن عرشه و ایجاد ترکهای انقباضی
- ۶- اجرای نامناسب درزهای انبساط
- ۷- اجرای نامناسب نرده های پل



(a)



(b)

شکست برشی







اثرات تخریبی سیلاب بر پل



نمونه ای از حمله کربناتی و خوردگی آرماتورها



خوردگی شدید پایه پل

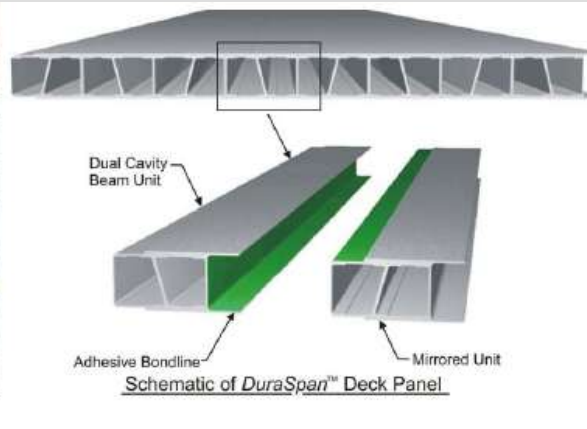


تخریب تابلیه پل

برخی از روشهای مقاوم سازی پل

- ۱- استفاده از تابلیه کامپوزیت ۲- استفاده از میلگردها و پوششهای FRP ۳- پیش ساخته کردن و
- صنعتی سازی ۴- استفاده ستون و شاهتیر پل از لوله کامپوزیتی پر شده بر بتن ۵- استفاده از کابل و پیش

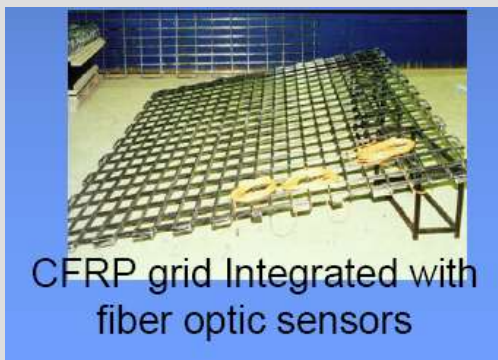
تنیدگی و پس تنیدگی ۶- استفاده از سیستمهای استهلاک انرژی چون جداگر لرزه ای یا میراگرها و ترکیب آن دو



FRP BRIDGE DECKS



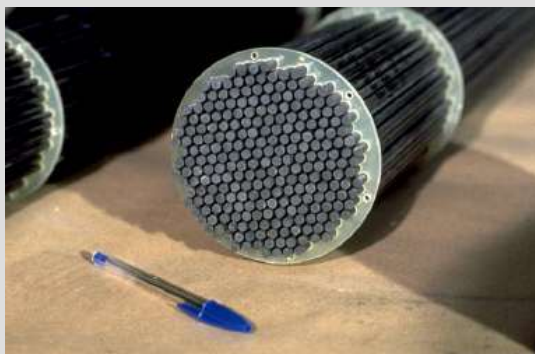
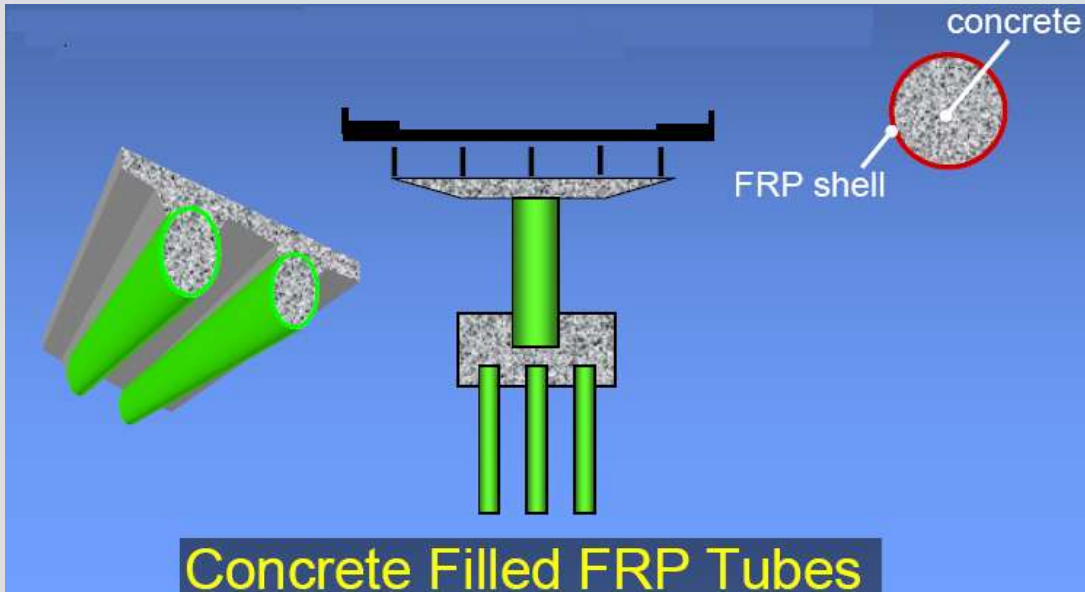
FRP Rebar for Decks / Approach Slabs



Placement of Individual Double-layer Grating on Bridge



استفاده از تیر پیش ساخته (کارخانه دیسمان قطعات پیش ساخته بدین شکل تولید می کند)



FRP Tendons: Cable-Stayed Bridges

FRP Pedestrian Bridges



FRP Strengthening





Post-tensioned CFRP Plates

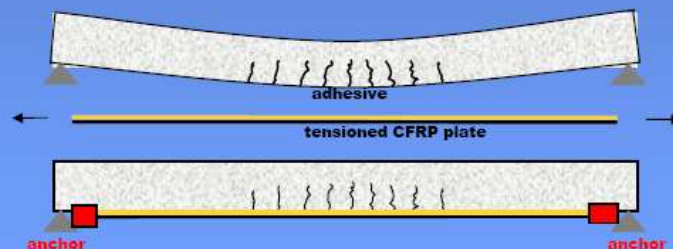
به کمک پیش تنیدگی در پلها تنشهای ناخواسته را حذف و مشکل شکنندگی اعضا فولادی نورد شده را بخصوص در خرپاها با پیش تنیدگی حل می کنیم و ضمن بدست آمدن دهانه های بزرگتر هماهنگ با محدودیتهای جغرافیایی ، تعداد پایه کمتری نیاز است

اثر پس تنیدگی در مقاوم سازی پلها

۱- افزایش ارتفاع پل ۲- حذف یا کاهش تنشهای کششی ۳- مقابله با لغزش و واژگونی

Post-tensioning with CFRP

- Optimal use of high material properties of carbon fibers
- Reduces tensile strain in existing steel reinforcement
- Increases live load capacity of member
- Non-corrosive material



مودهای شکست کابل / بتن / سنگ

- واژگونی / ترک
- برش در طول مقطع لغزشی
- حرکت گره ها

مولفه های سازه فولادی

- کابل پیش تنیده

معیارهای طراحی برای پایداری پل و کنترل ترکها

- بارهای استاتیکی، دینامیکی، سیکلیک
- تنش های مجاز بتن
- نیروهای چکشزدن
- نیروی برشی فونداسیون
- طول گیرداری برای مهار در فونداسیون
- تنش های مجاز سنگ (بستر و تکیه گاه)
- مدل سه بعدی پیش تنیدگی
- افت های پیش تنیدگی
- اصطکاک
- رهاشدگی کابل ها
- خزش و چین خوردگی بتن
- لغزش کابل
- شکستگی ها
- مواد ضد خوردگی (دوغاب، گریس، قیر)
- مواد اپوکسی اطراف کابل ها - مواد آب بند کننده

کابل های چسبیده

- تزریق برای جلوگیری از خوردگی
- انتقال نیرو به بتن

کابل های بدون چسبیدگی

- گریس کاری برای جلوگیری از خوردگی
- نگهداری طولانی مدت کابل های پیش تنیده

تحلیل پایداری

- تاثیر پیکربندی کابل ها مهاری
- ندها، م.ا.د به سیستم، با، گدا، م، هندس

طراحی مقدماتی

بدنه صلب معادل

مدل اجزای محدود

- مدل سازی کابل ها / میلگردها
- پایداری هندسی
- لغزش چسبندگی
- اثر چسبندگی

مدل سازی کابل، مانند المان های کابلی

- خواص الاستیک / غیرالاستیک
- گسترش نیروی داخلی
- چسبیده / غیر چسبیده

مدل سازی کابل ها مانند نیروهای معادل

- انتقال اصطکاک به بتن

تحلیل موفق با توجه به مودهای شکست

- بلی : طراحی جزئیات

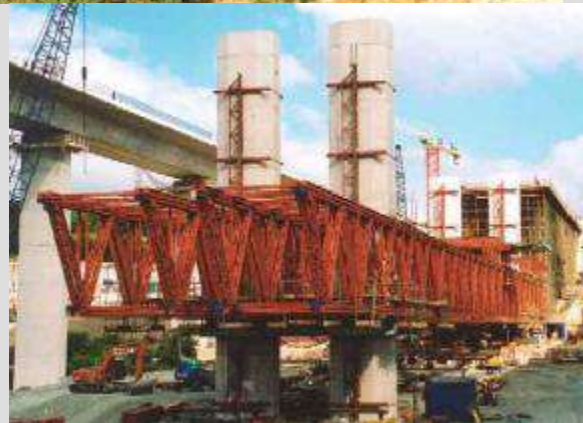
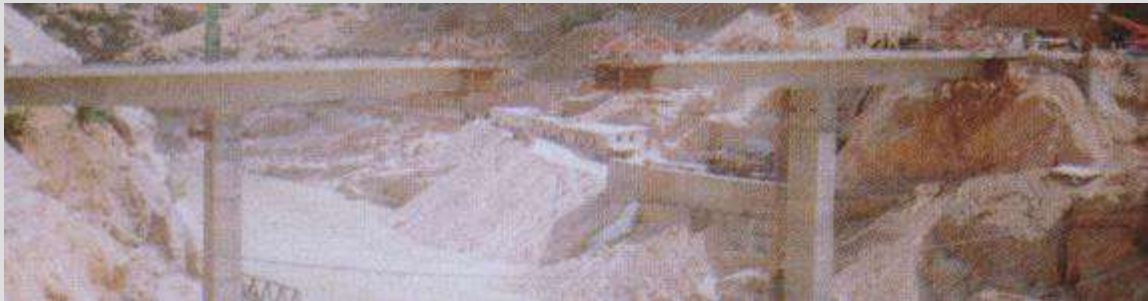


استفاده از میراگر ویسکوز در پل

روشهای برپاکردن پل

۱- بکاربردن داربست ثابت ۲- بکاربردن داربست متحرک ۳- روش طره آزاد جهت بتن درجا ۴- روش طره آزاد برای پلها با قطعات پیش ساخته ۵- روش هل دادن ۶- بلندکردن و جابجا کردن

استفاده از روش طره در اجرای پل









مراجع

- ۱- شاپور طاحونی، اصول مهندسی پل
- ۲- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای فولادی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۳- بازرسی و ارزیابی روسازی پلهای بتنی، انتشارات مرکز تحقیقات اداره راه و ترابری
- ۴- محمد مویدیان تحلیل و طراحی پلهای دال تیر
- ۵- ابولفضل عربزاده نظریه و تحلیل پلهای پیش تنیده فولادی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹
- ۶- ایمان الیاسیان، تکنیکهای تسلیح سازه بتن آرمه با FRP سایت مرکز عمران ایران
- ۷- وای فان چان، ایان دوان ترجمه مرتضی اسماعیلی، پیمان یوسفی مجد، مهندسی پل طراحی زیر سازه، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۱۳۸۷
- ۸- سیدمهدی زهرایی، آشنایی با جداسازهای لرزه ای وتأثیر آنها بر عملکرد پلها، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل و نقل - ۱۳۸۵
- ۹- علیرضا رهایی، افشین فیروزی، بررسی عملکرد آسیب پذیری پلها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۱۳۸۴
- ۱۰- مجموعه مقالات سومین کنفرانس بین المللی پل - خردادماه ۱۳۸۷

۱۱- ایمان الیاسیان "راهکارهای مقاوم سازی سازه های بتن آرمه" سایت مرکز عمران ایران

۱۲- ایمان الیاسیان "تکنیکهای بهسازی و مقاوم سازی سازه ها" ۱۳۸۹

۱۳- شاپور طاحونی "پیش نویس روشهای بهسازی لرزه ای سازه های موجود و جزییات اجرایی" سایت

Iransaze

۱۴- ایمان الیاسیان "روشهای مقاوم سازی سازه های بتن آرمه و آشنایی با روش تقویت با ورقه FRP

" فصلنامه علمی- کاربردی مهندس اسوه سال اول /شماره سوم/ بهار ۱۳۸۵

۱۵- انوش سعادت مهر " نکاتی چند در اجرای پلهای بتن مسلح"

16-John P.Busel" Composite Industry's perspective on transportation infrastructure opportunities" American Composites manufactures association, Virginia

17-Abbas Al Hussein, Jubin Motamed, Iman Elyasian "Bridge Design "translation of 2009 instruction for test for Iranian retrofitting center

18-Wai-Fa-Chen, Lian Duan "Bridge Engineering Seismic Design" CRC press, Washington, 2003

۱۹- میسمی، ج، ۱۳۸۵، بهسازی پل و راهکارهای بهسازی حین بهره برداری از آن، پروژه تحقیقاتی،

واحد تخصصی تعمیرات و مقاوم سازی دانشگاه شهید عباسپور

۲۰- میسمی، ج، مقاوم سازی سازه های آبی نظیر پل و ملزومات آن، کنفرانس بین المللی حفاظت

بناهای آبی، اردیبهشت، ۱۳۸۶،

مدیریت سیستم پل با تکیه بر پیش تنیدگی

ایمان الیاسیان، کارشناس ارشد سازه

iman.elyasian@gmail.com

سه نوع اصلی از پلها موجودند:

- پل تیری
- پل قوسی
- پل معلق

تفاوت عمده ی این سه پل در فاصله دهانه ی پل است. دهانه، فاصله ای است بین پایه های ابتدایی و انتهایی پل، اعم از اینکه آن ستون، دیوارهای دره یا پل باشد. طول پل تیری مدرن امروزه از ۲۰۰ پا (۶۰ متر) تجاوز نمی کند. در حالی که یک پل قوسی مدرن به ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ پا (۲۴۰ تا ۳۰۰ متر) هم می رسد. پل معلق نیز تا ۷۰۰۰ پا طول دارد.

پلهای تیری

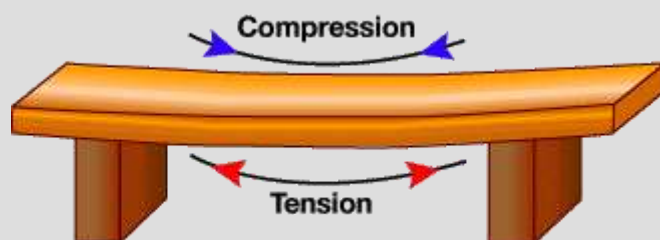
یک پل تیری، اساساً یک سازه افقی مستحکم است که بر روی دو پایه نصب شده است و این پایه ها، هر یک در انتهای طرفین پل قرار دارند. وزن پل و هرگونه وزن اضافی دیگر که بر روی پل اعمال می شود، مستقیماً توسط پایه ها تحمل می شوند.

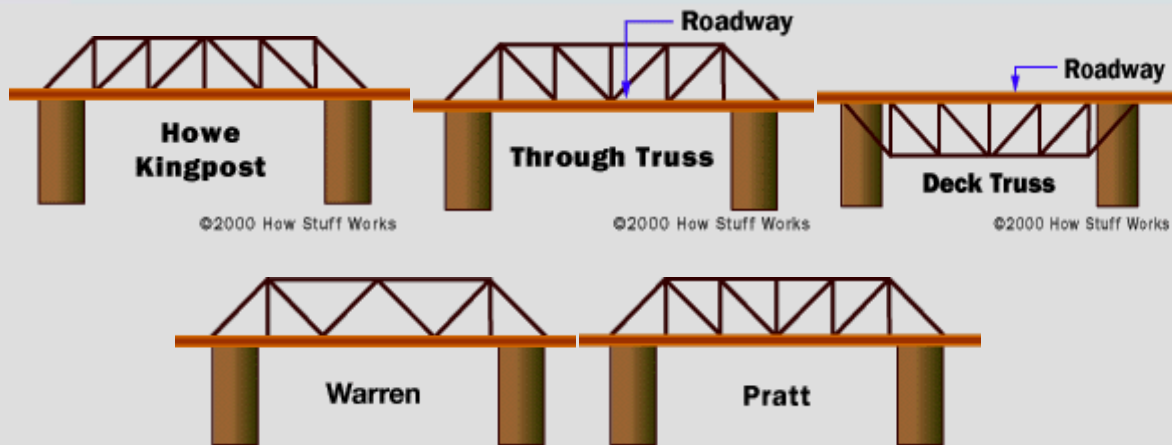
فشار

نیروی فشاری خود را در بالای عرشه پل یا جاده نمایان می سازد. این نیرو موجب می شود که بخش بالایی عرشه کوتاه- تر گردد.

کشش

برآیند نیرو فشاری در بخش بالایی عرشه به ایجاد نیروی کششی در بخش پایینی عرشه پل منجر می شود. این کشش موجب افزایش طول در بخش پایینی پل می شود.





پل قوسی

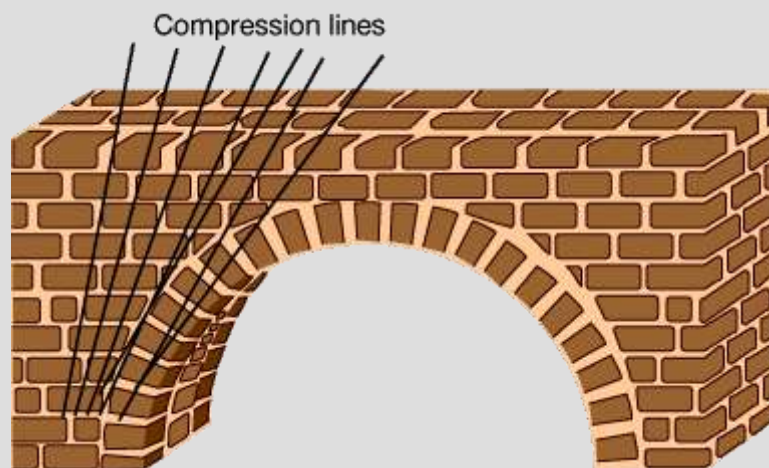
یک پل قوسی سازه ای است به شکل نیم دایره که در هر طرف آن نیم پایه (پایه های جناحی) قرار دارد. طراحی قوس طوری است که به طور طبیعی وزن عرشه پل را به نیم پایه ها منتقل و منعطف می کند.

فشار

پلهای قوسی همواره تحت فشار قرار گرفته اند. نیروی فشاری همواره در امتداد قوس و به سمت نیم پایه ها وارد می شود.

کشش

کشش در یک قوس ناچیز و قابل اغماض است. خاصیت طبیعی خمیدگی قوس و توانایی آن در پخش نیرو به بیرون، به طور قابل ملاحظه ای تاثیرات کشش را در قسمت زیرین قوس کاهش می دهد. هرچند با زیاد شدن زاویه ی خمیدگی (بزرگتر شدن نیمدایره قوس) تاثیرات نیروی کششی نیز در آن افزایش می یابد.



پل معلق

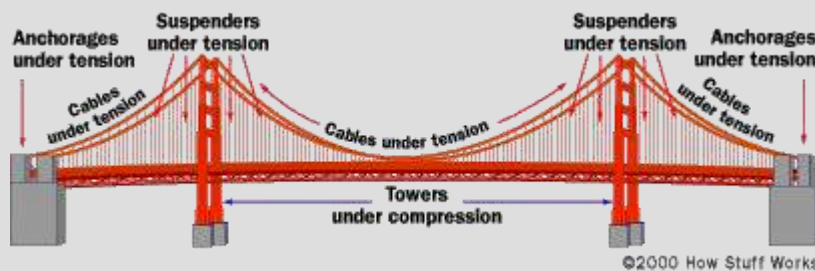
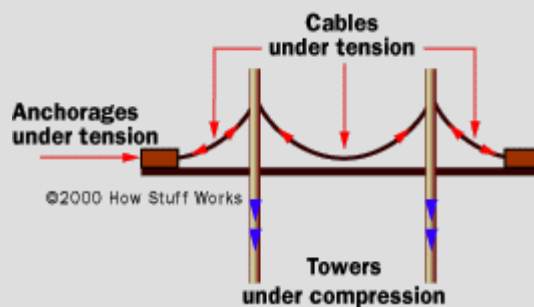
پل معلق پلی است که توسط کابل ها (یا ریسمانها یا زنجیرها) در عرض رودخانه (یا در هر جایی که مانع وجود داشته باشد) کشیده شده اند و عرشه توسط این کابل ها معلق مانده است. پل های معلق مدرن دو برج در میان پل دارند که کابل ها آن را می کشند. بنابراین برج ها بیشترین وزن جاده را تحمل می کنند.

نیروی فشاری

نیروی فشاری عرشه پل معلق را به سمت پایین متراکم می سازد در نتیجه این نیروی فشاری به برجها وارد می آیند. اما از آنجا که این یک پل معلق است، کابلها این نیروی فشاری را از برجها گرفته و آن را در بین خود پراکنده می کنند. و آن را به زمین منتقل می کنند، جایی که آنها محکم بسته شدند.

کشش

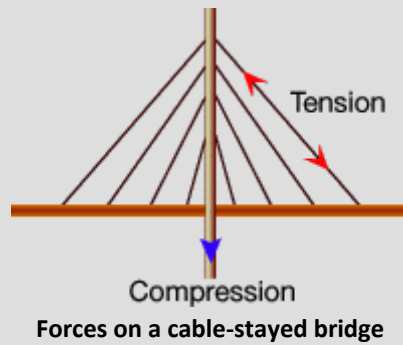
کابلهایی که میان دو لنگرگاه خود یعنی تکیه گاهها قرار گرفته اند، دریافت کننده نیروی کششی هستند. وزن پل و حمل و نقل روی آن سبب می شود که این کابل ها به شدت کشیده شوند. تکیه گاهها نیز تحت کشش هستند ولی از آنجا که همانند برجها، محکم به زمین بسته شده اند، کشش موجود در آنها پراکنده می شود.



تقریباً همه پلهای معلق به غیر از کابل ها از یک سامانه خرپا نیز بر خوردارند که در زیر عرشه پل قرار گرفته است (Deck truss). این سامانه موجب استحکام بیشتر عرشه و کاهش تمایل سطح جاده به نوسان و موج شدن می شود.

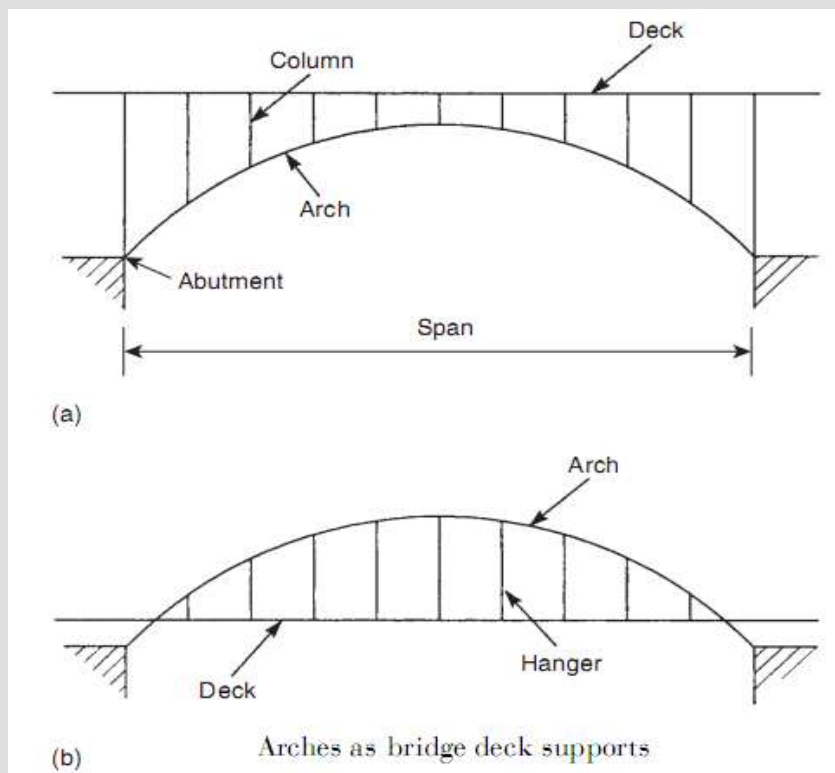


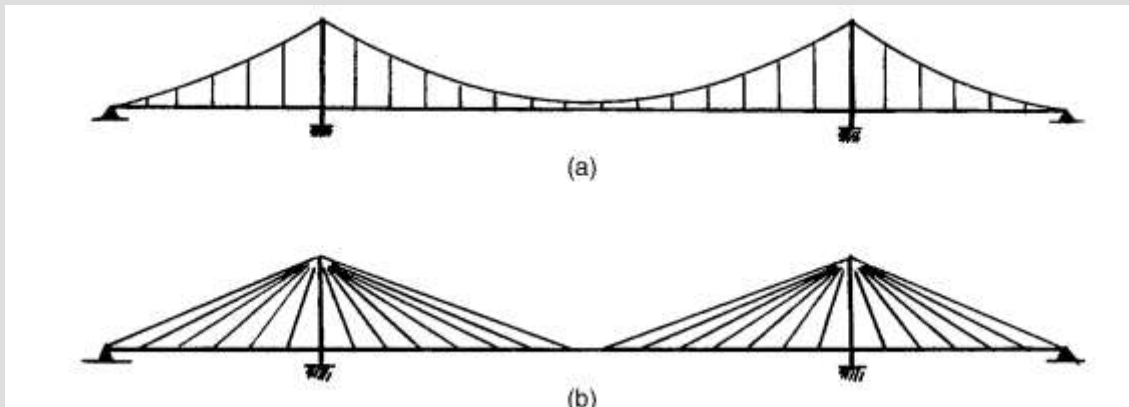
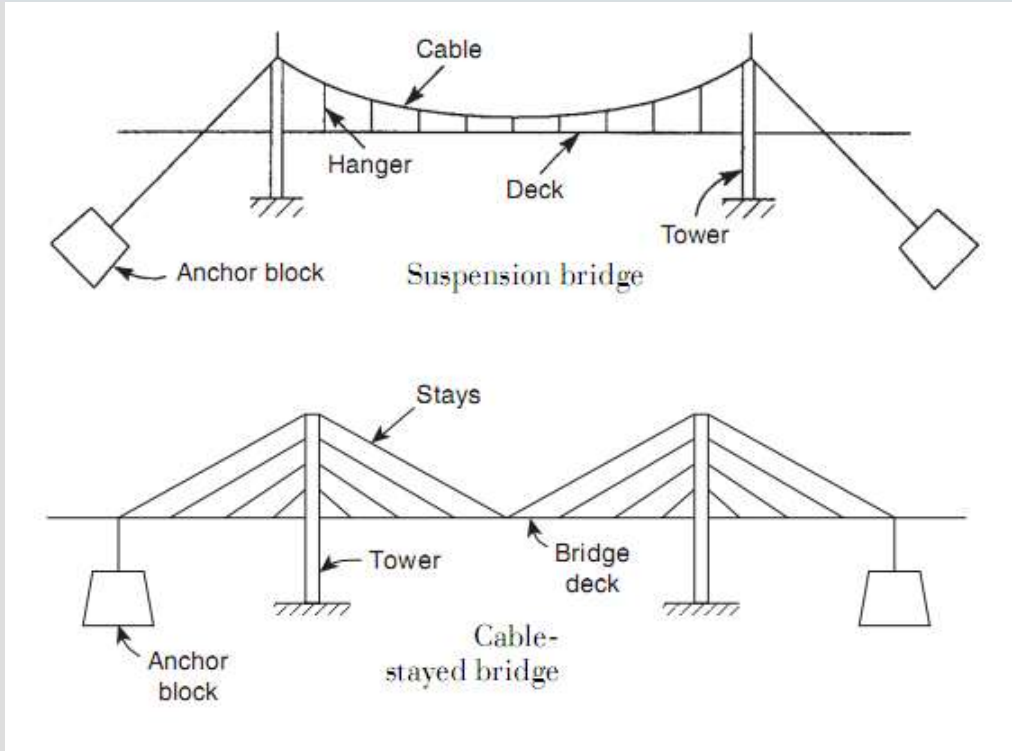
یک پل معلق کلاسیک در شهر نیویورک

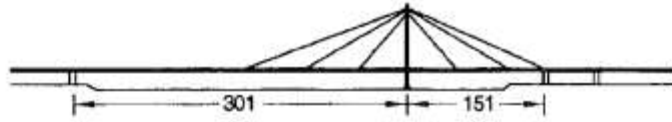




پل کابل ایستاده در نزدیکی ساوانا



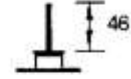




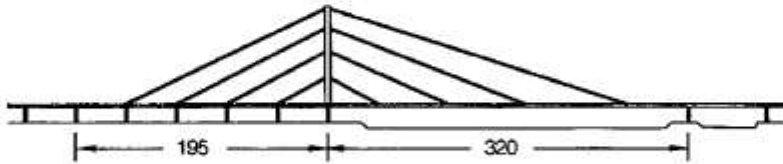
(a)



(b)



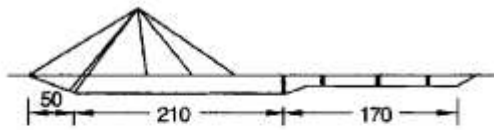
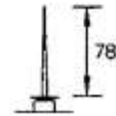
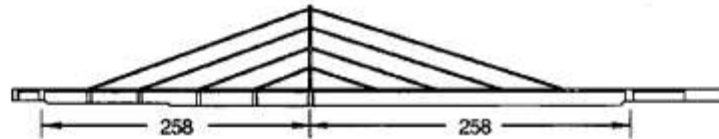
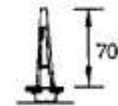
(c)



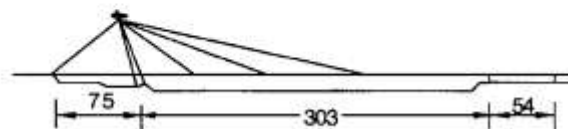
(d)



(e)

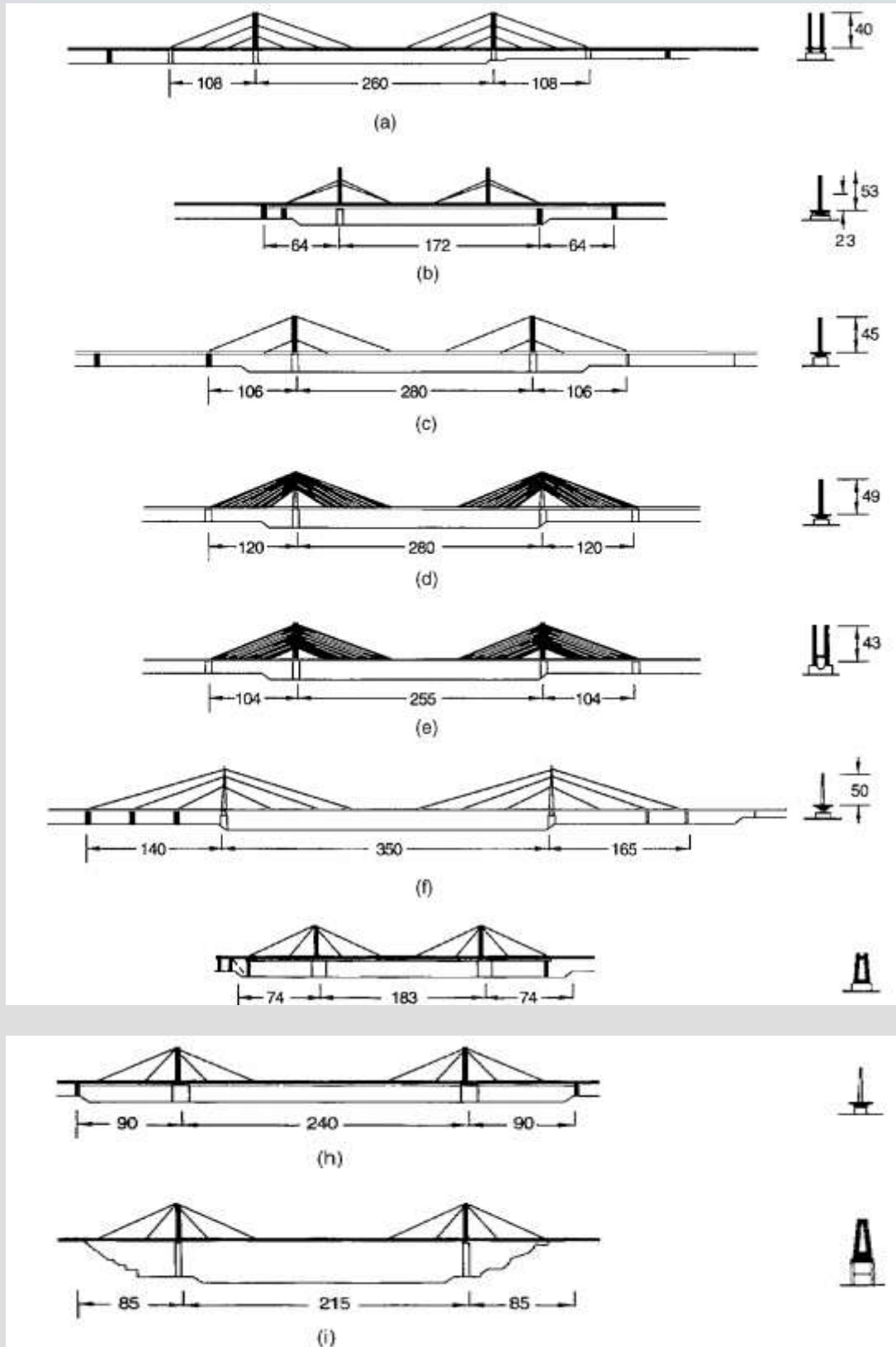


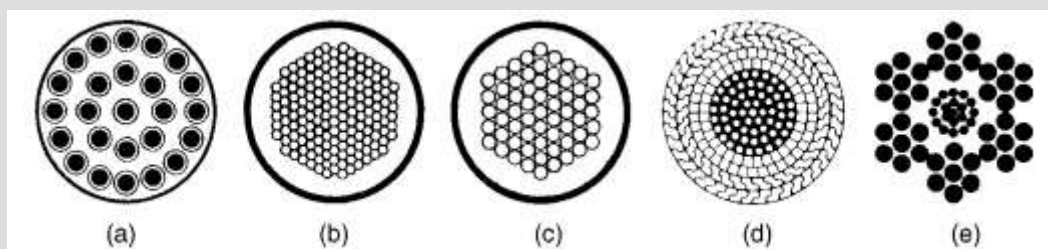
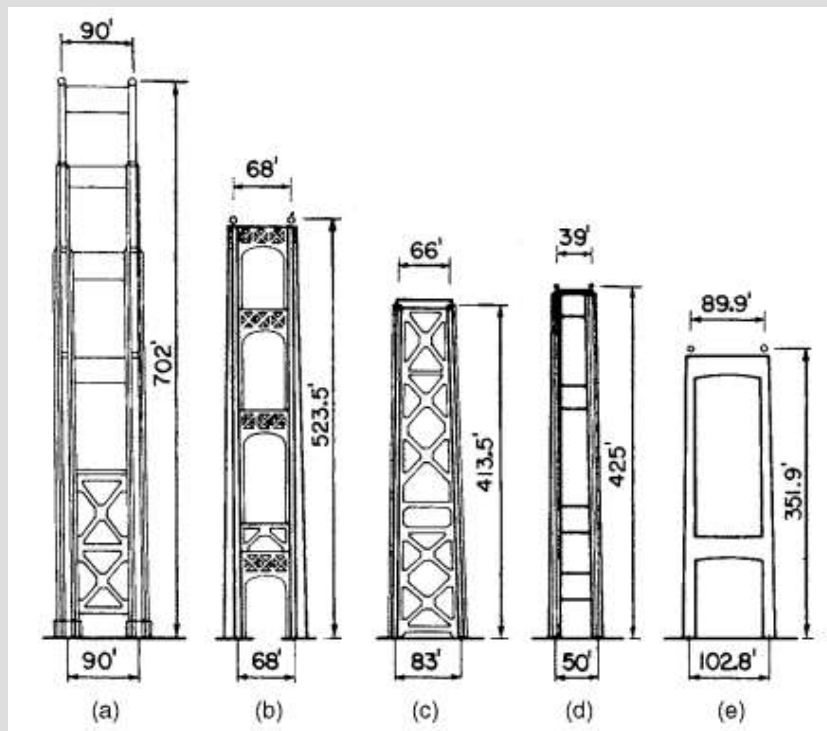
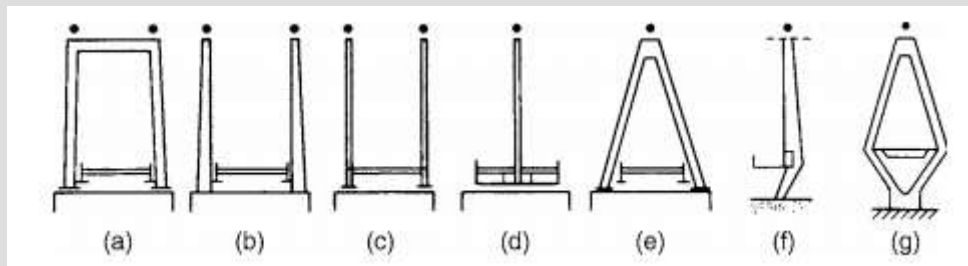
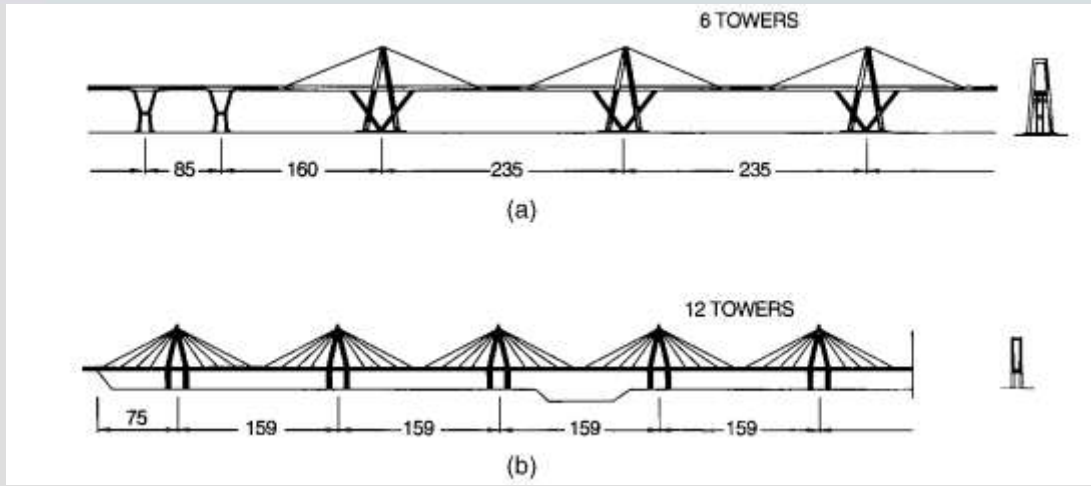
(g)

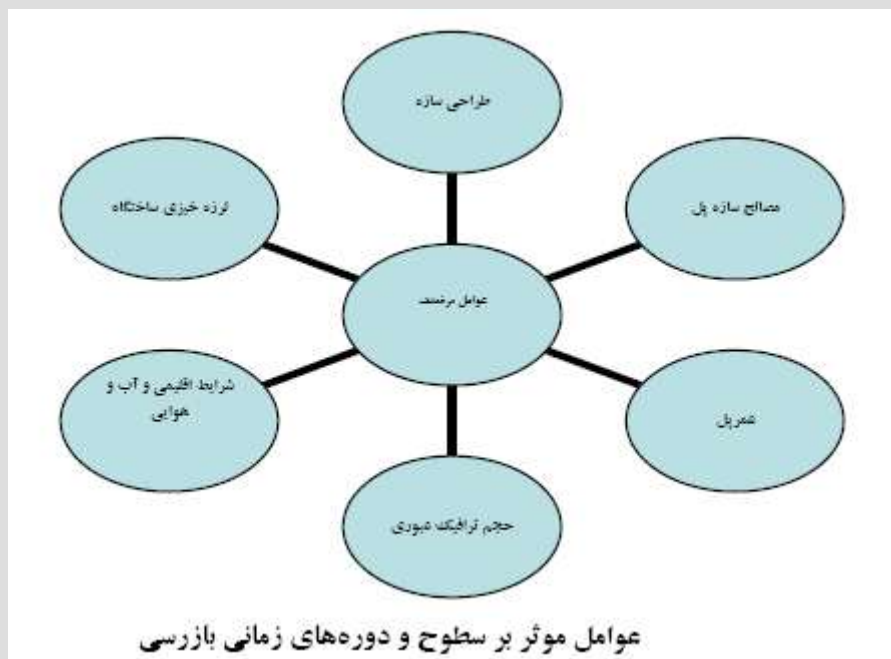
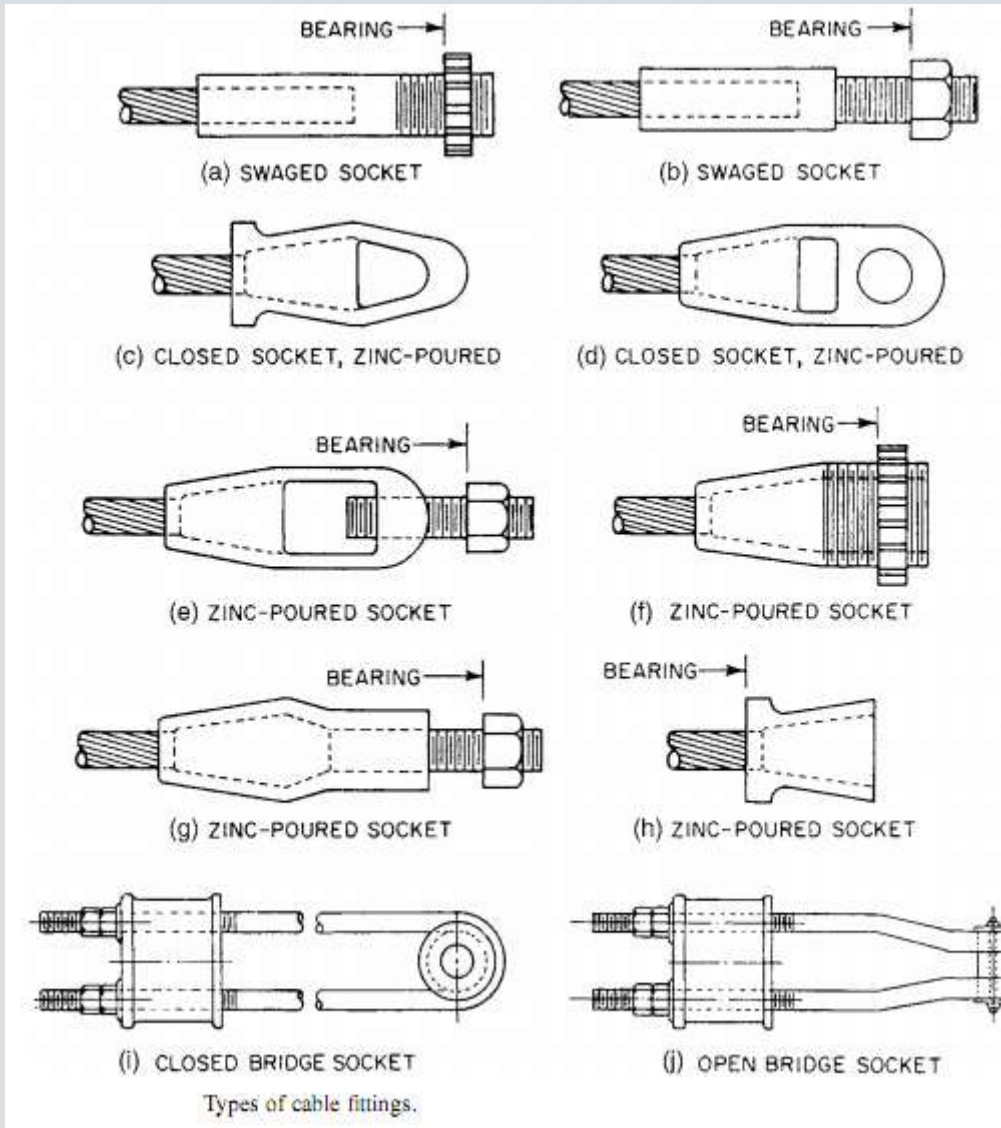


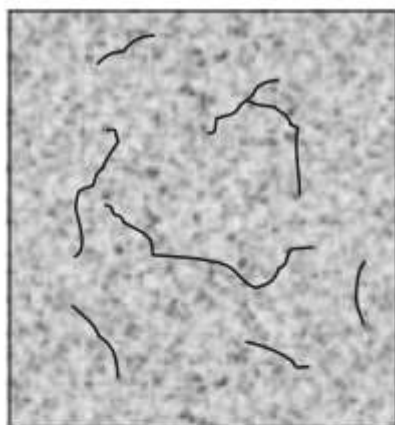
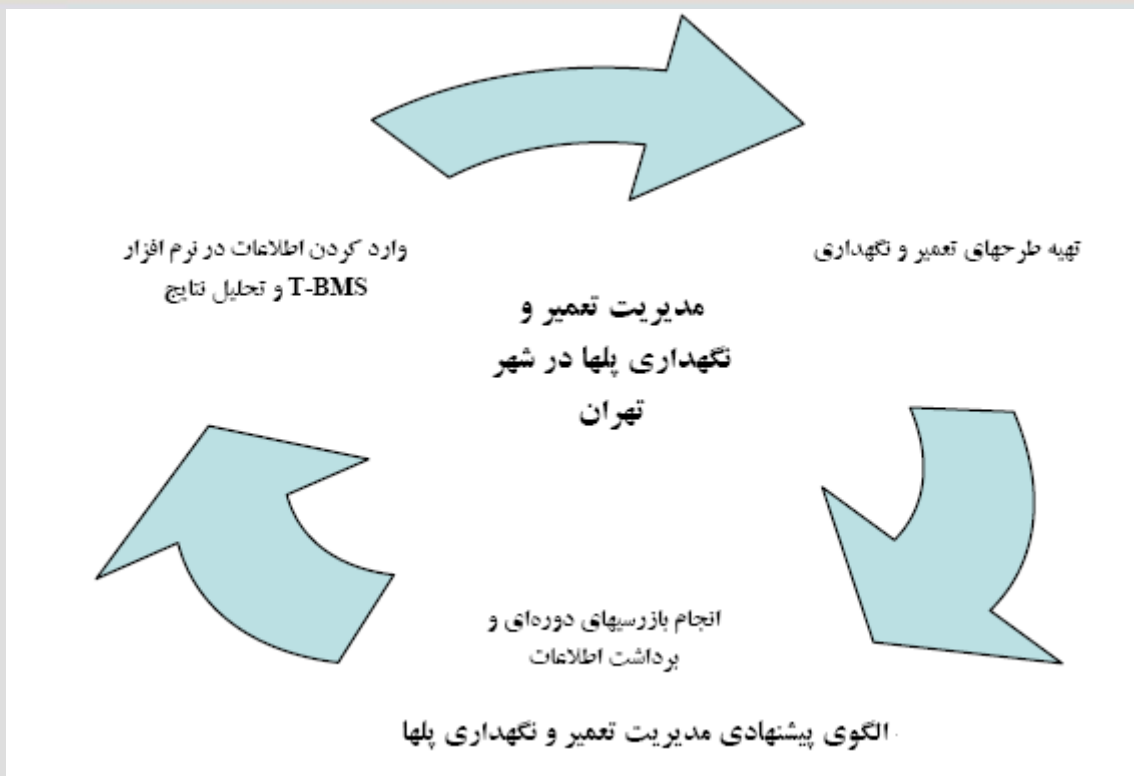
(h)



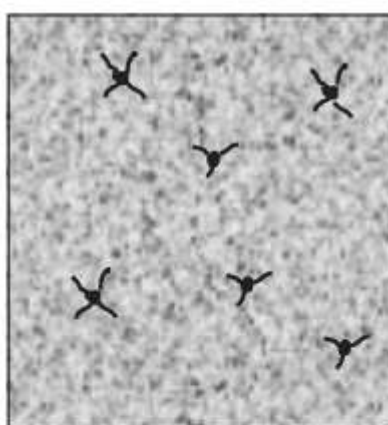




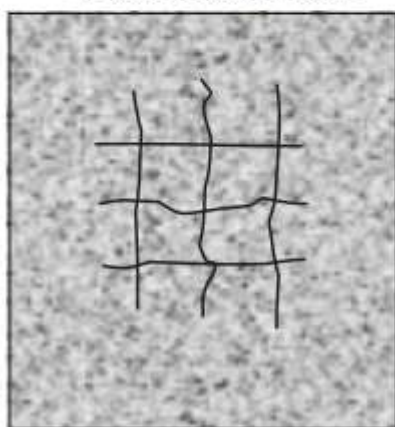




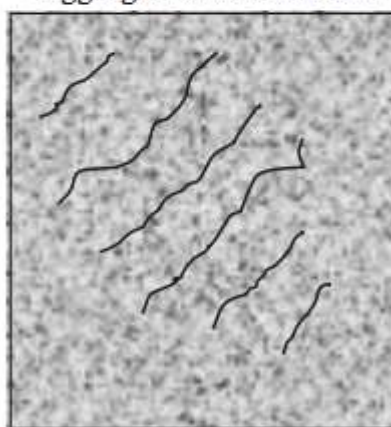
Result of sulfate salt



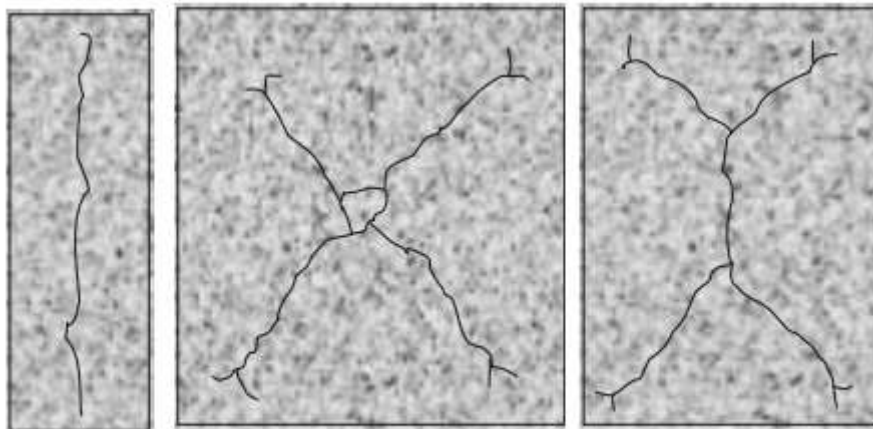
Aggregates with alkaline



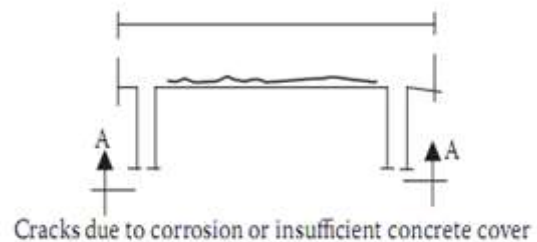
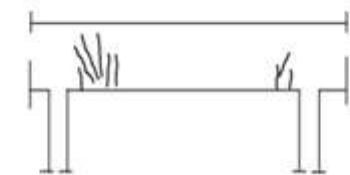
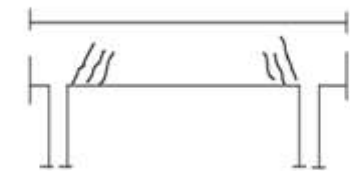
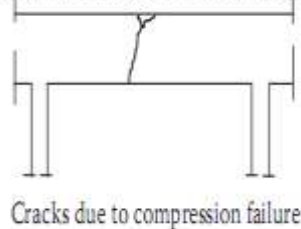
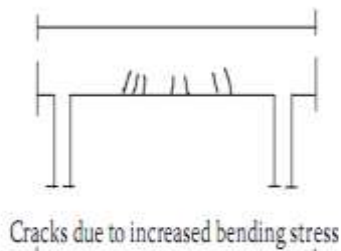
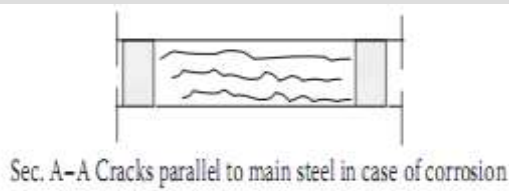
** Cracks due to steel corrosion (Cracks parallel to steel bars)



Cracks due to shrinkage

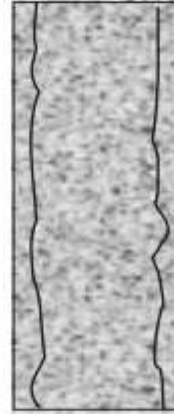


Cracks due to increased load on the slab

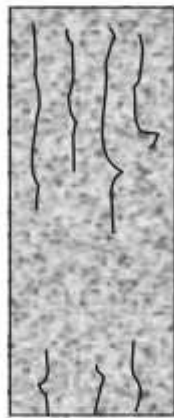




Cracks due to eccentricity

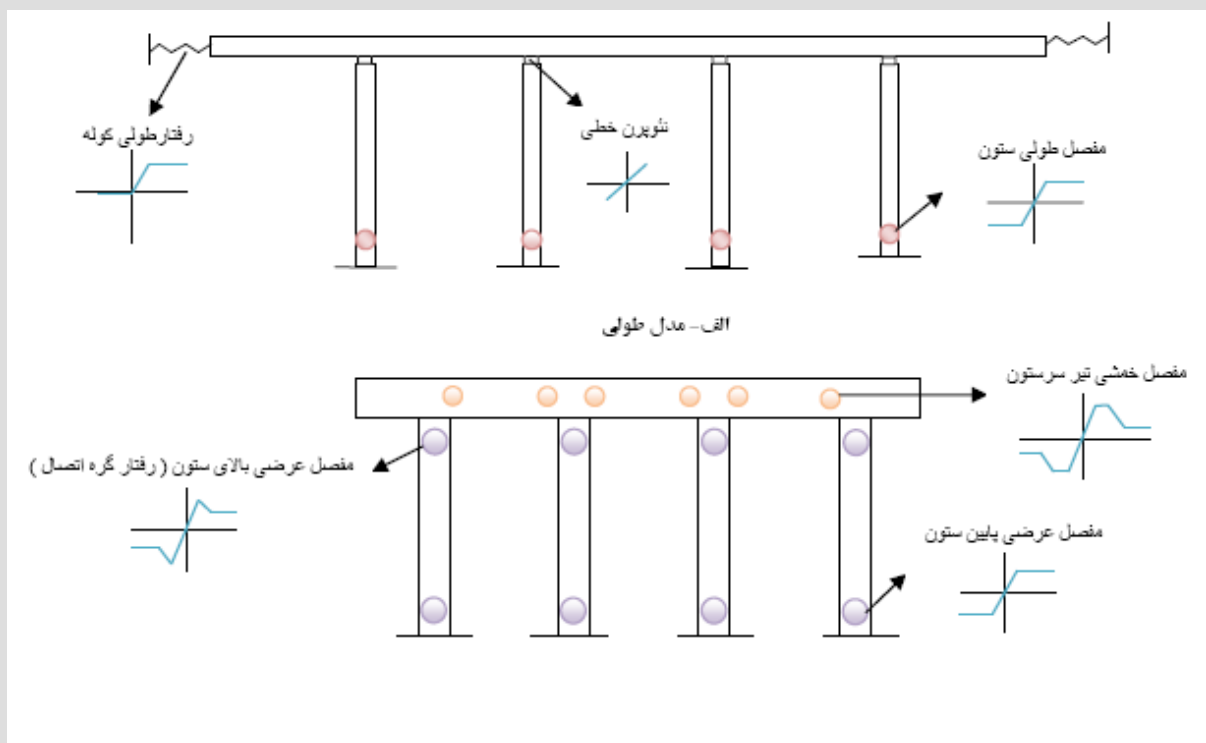
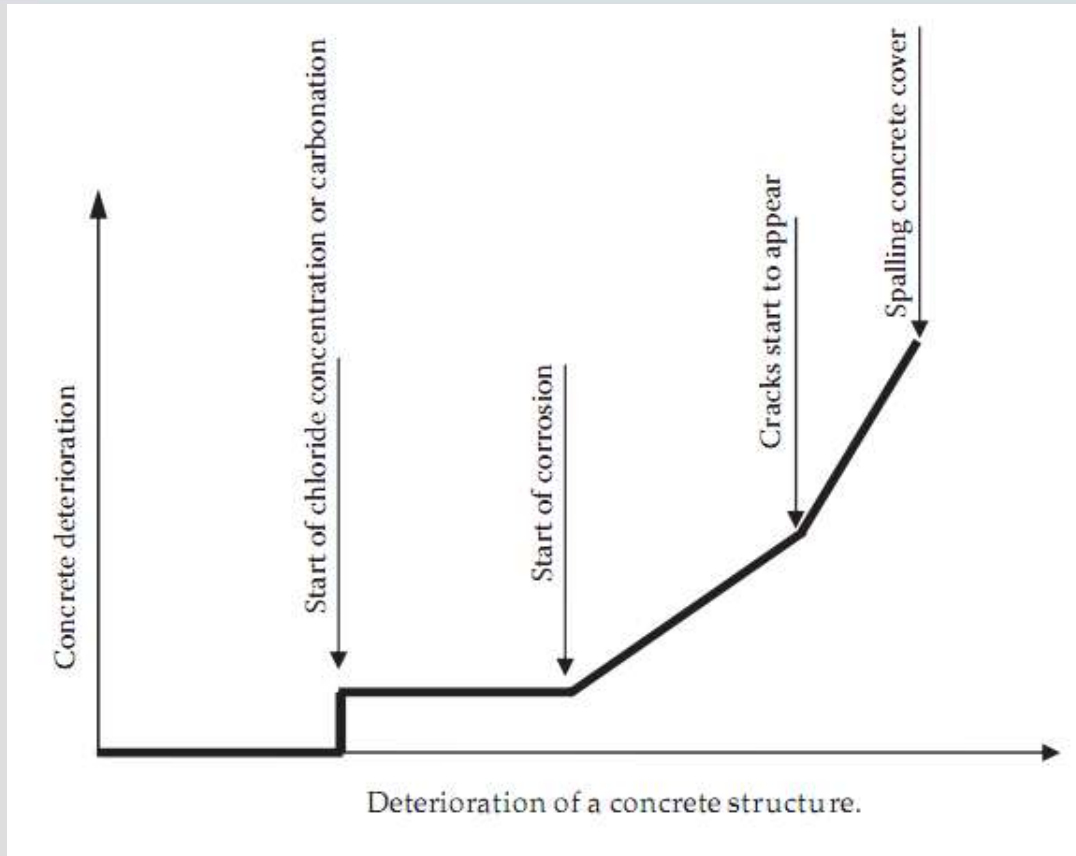


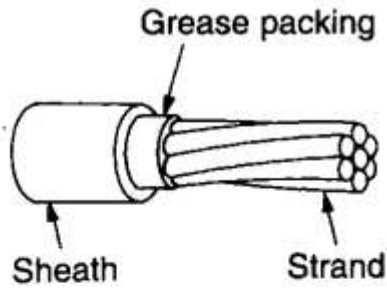
Cracks due to corrosion



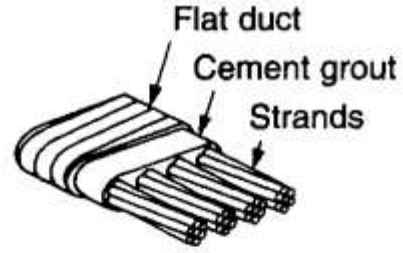
Cracks due to increased column load





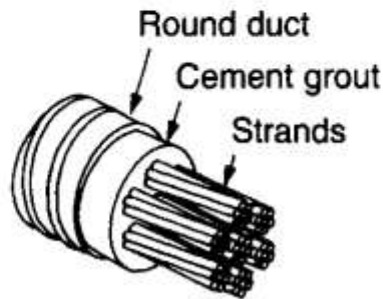


Monostrand system (unbonded)

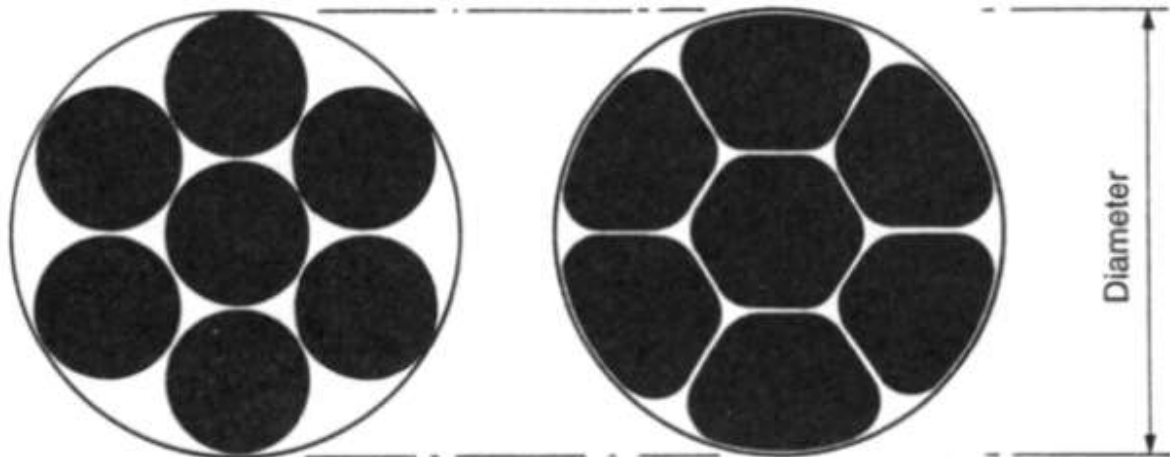


Flat duct system (bonded)

Unbonded and bonded tendons



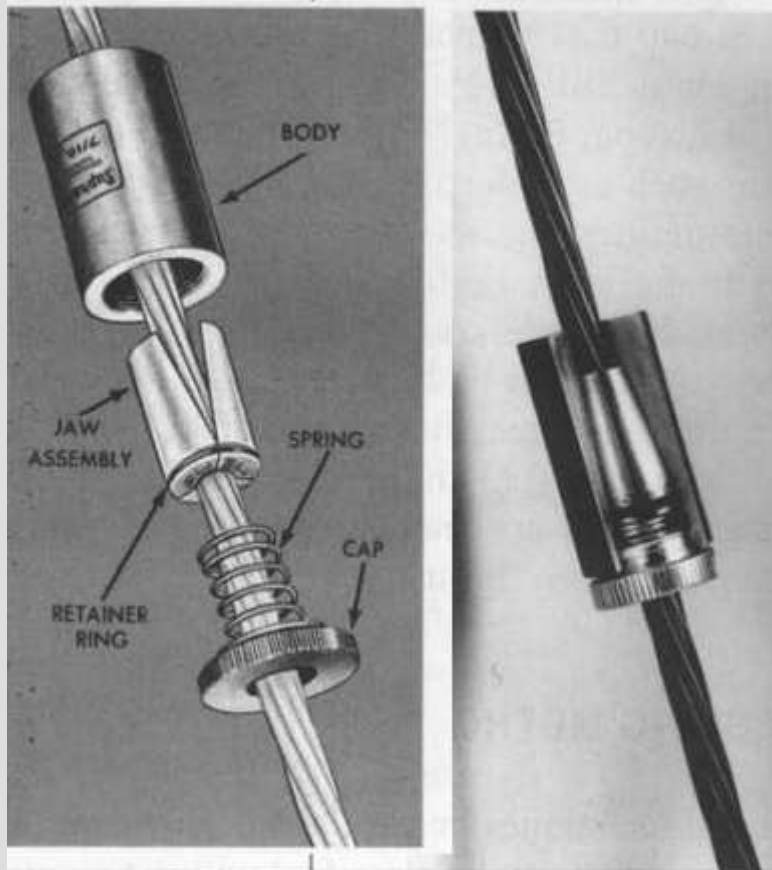
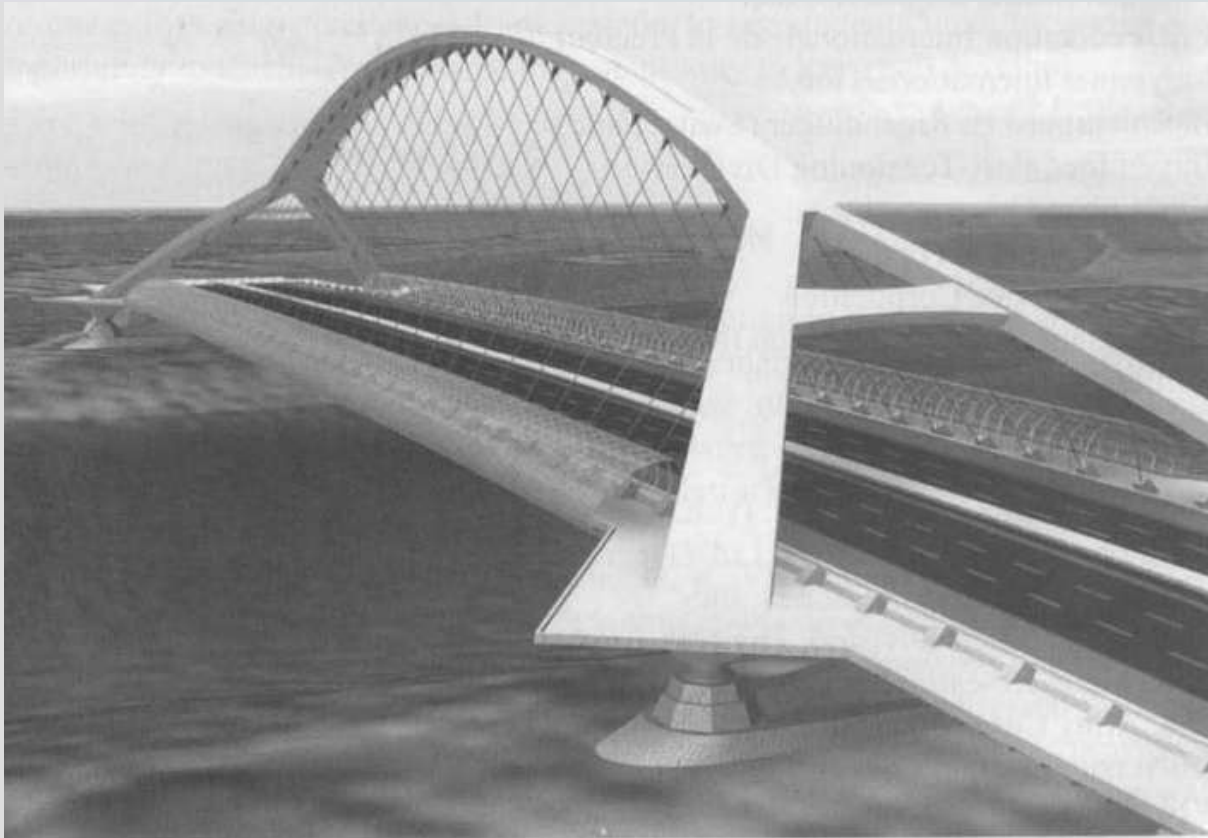
Multistrand system (bonded)

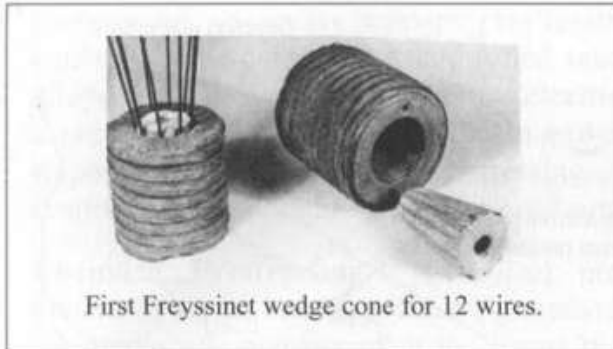
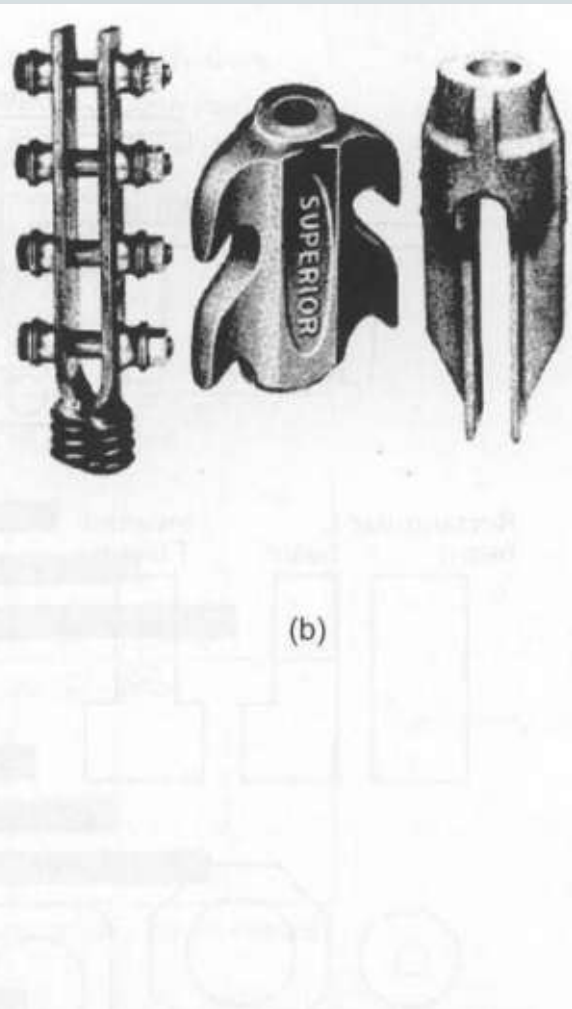
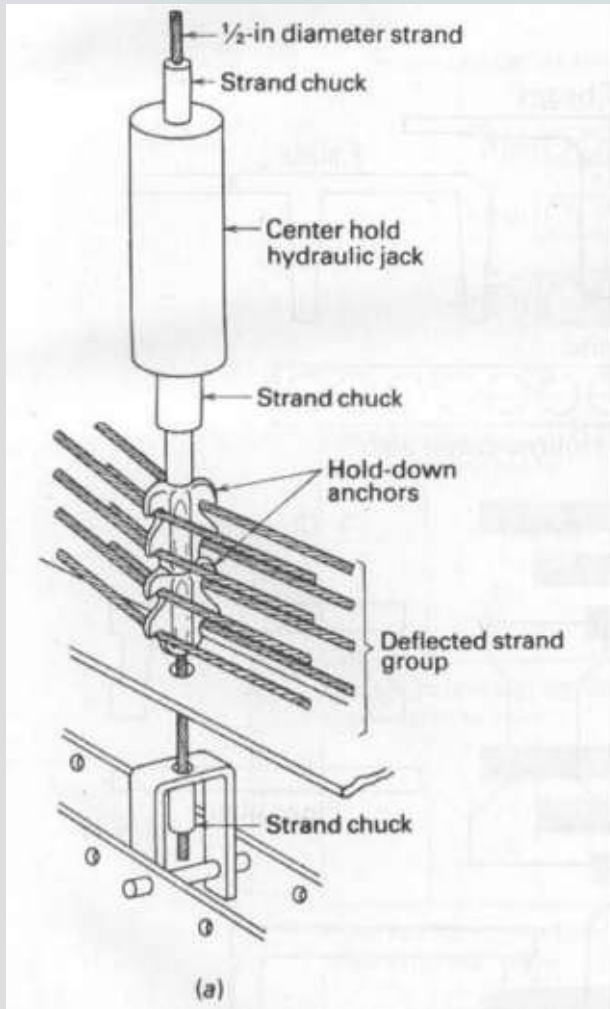


Normal

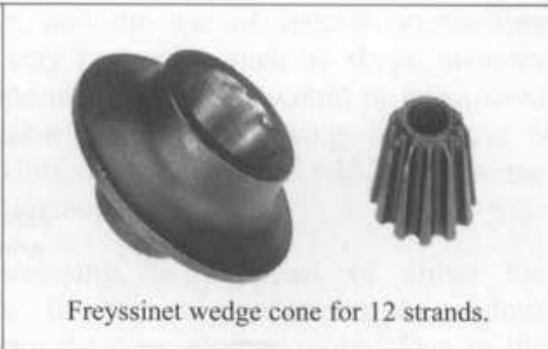
Compact

Prestressing strand





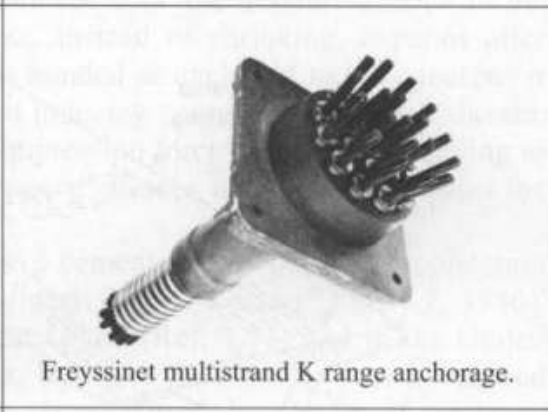
First Freyssinet wedge cone for 12 wires.



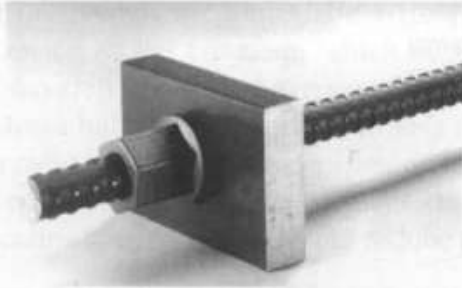
Freyssinet wedge cone for 12 strands.



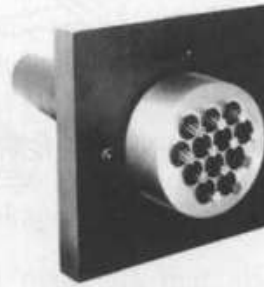
BBRV anchorage for buttonhead wedges.



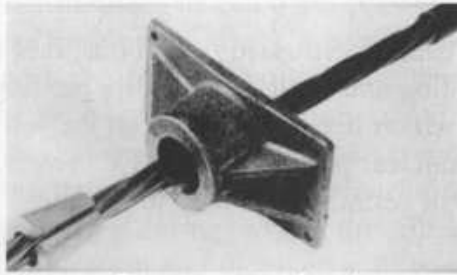
Freyssinet multistrand K range anchorage.



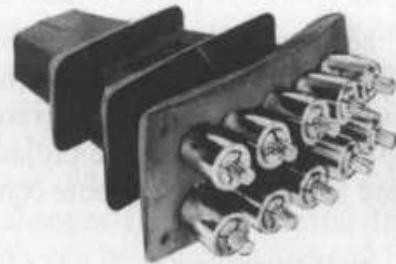
Dywidag threaded bar anchorage.



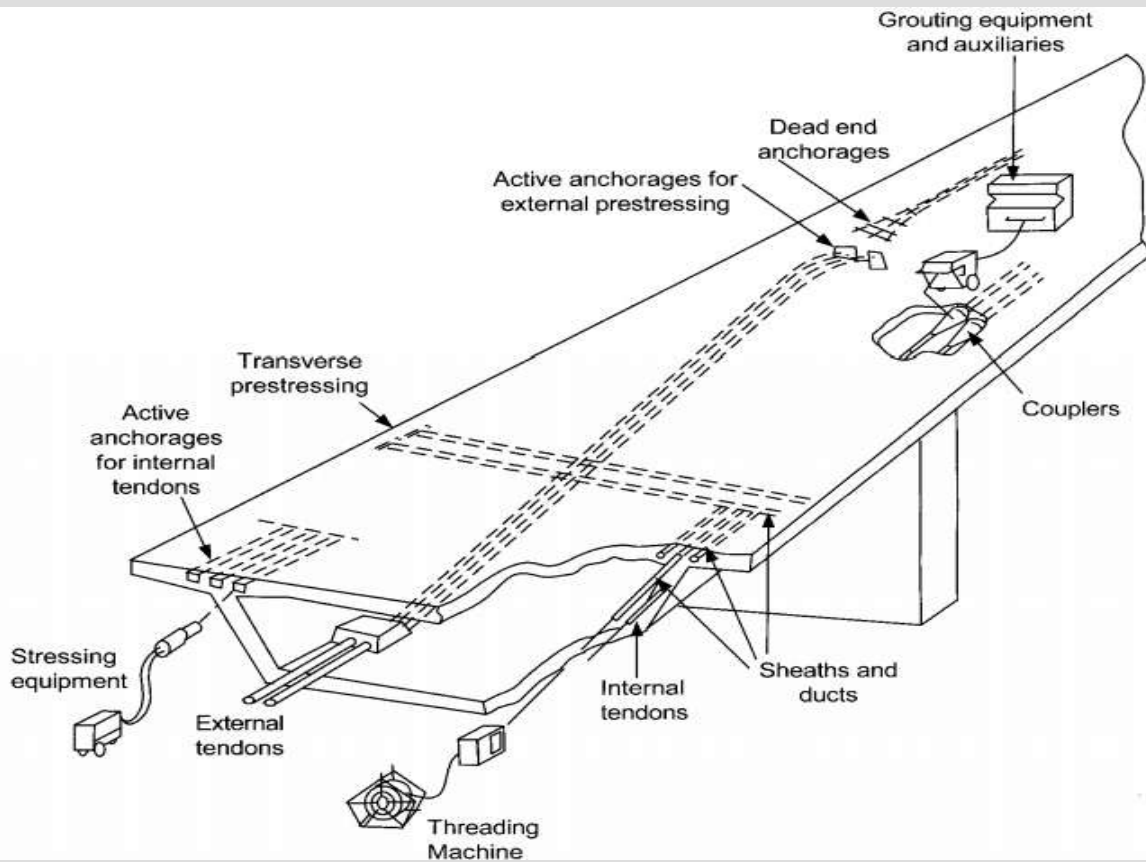
VSL multistrand type E anchorage.

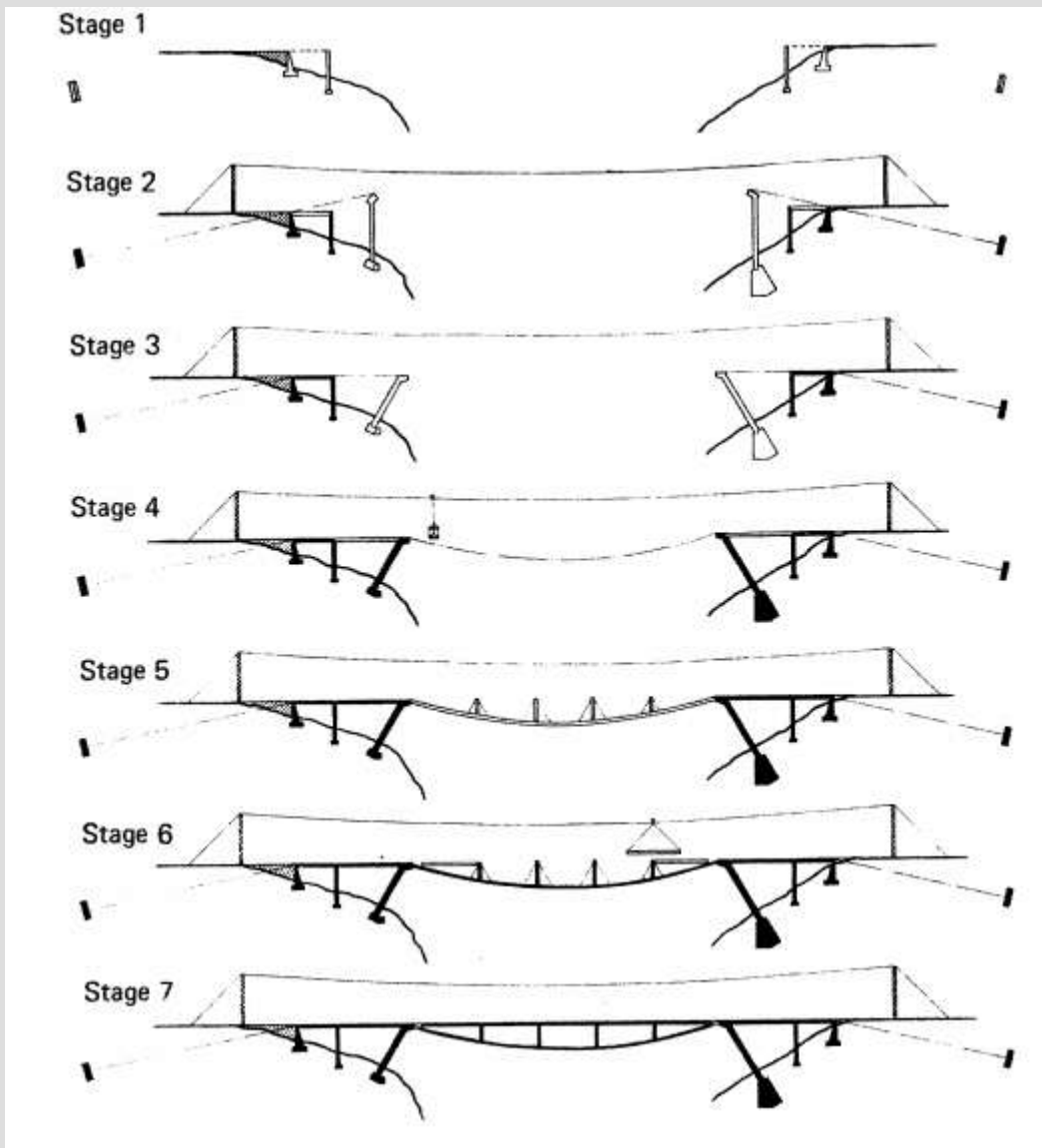
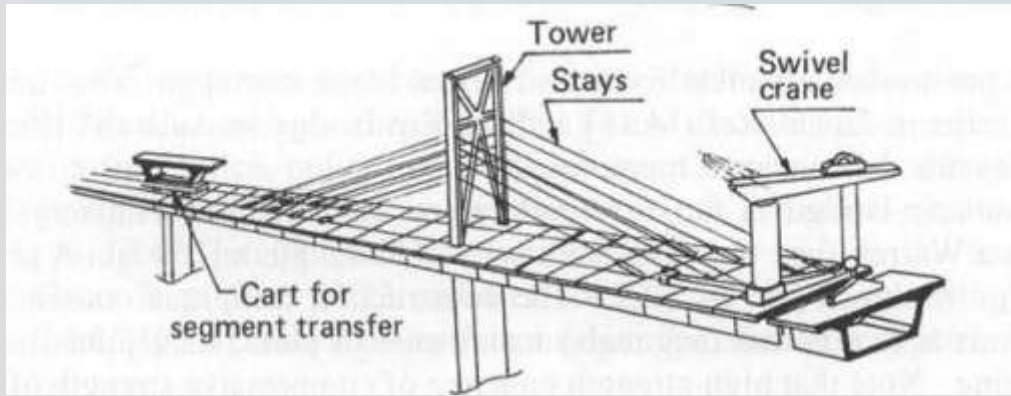


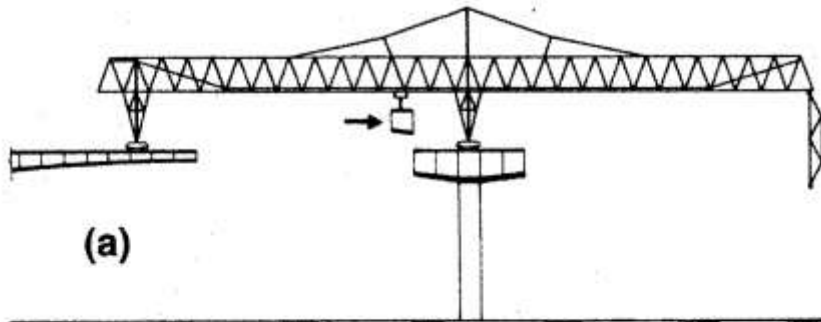
Inryco Cona monostrand anchorage.



CCL systems multistrand anchorage.







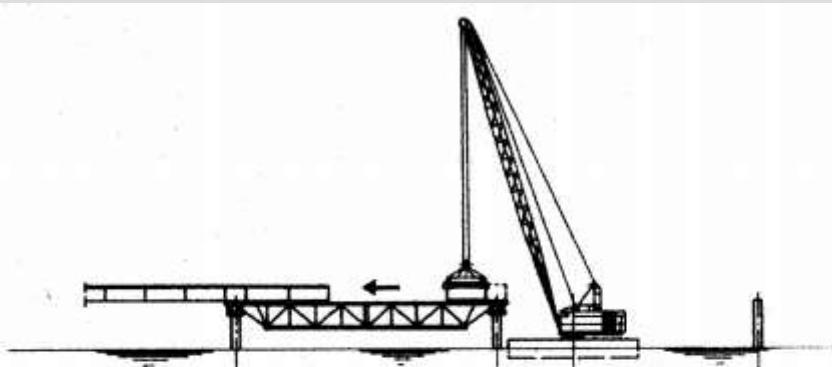
(a)

Balanced Cantilever Using Launching Girder. An overhead truss or "launching girder," riding above the superstructure, places segments — alternating from one cantilever to the other — to balance loads.



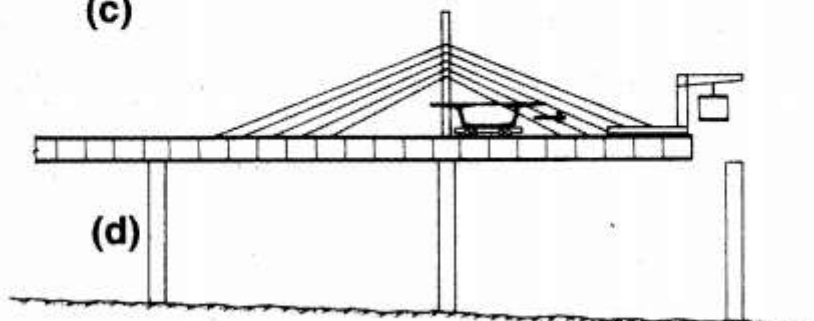
(b)

Balanced Cantilever with Travelling Forms. Travelling forms at the tips of the cantilevers move in opposite directions at the same rate to cast new segments, thereby maintaining balance and stability.



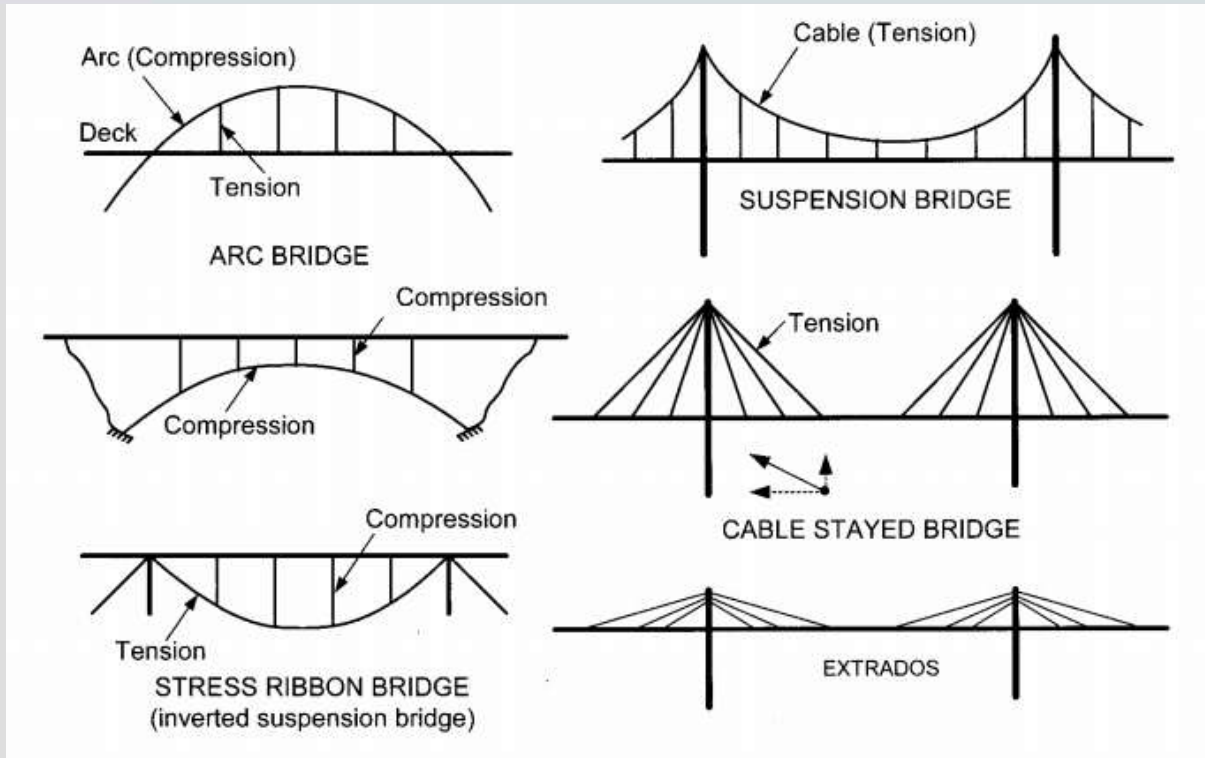
(c)

Span-by-Span Method. A barge crane places segments on a truss spanning between piers, then post-tensioning is installed and stressed.

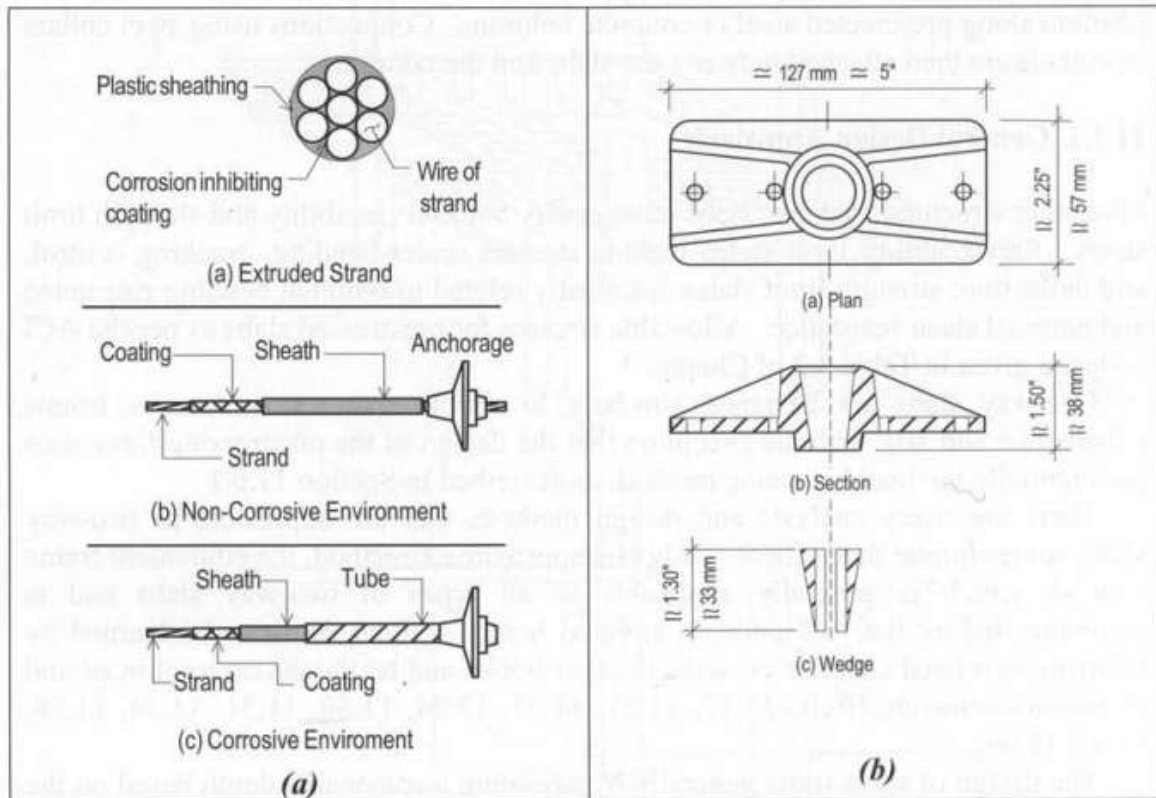


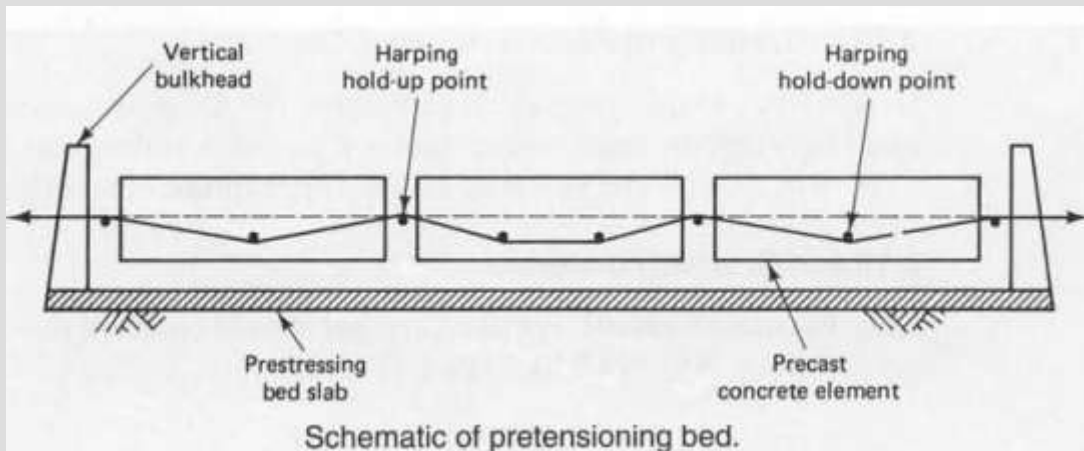
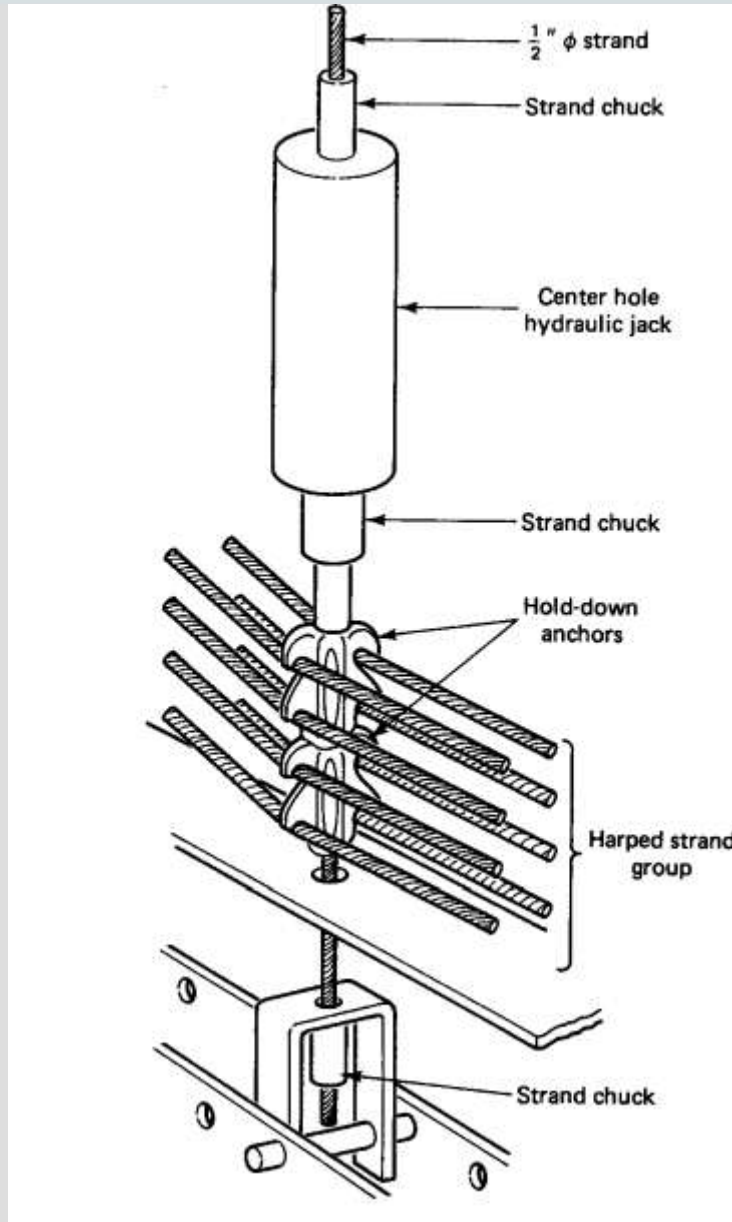
(d)

Progressive Placement in One Direction. Segments are transported out to the tip of the cantilever where a crane places them in position. As the cantilever grows, additional temporary cables are installed for stability.



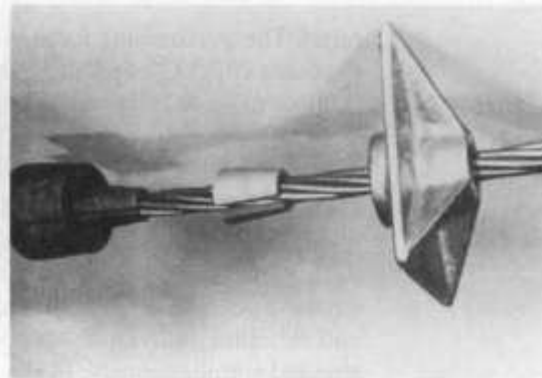
UNBONDED TENDONS IN ONE- AND TWO-WAY SLAB SYSTEMS



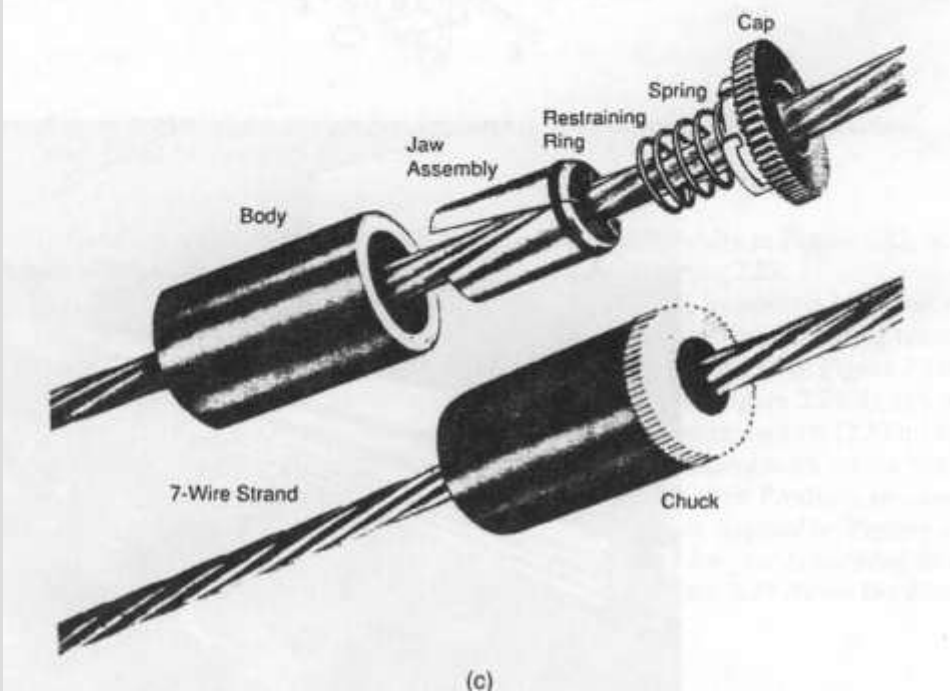




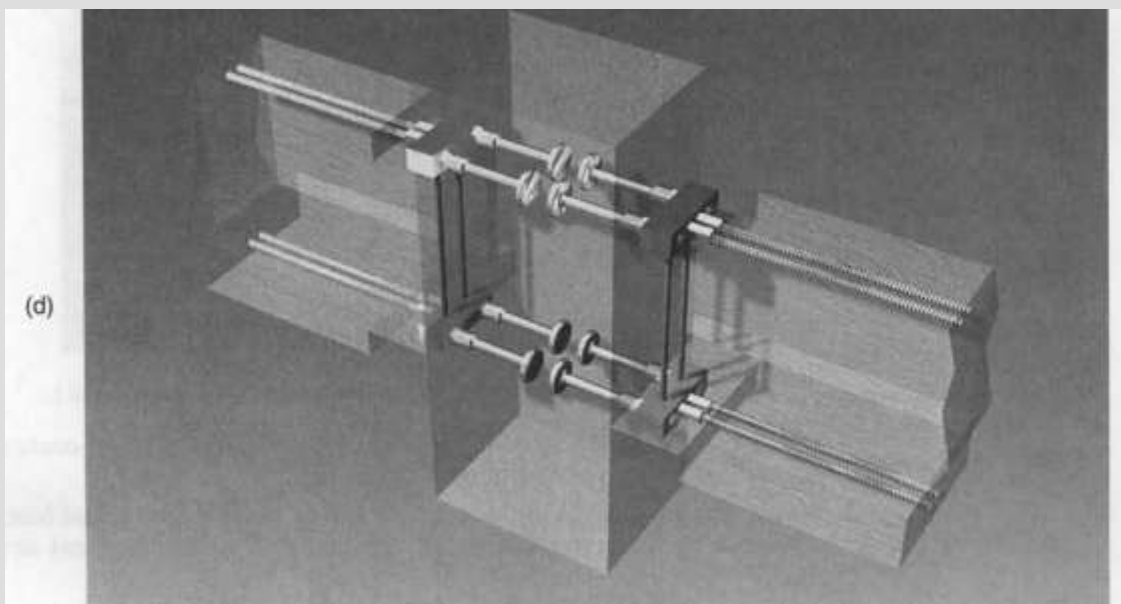
(a) Strand anchor.



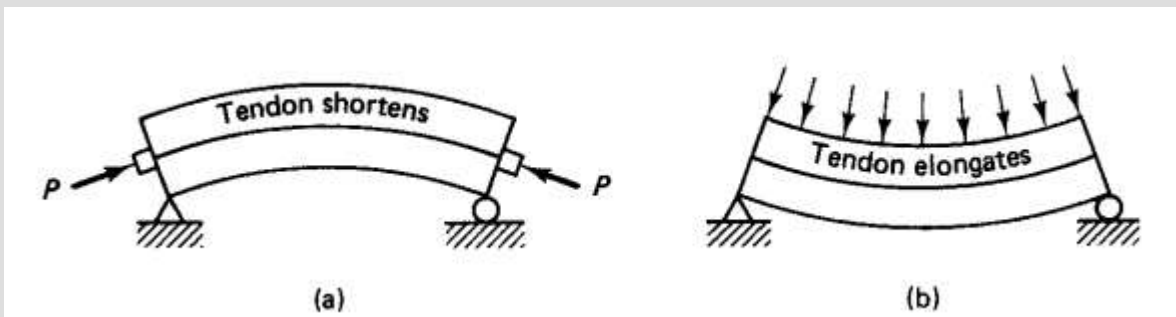
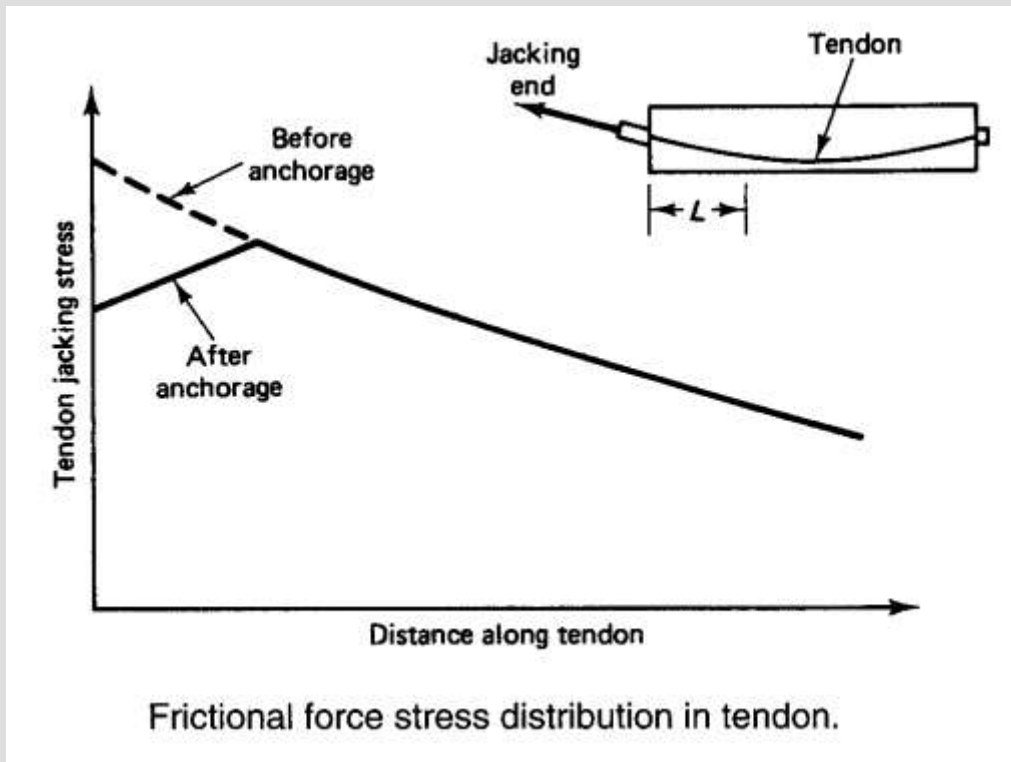
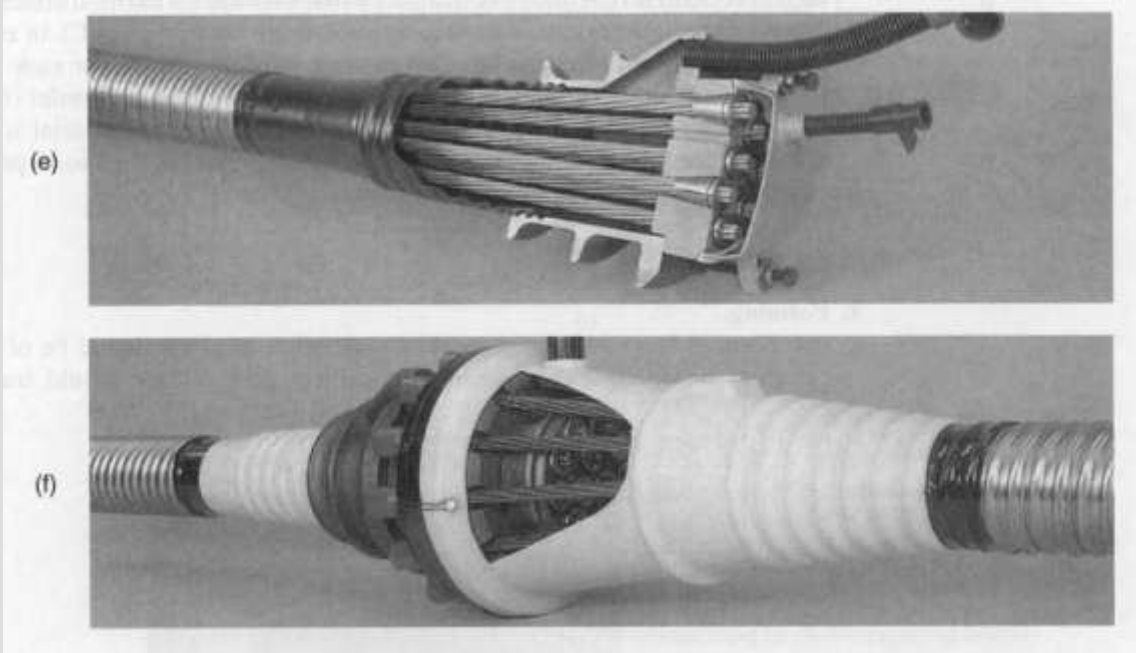
(b) Monostrand anchor.

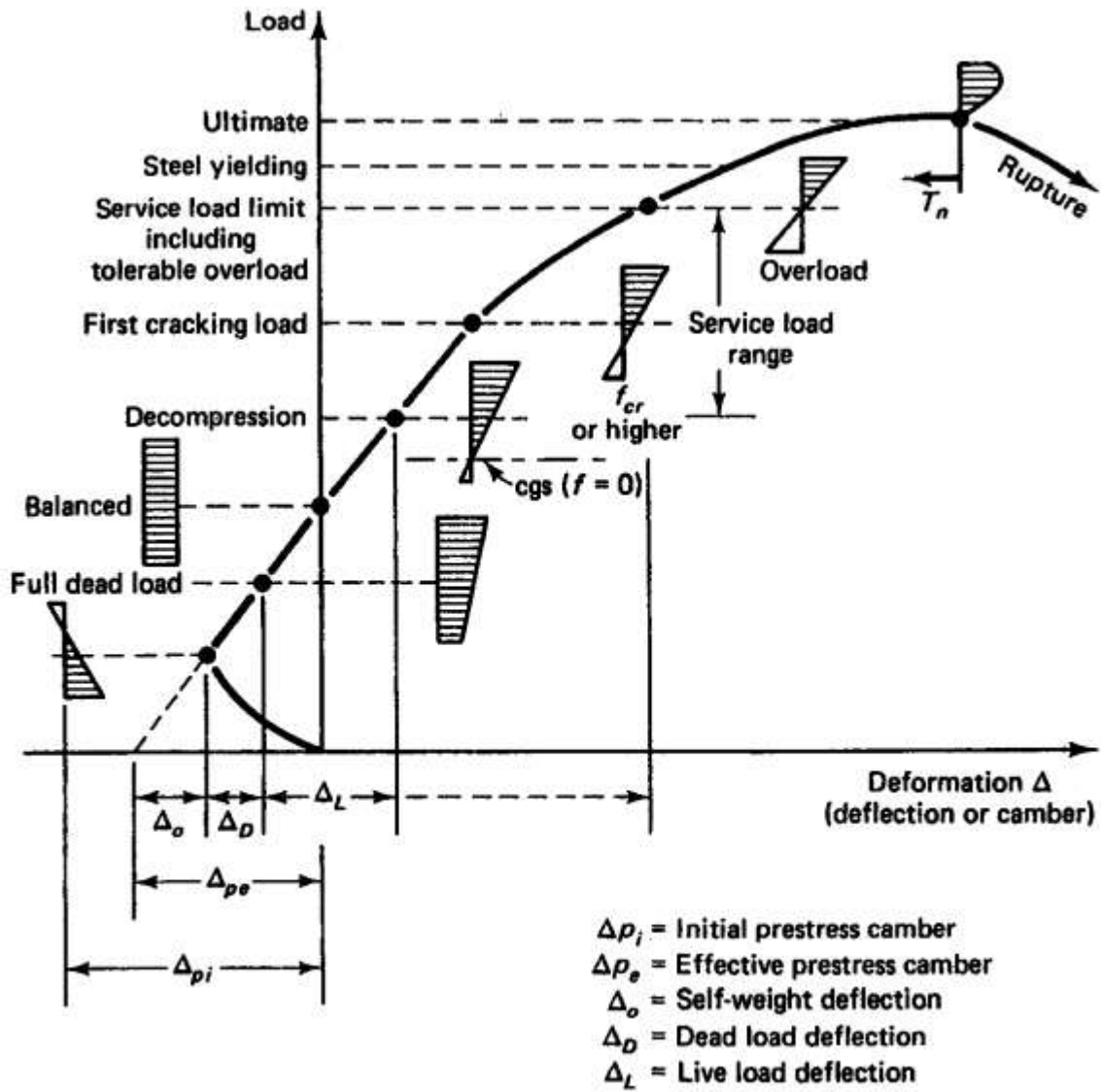


(c)

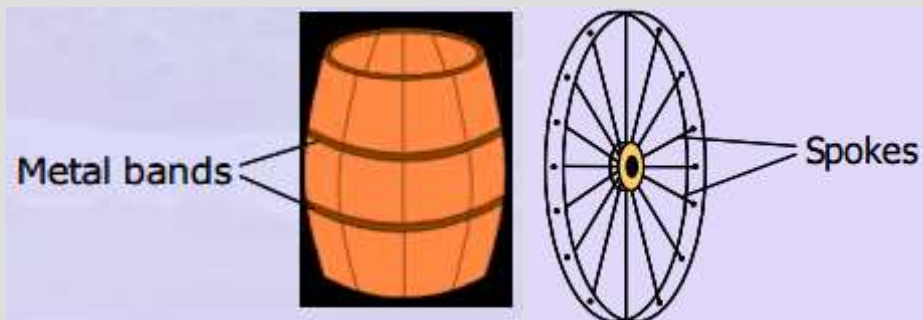


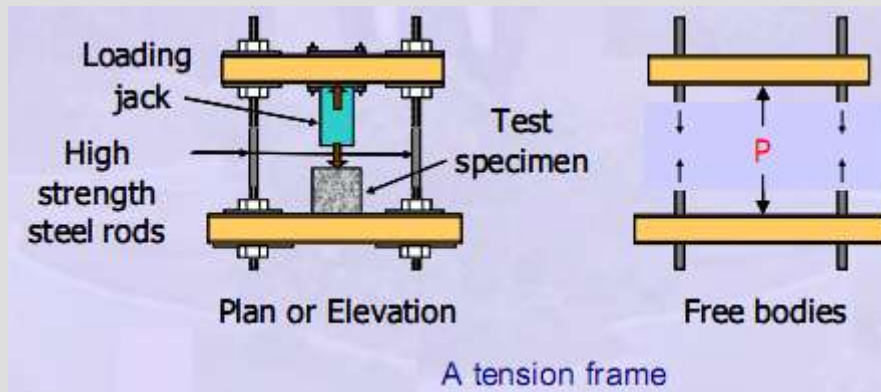
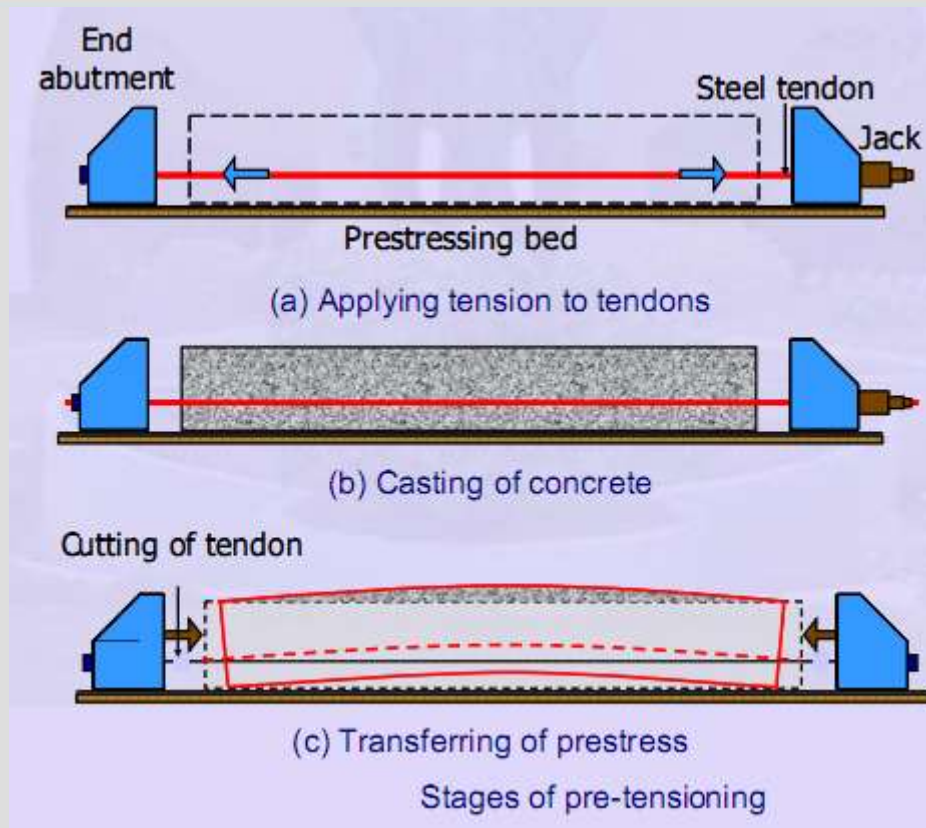
(d)

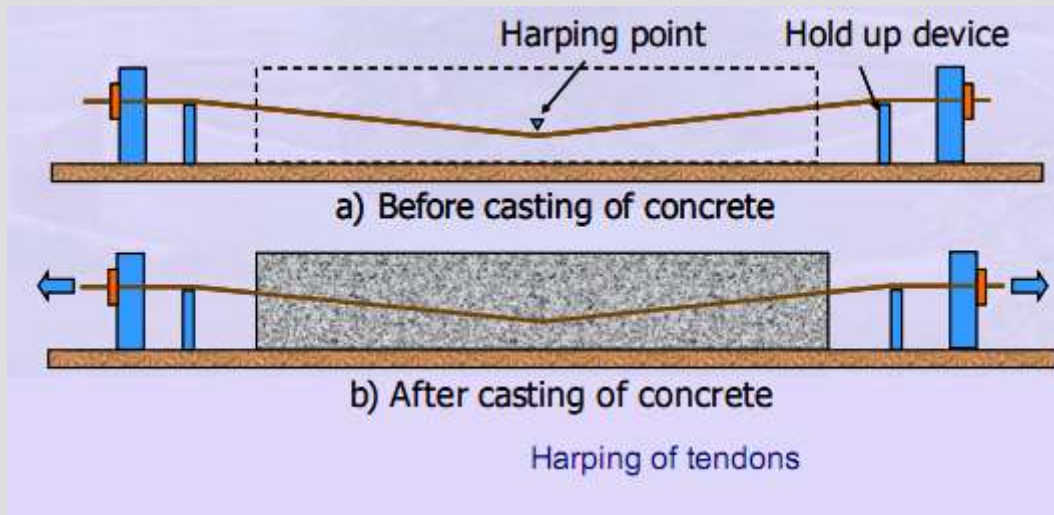
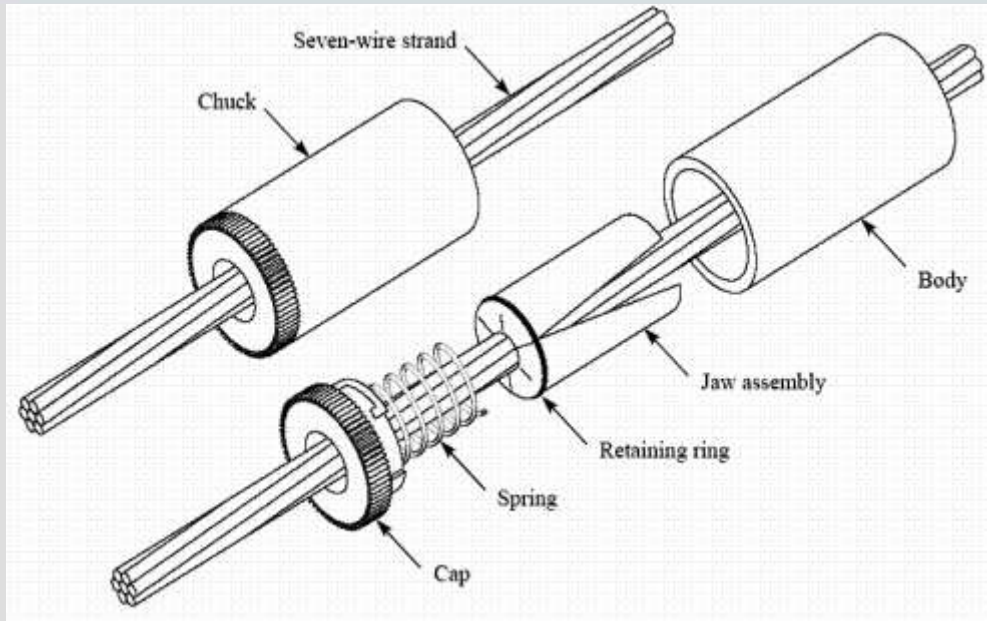


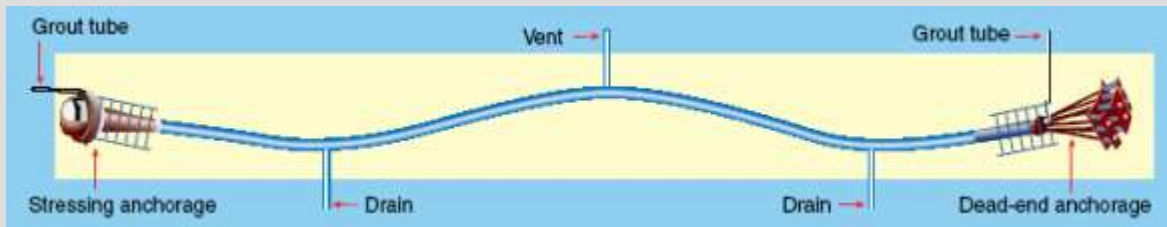
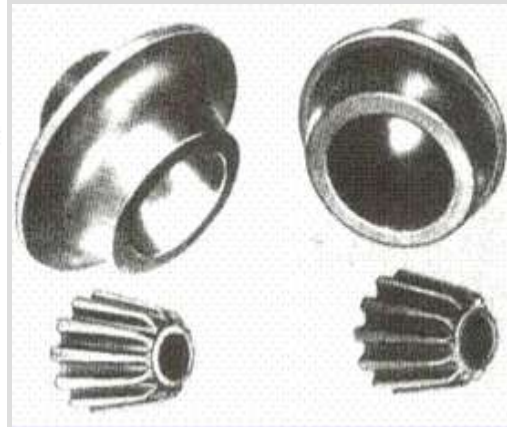
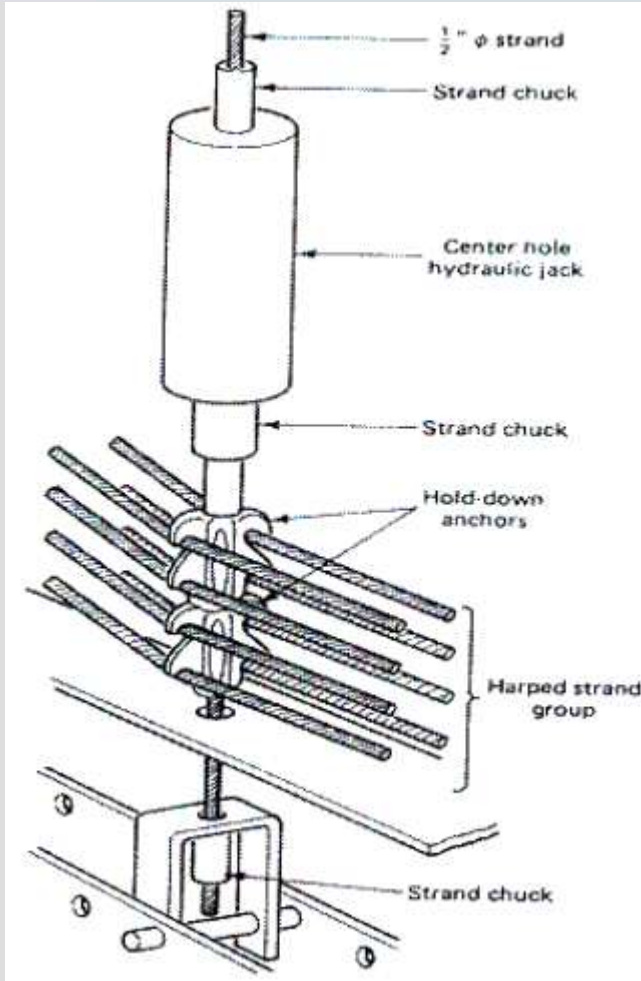


Load-deformation curve of typical prestressed beam.



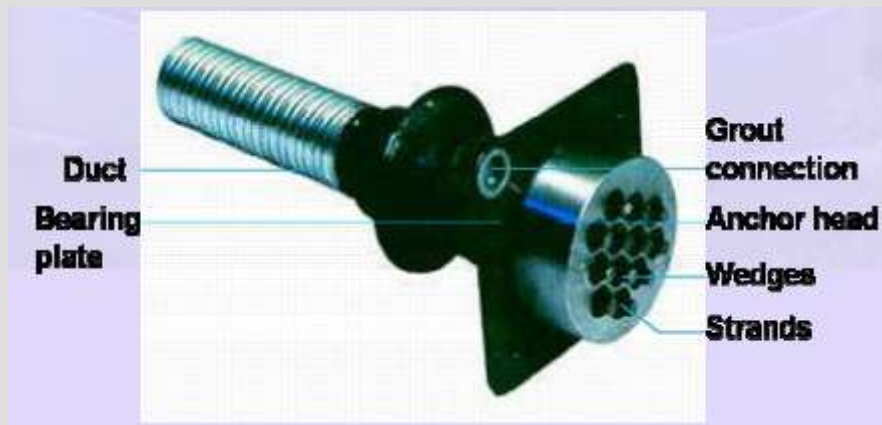
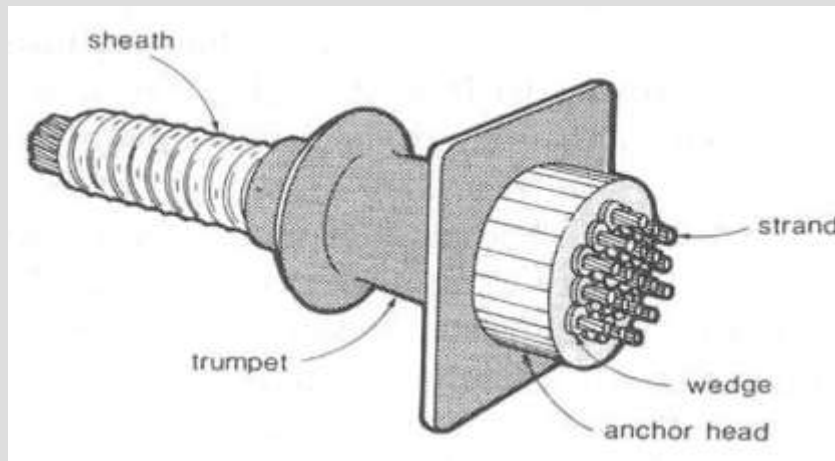
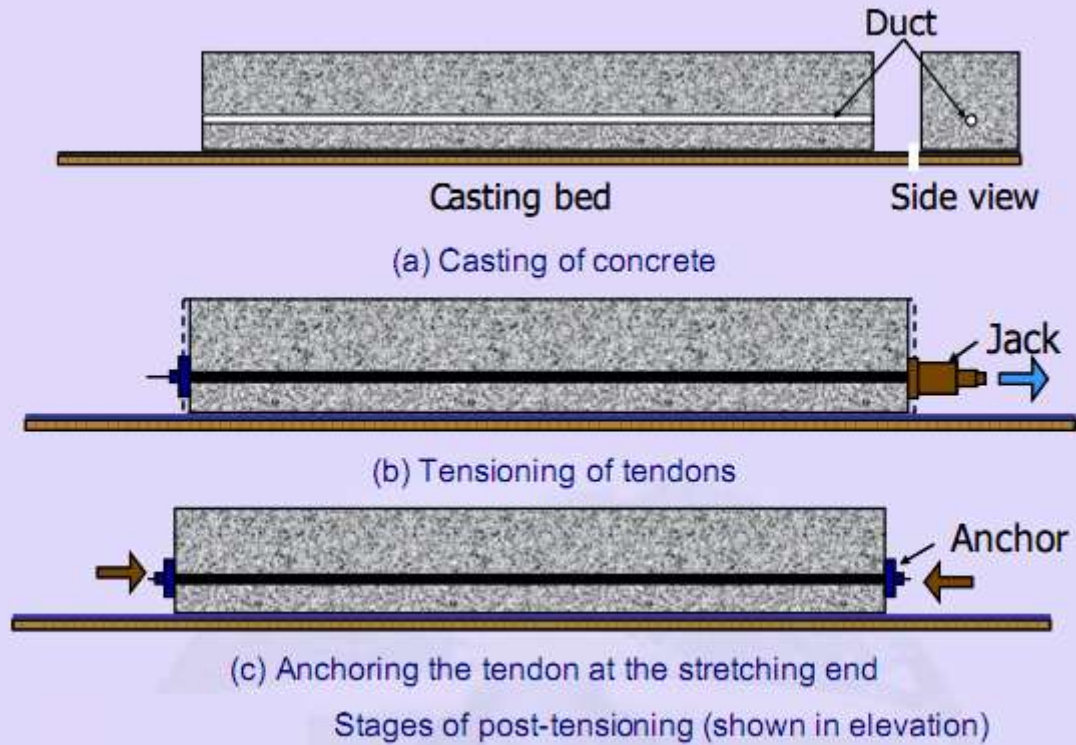


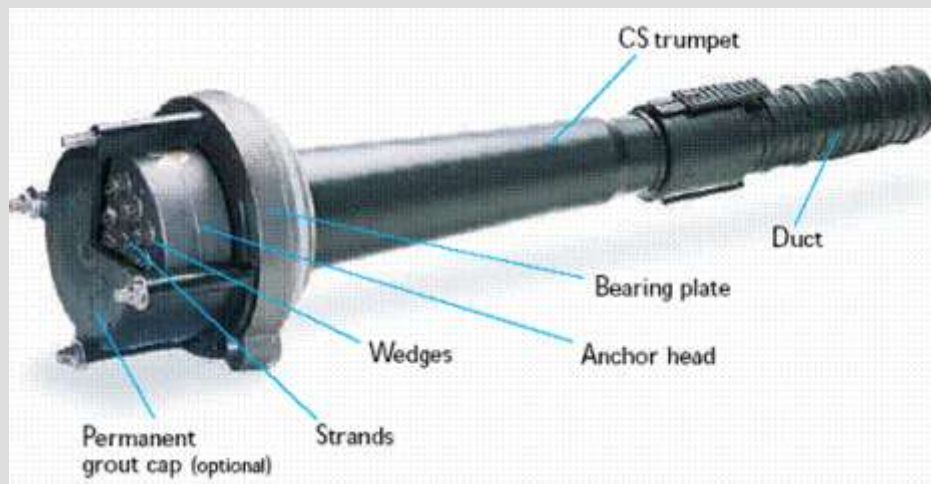
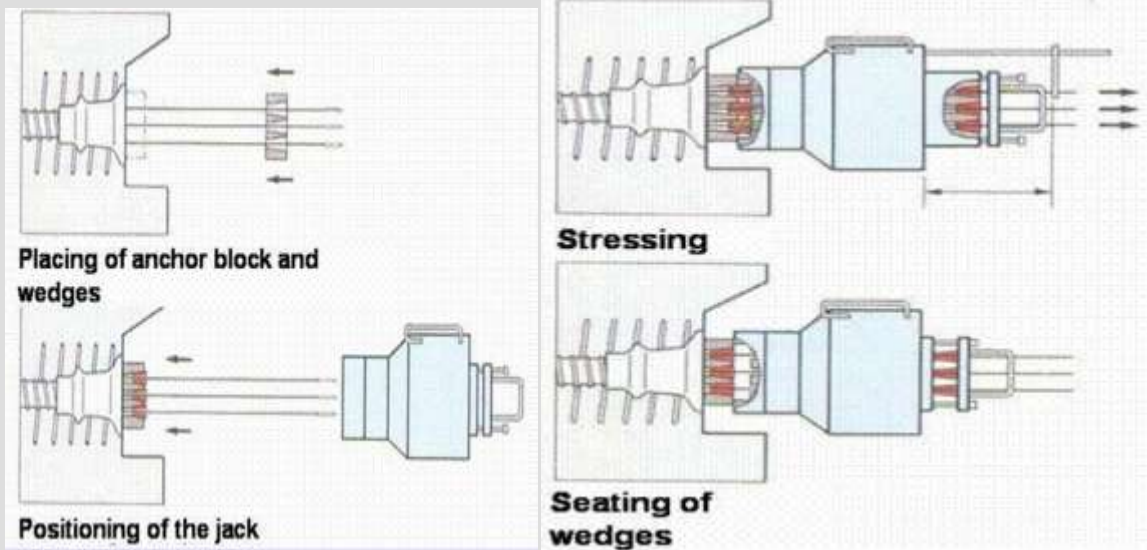
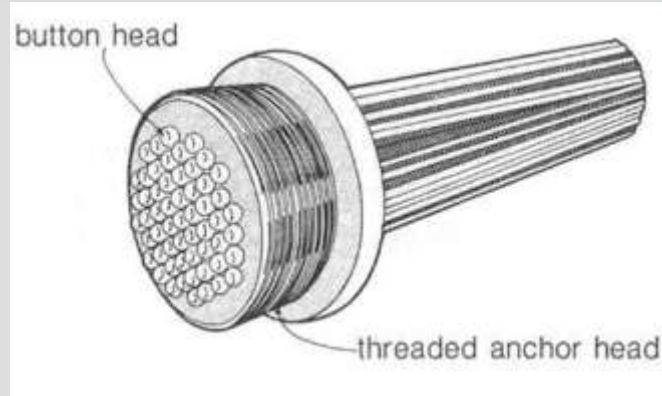


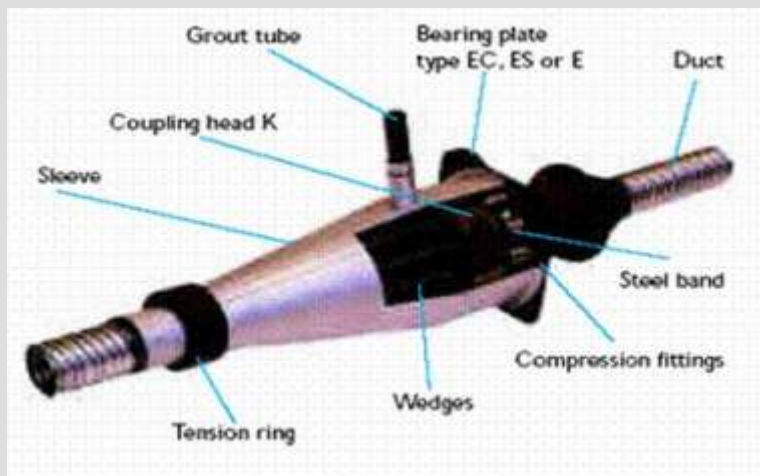
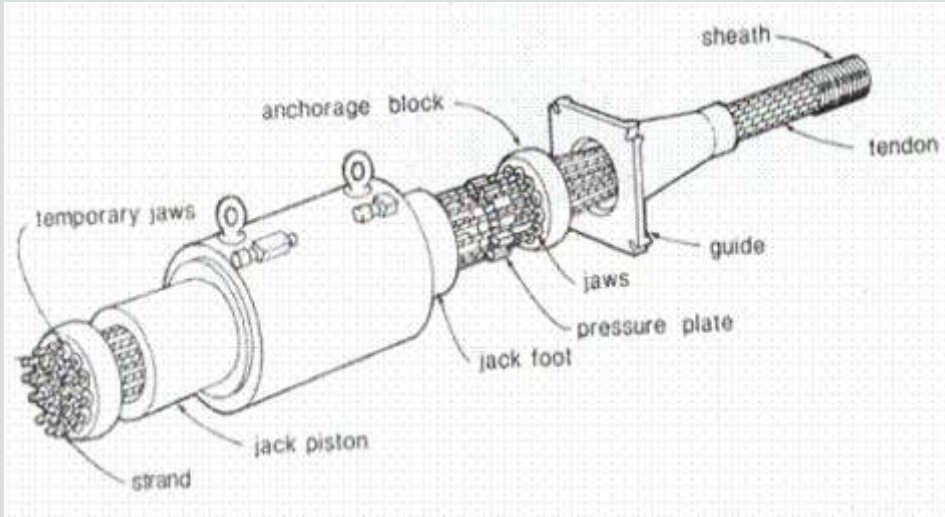


The various stages of the post-tensioning operation are summarised as follows.

- 1) Casting of concrete.
- 2) Placement of the tendons.
- 3) Placement of the anchorage block and jack.
- 4) Applying tension to the tendons.
- 5) Seating of the wedges.
- 6) Cutting of the tendons.

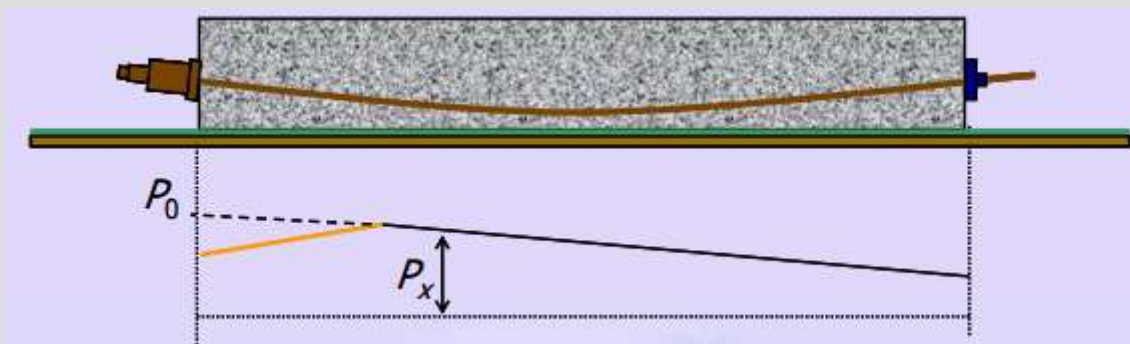
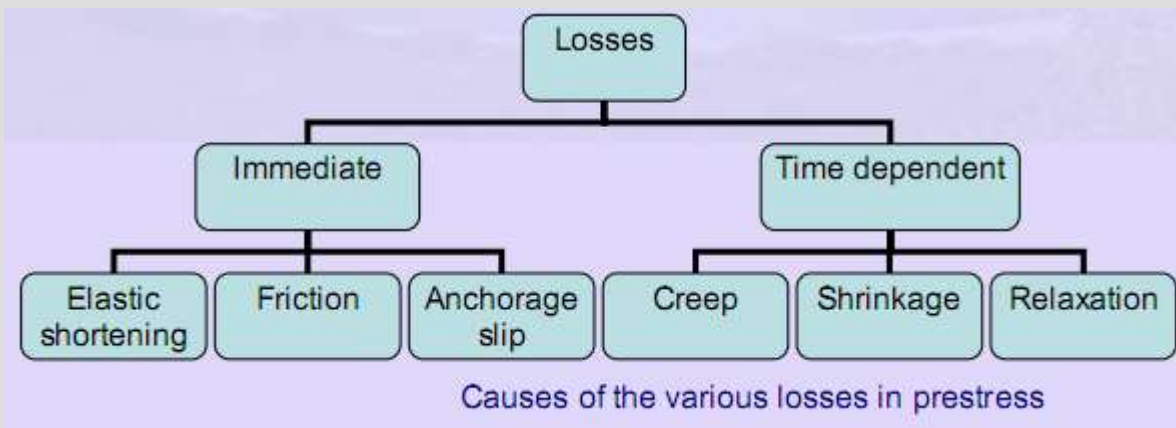


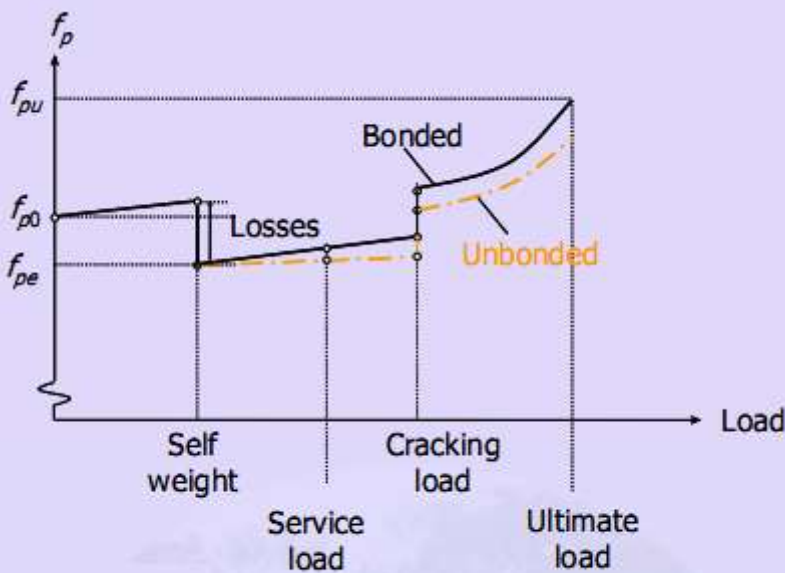
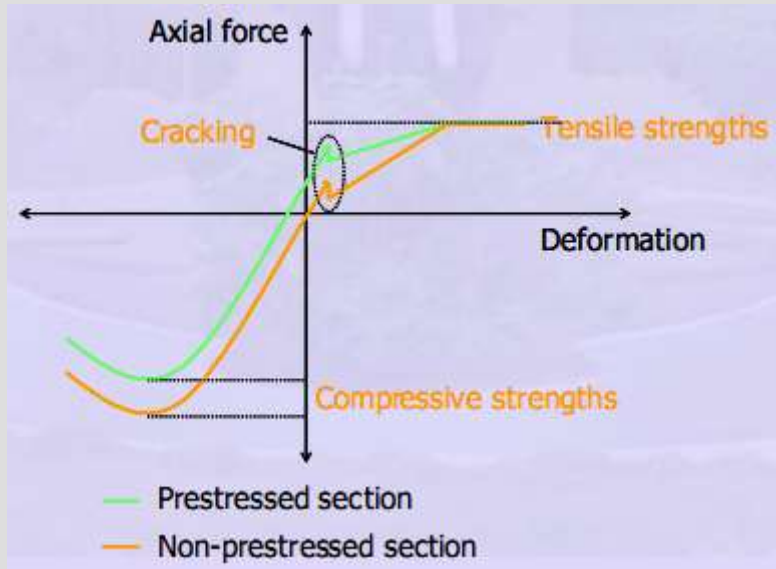
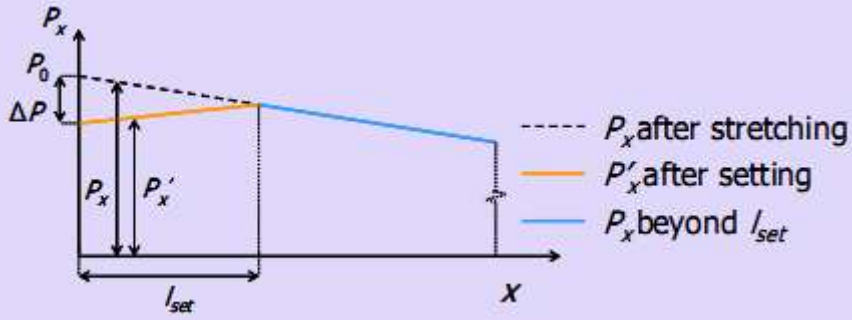




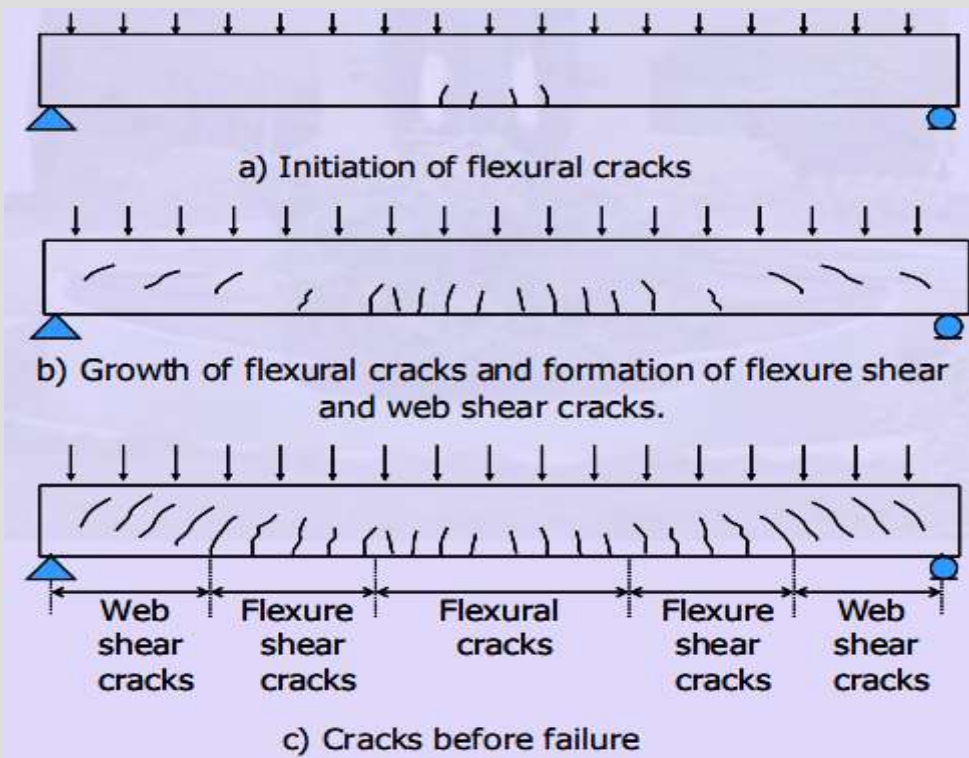
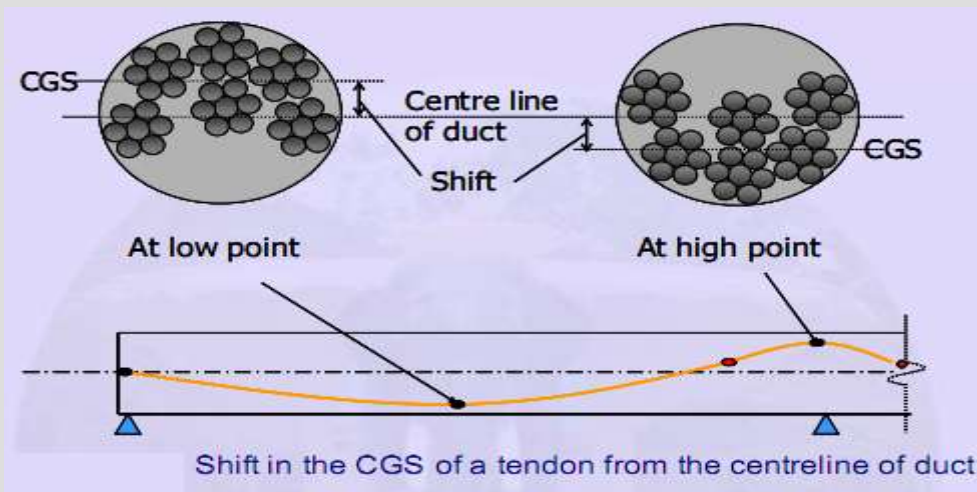
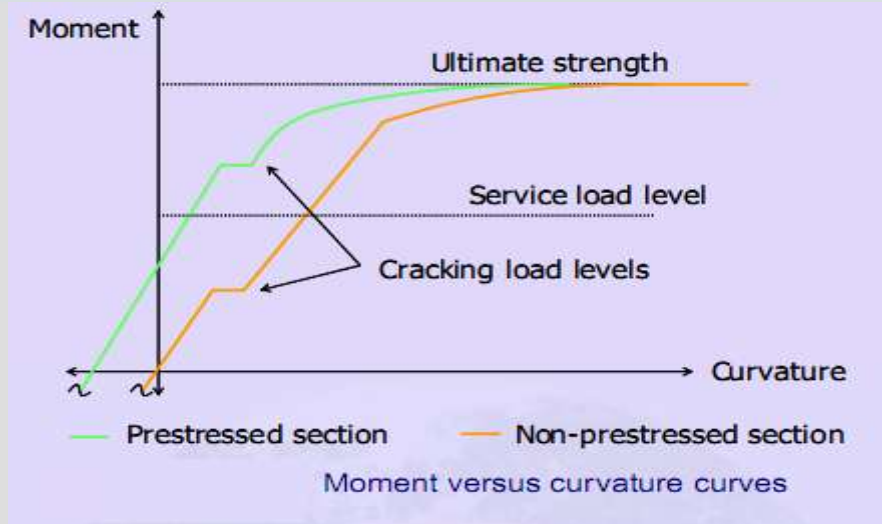


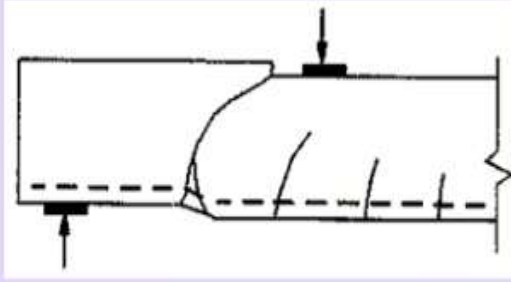
Grouting equipment



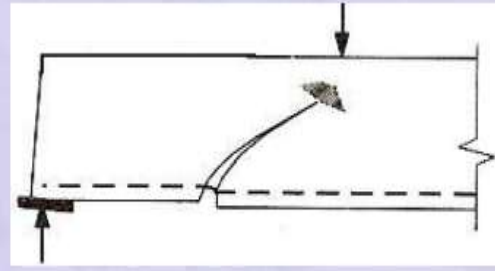


Variation of stress in prestressing steel

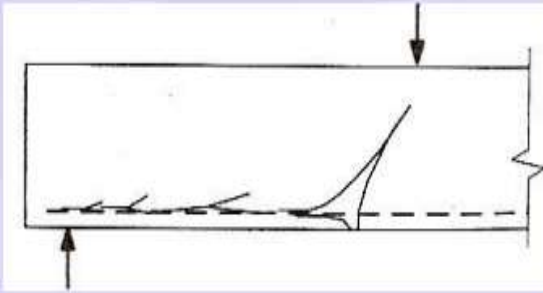




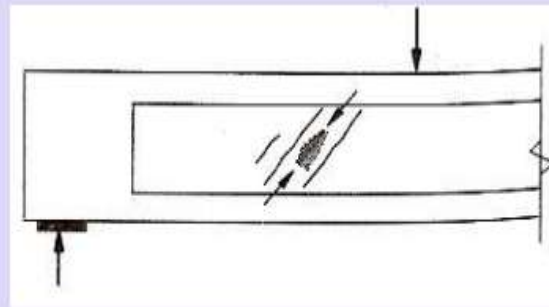
Diagonal tension failure



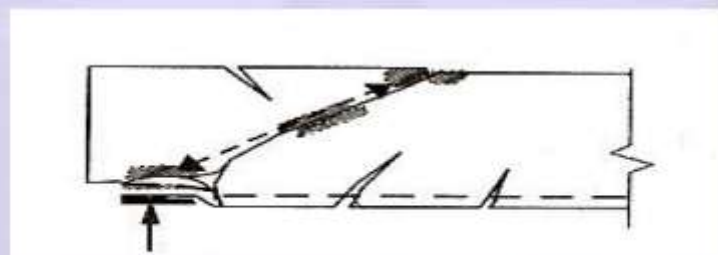
Shear compression failure



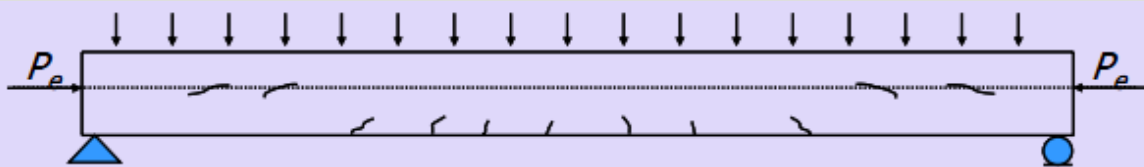
Shear tension failure



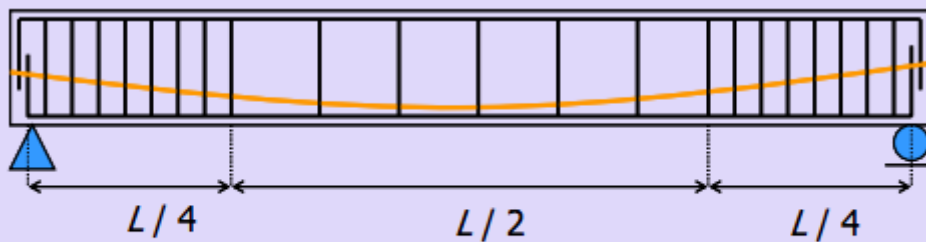
Web crushing failure



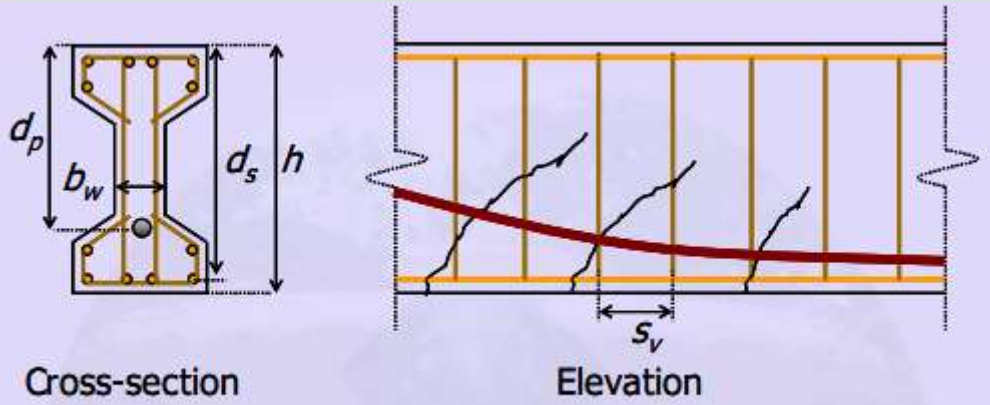
Arch rib failure



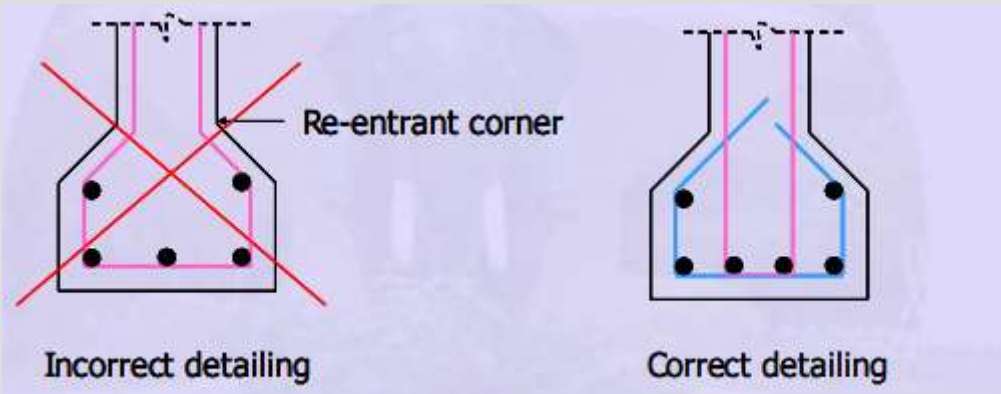
Formation of cracks in a prestressed beam



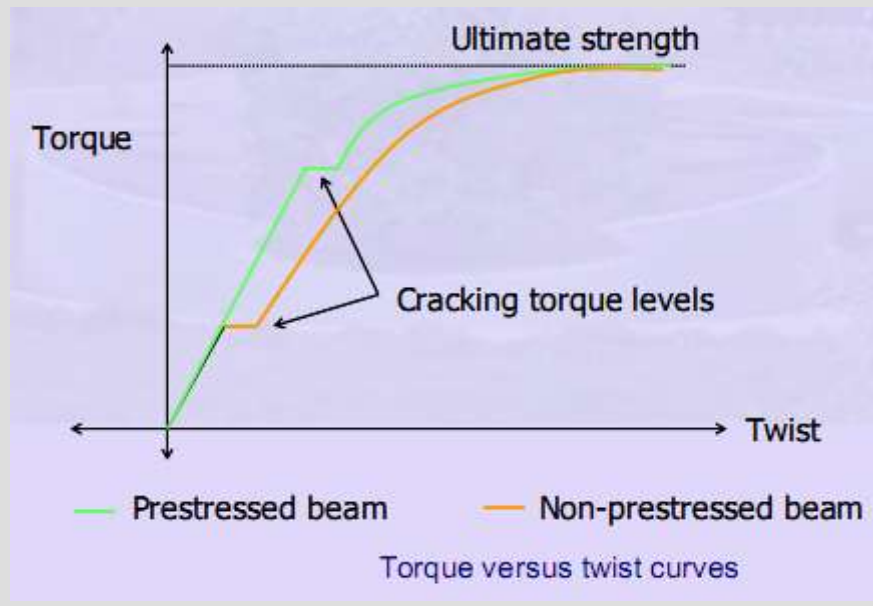
Typical variation of spacing of stirrups



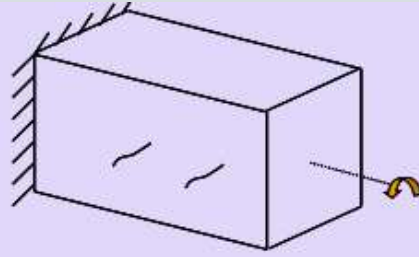
Cross-section and elevation of a beam showing stirrups



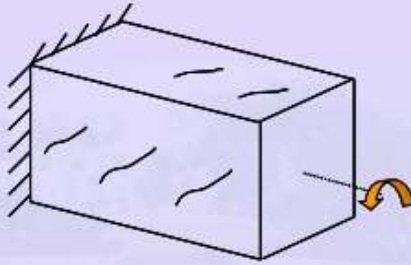
Cross-section of the bottom flange of a beam showing stirrups



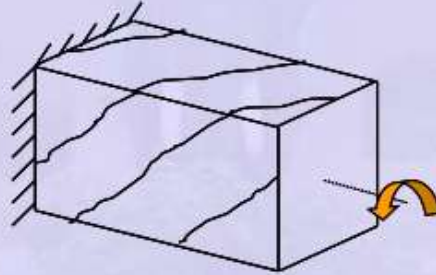
Torque versus twist curves



a) Initiation of torsional cracks in longer side

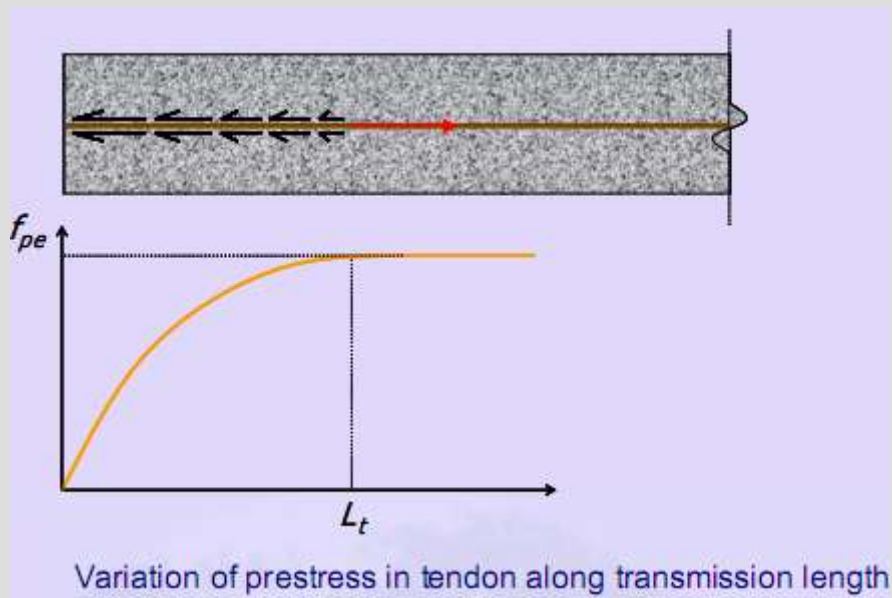
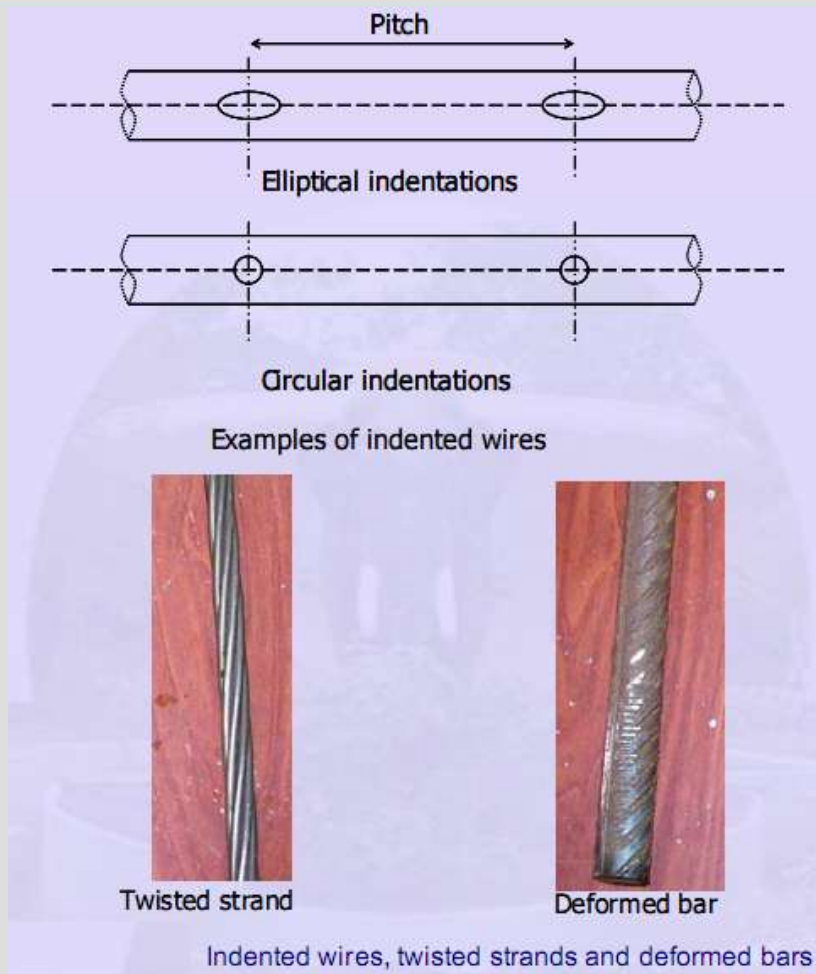


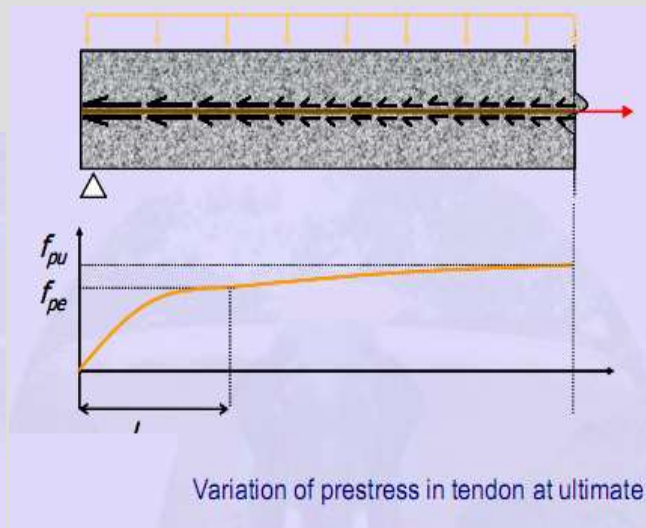
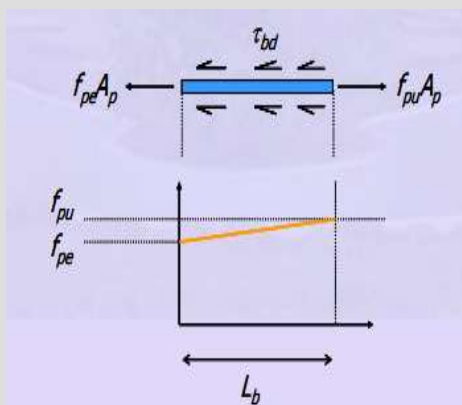
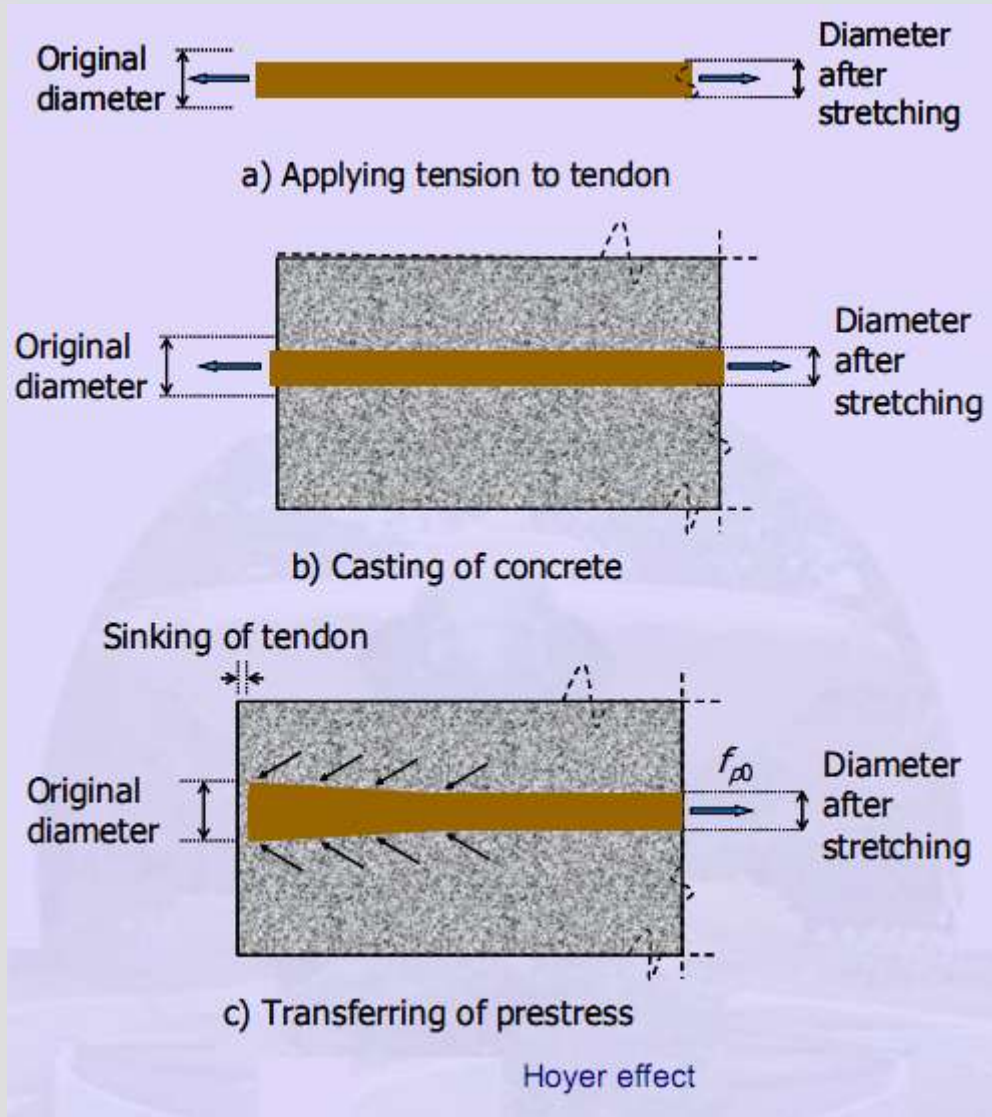
b) Initiation of torsional cracks in shorter side

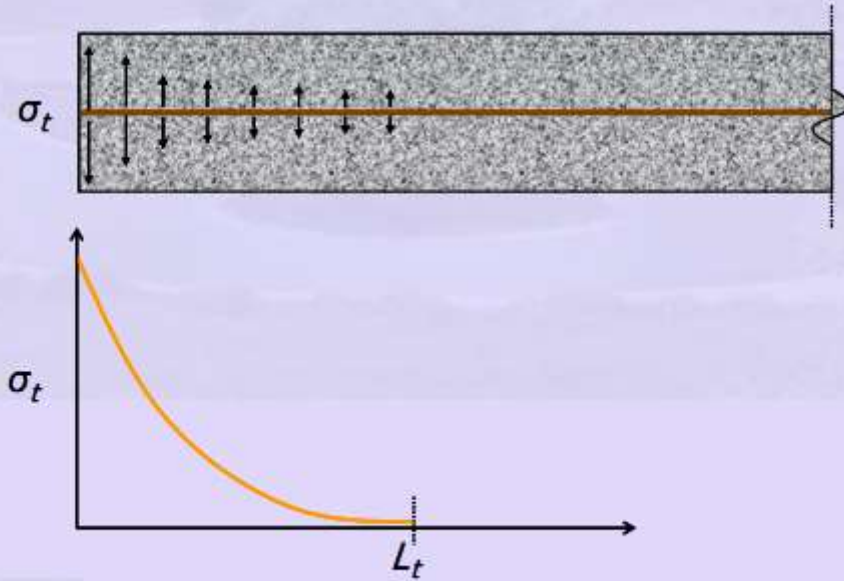


c) Spiral torsional cracks

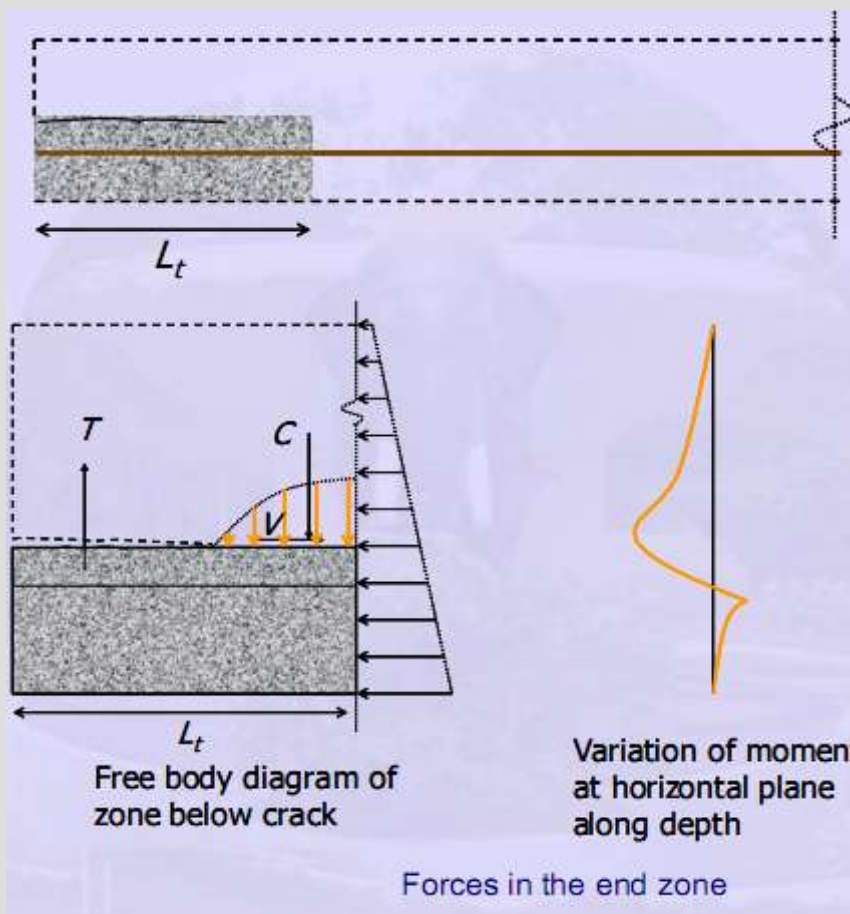
Formation of cracks in a beam subjected to pure torsion







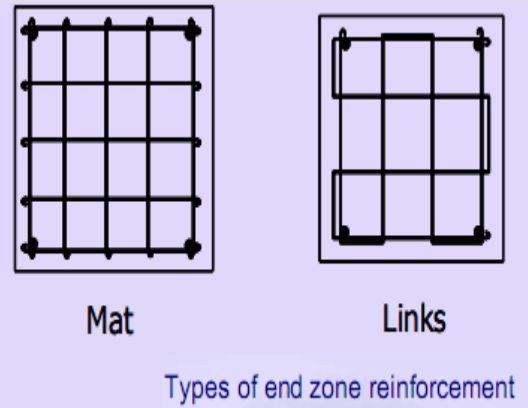
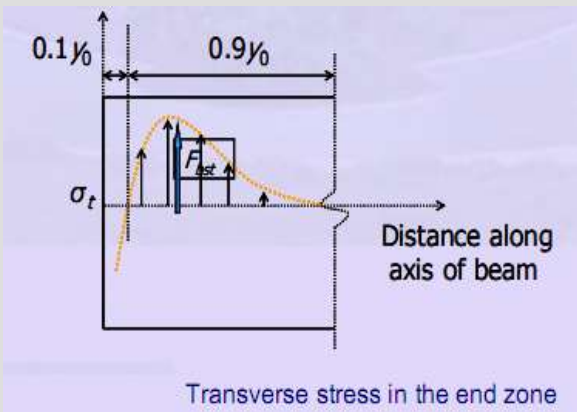
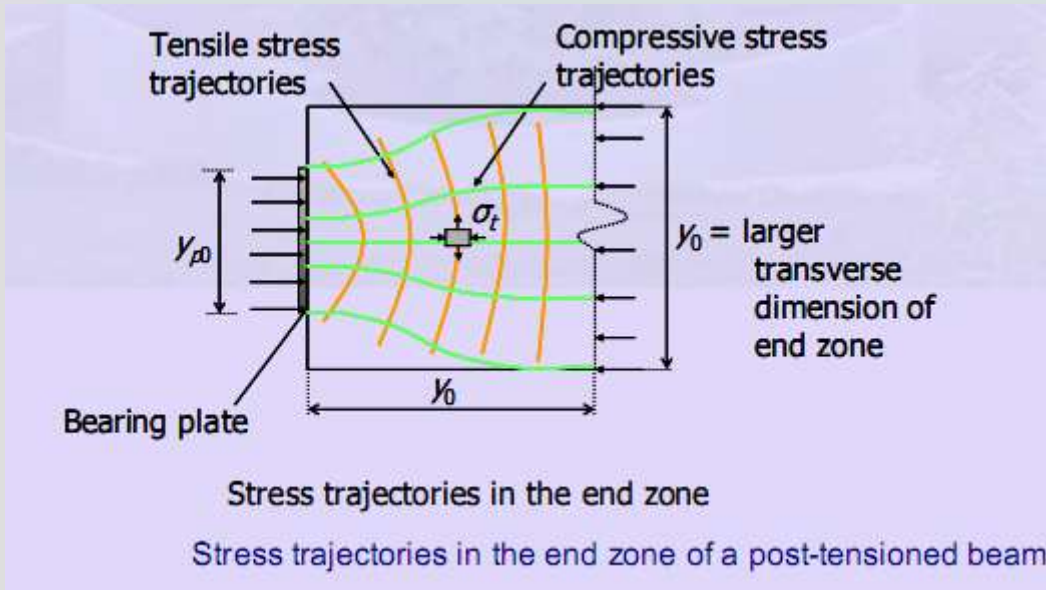
Transverse stress in the end zone of a pre-tensioned beam

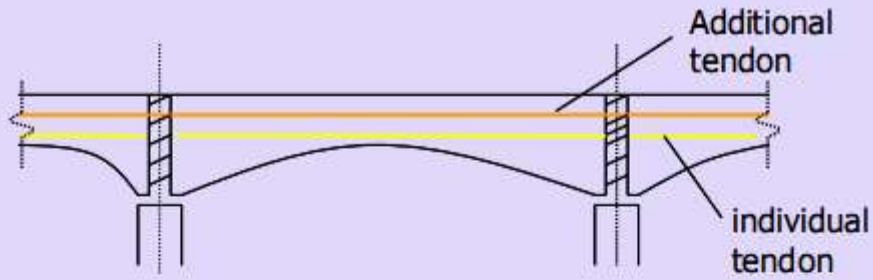
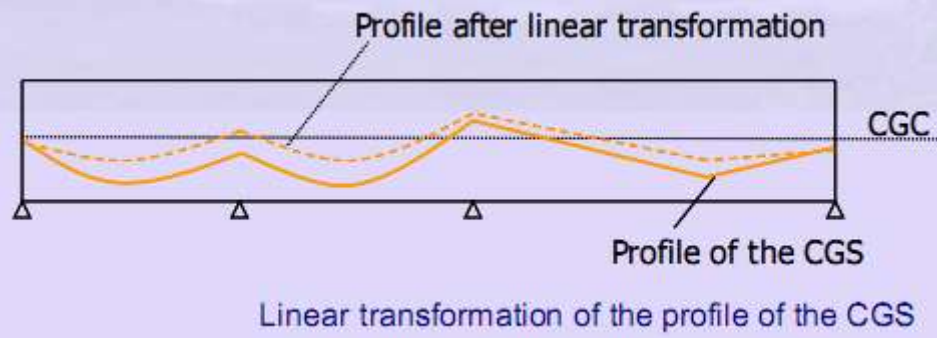


Free body diagram of zone below crack

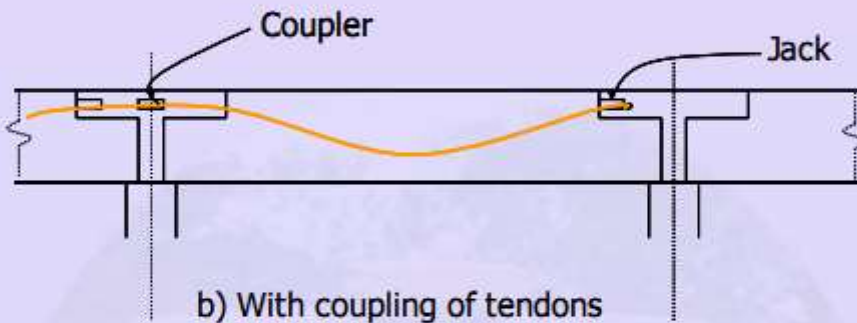
Variation of moment at horizontal plane along depth

Forces in the end zone





a) With additional tendon

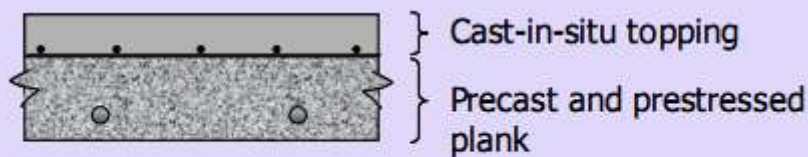


b) With coupling of tendons

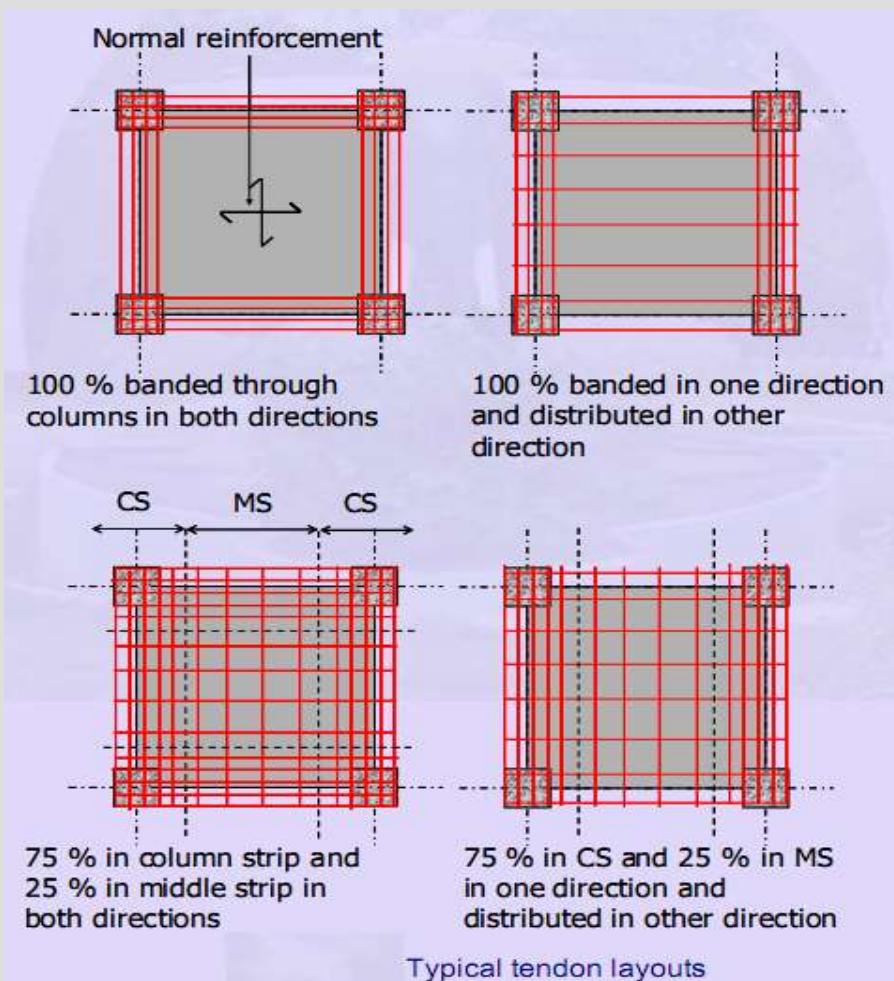
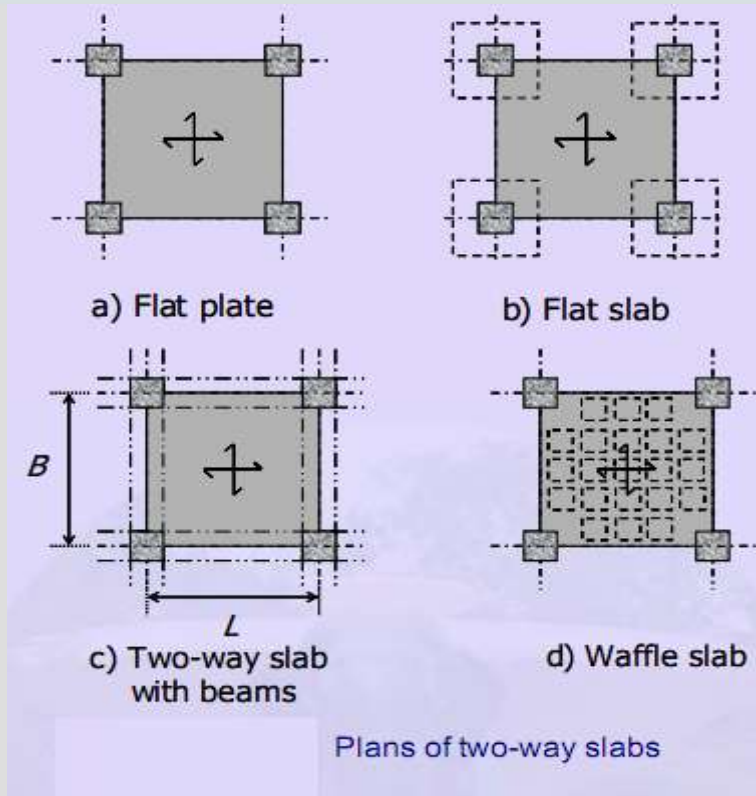


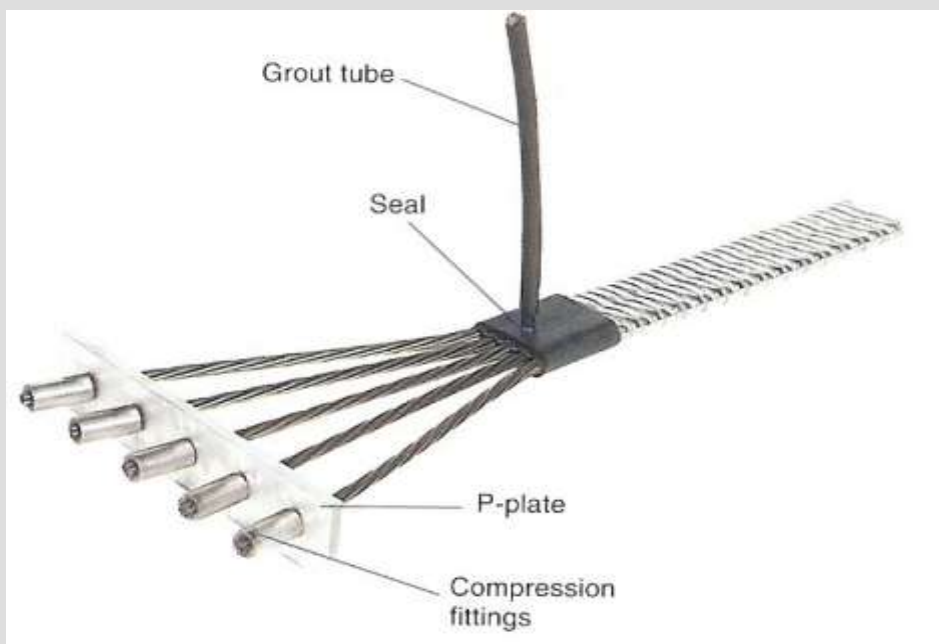
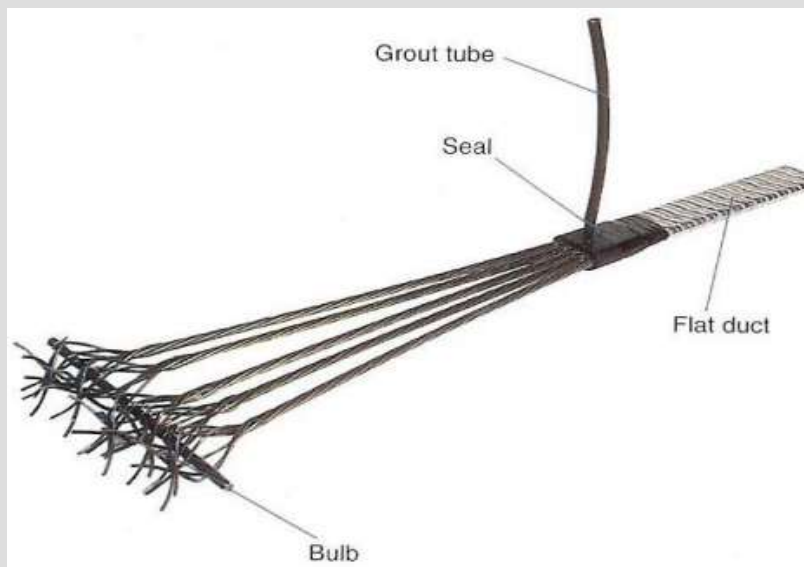
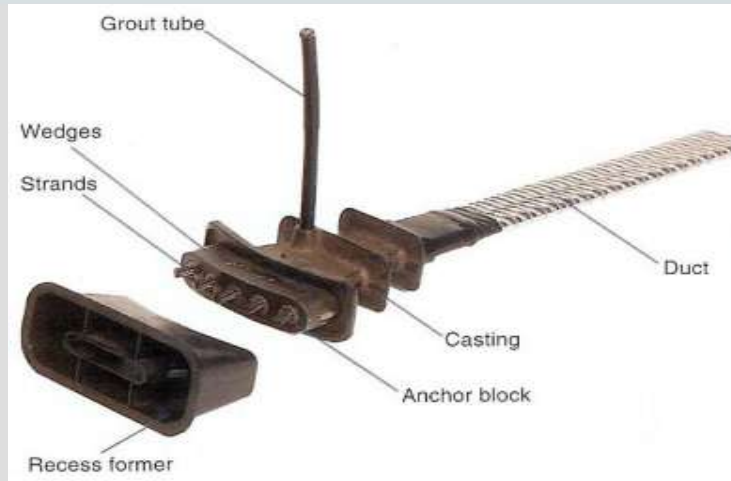
c) Composite construction with continuity reinforcement

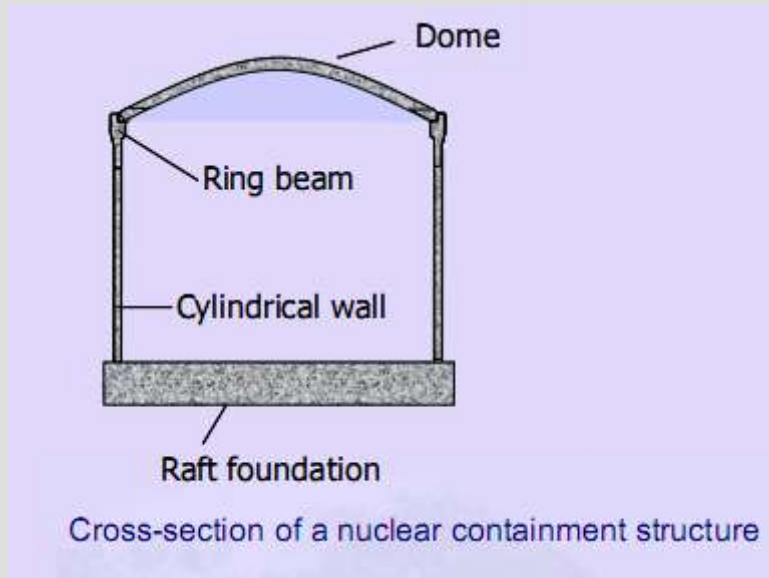
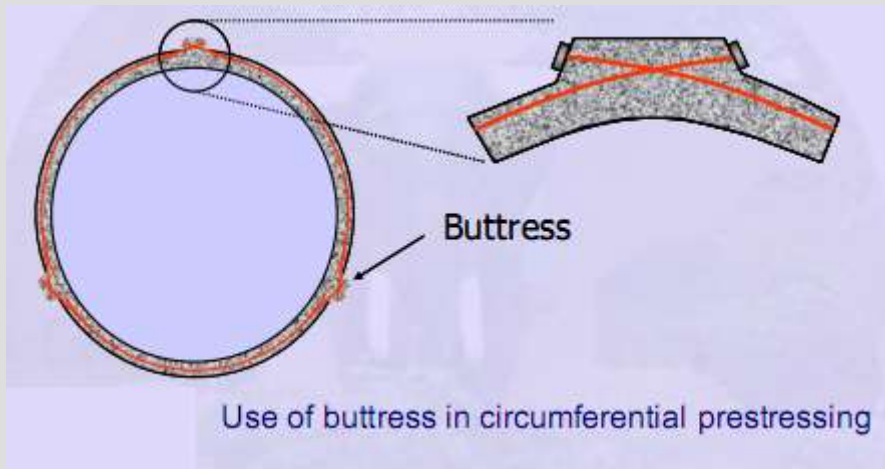
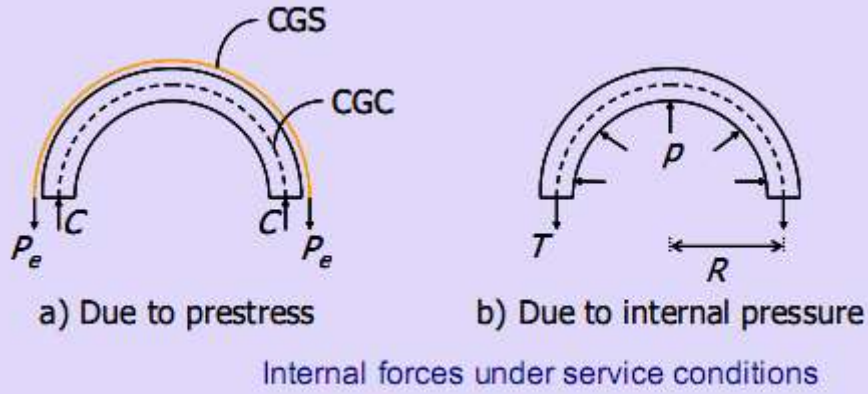
Partially continuous beams

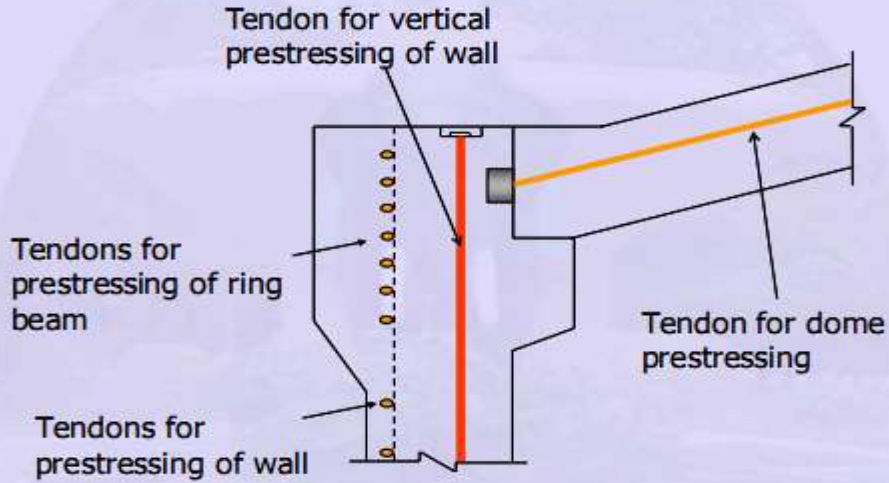


Cross-section of a composite slab





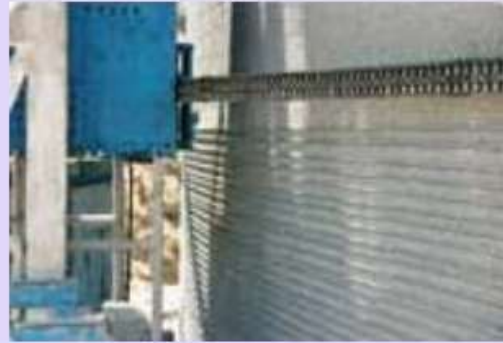




Typical layout of prestressing tendons at dome and ring beam junction



(c) Shotcrete operation

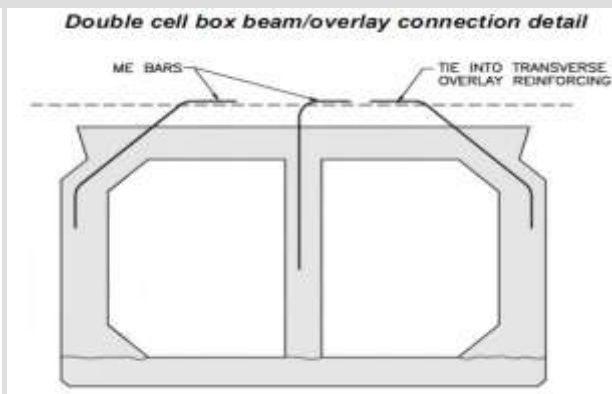
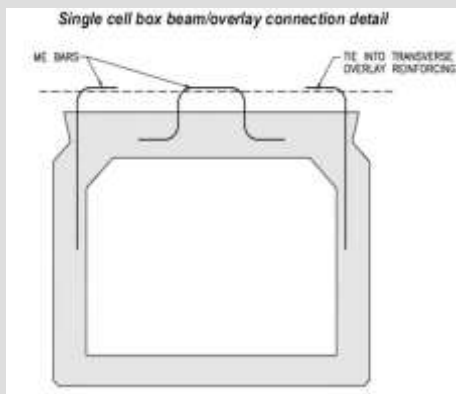
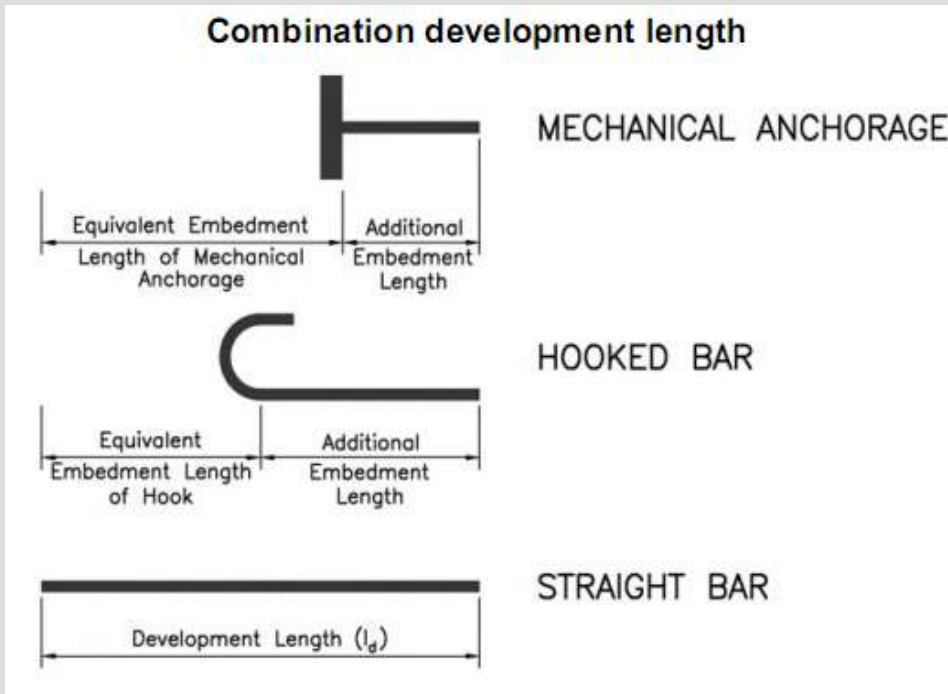
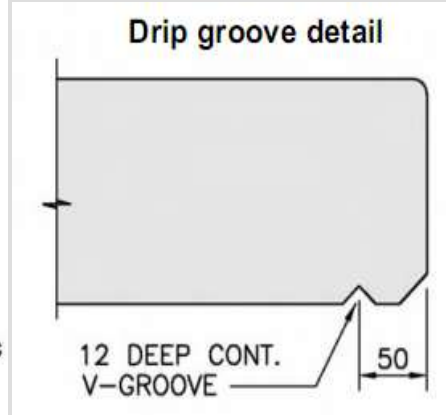
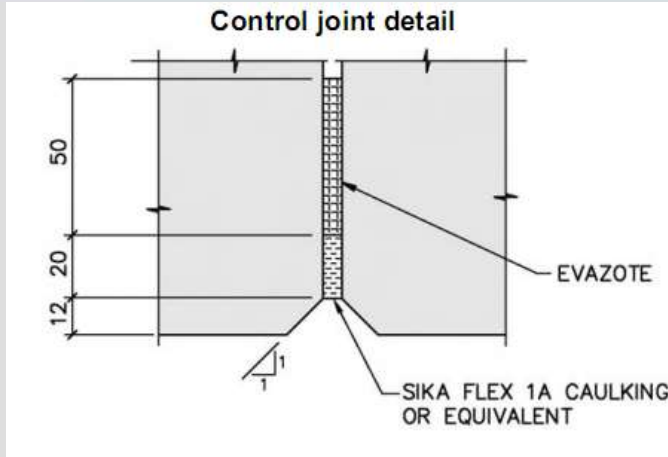


(b) Circumferential prestressing (close-up)

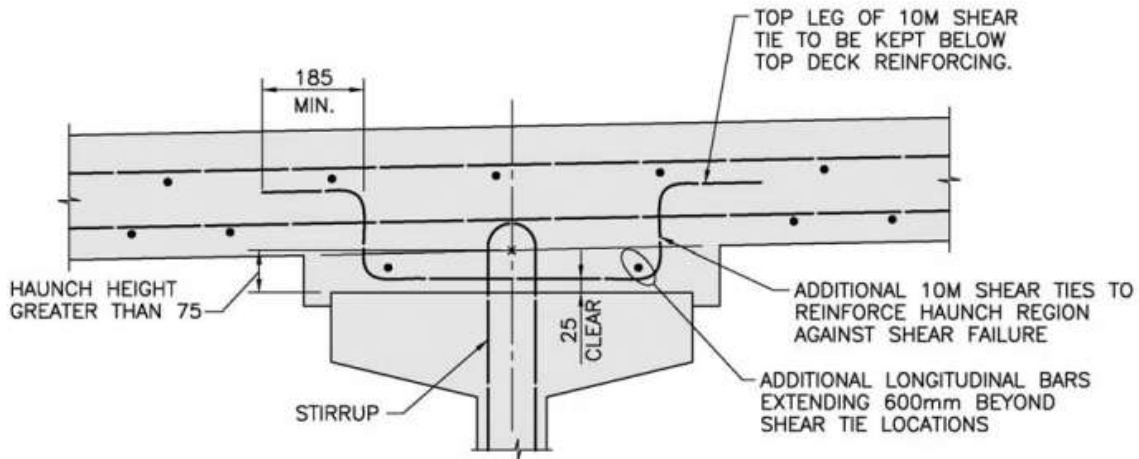


(a) Circumferential prestressing

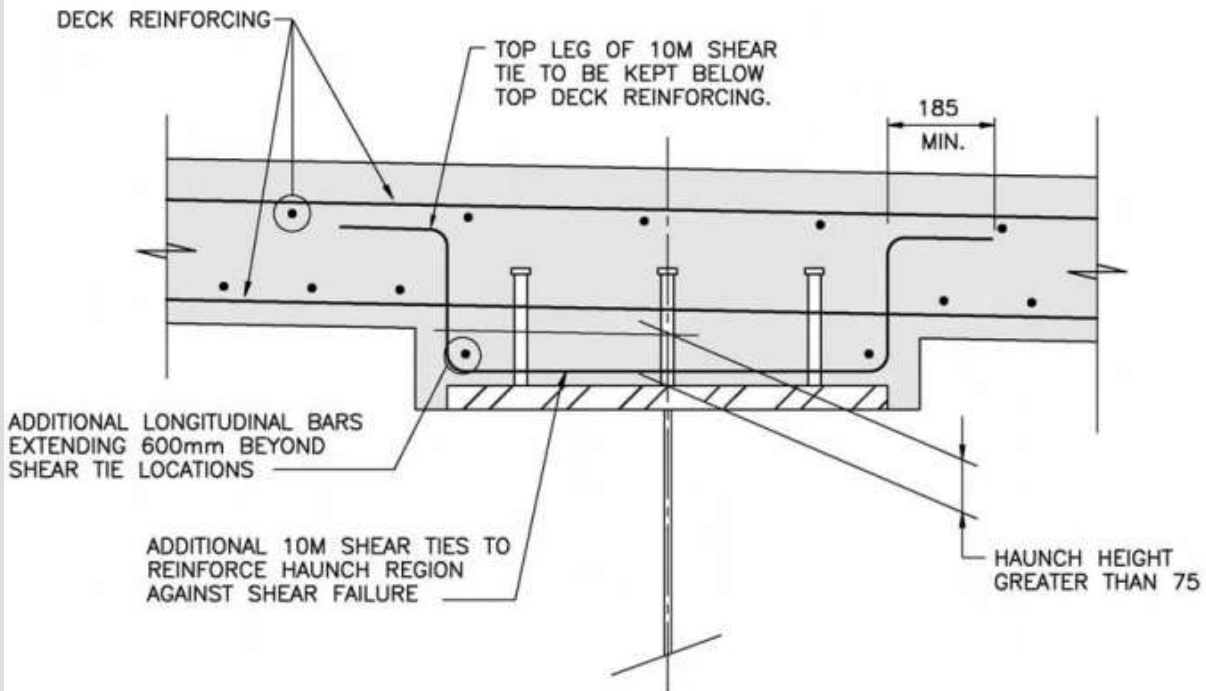




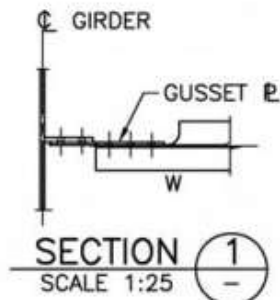
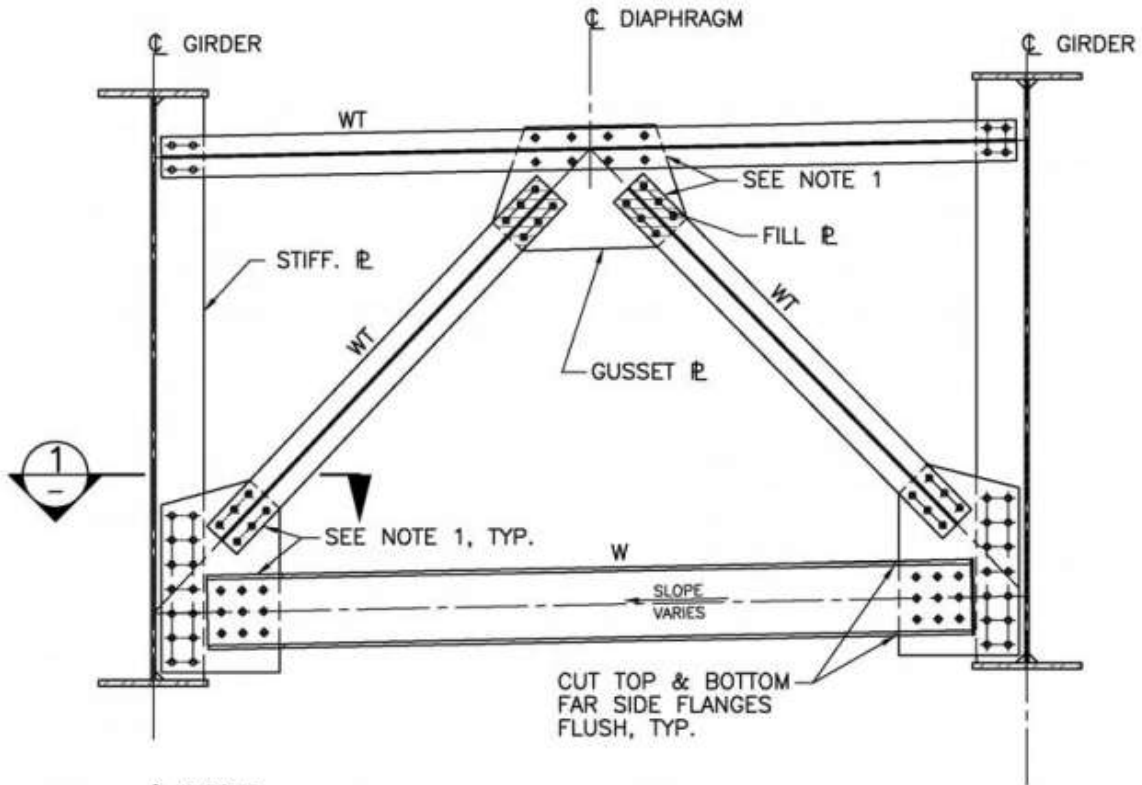
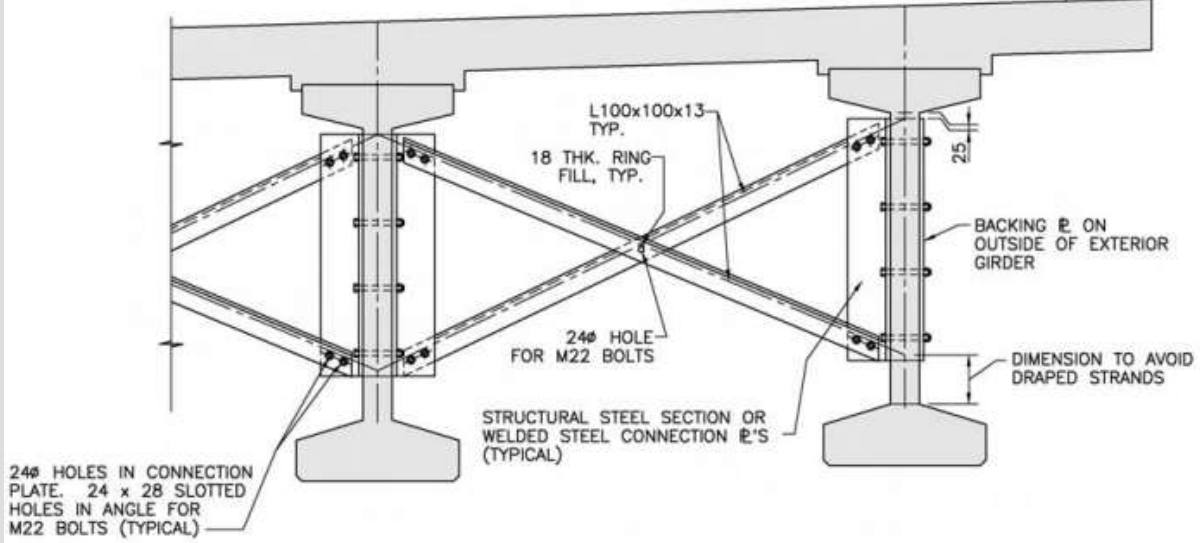
Additional reinforcement for haunches over 75 mm high



Additional reinforcement for haunches over 75 mm high

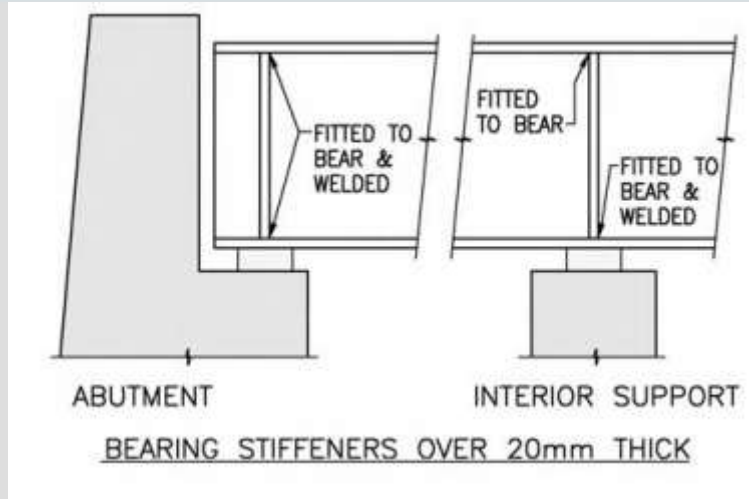


Typical steel diaphragm arrangement

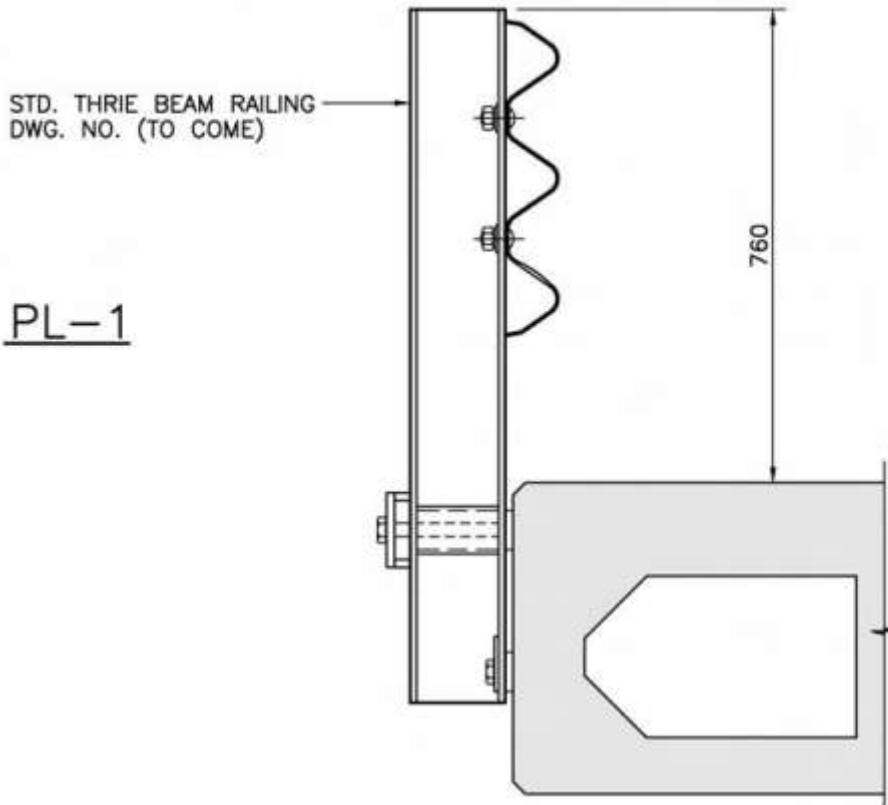


NOTES:

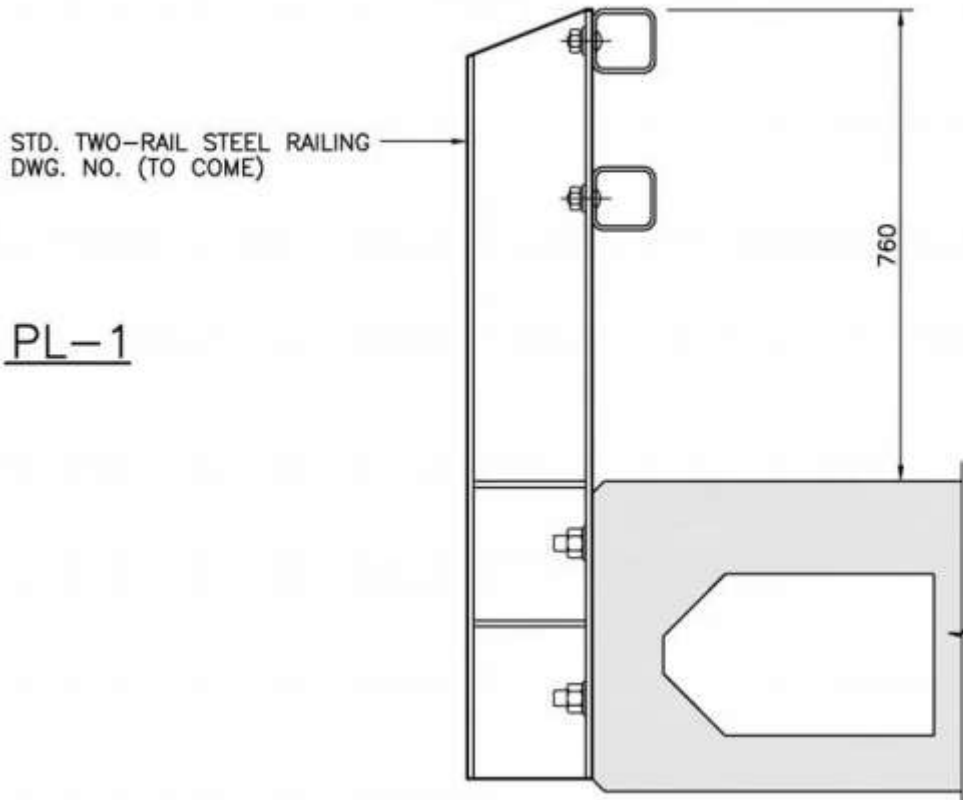
1. CONNECTIONS OF DIAPHRAGM MEMBERS TO GUSSET PLATES ARE SHOWN AS BOLTED BUT MAY ALSO BE WELDED.



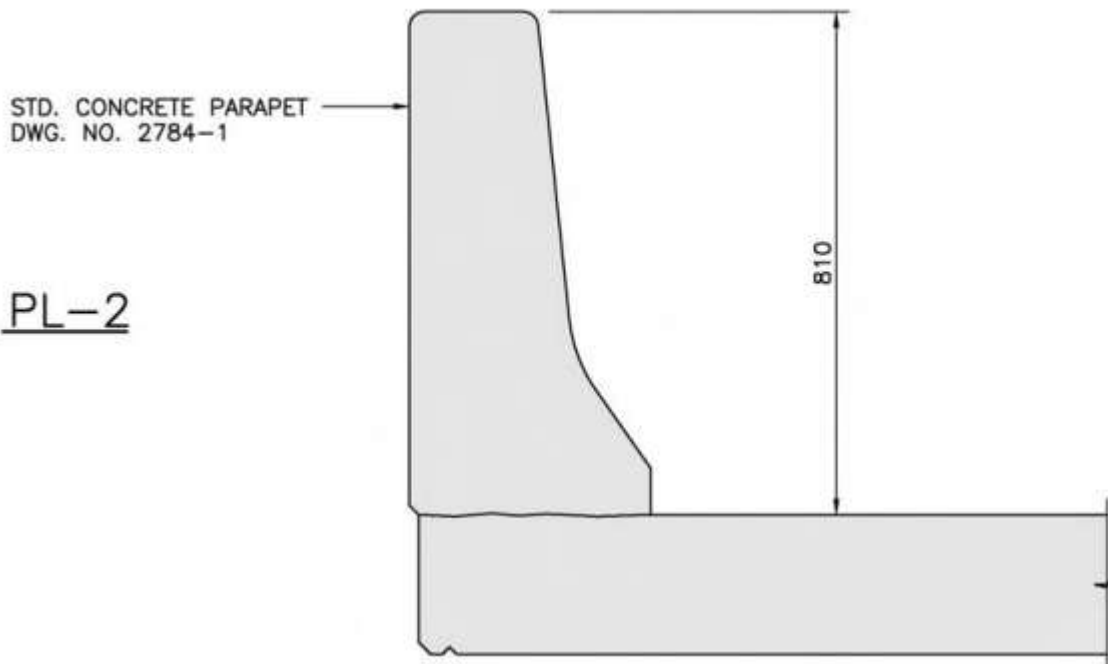
Thrie beam bridge railing (box girder side-mounted)



Steel two-rail bridge railing (box girder side-mounted)



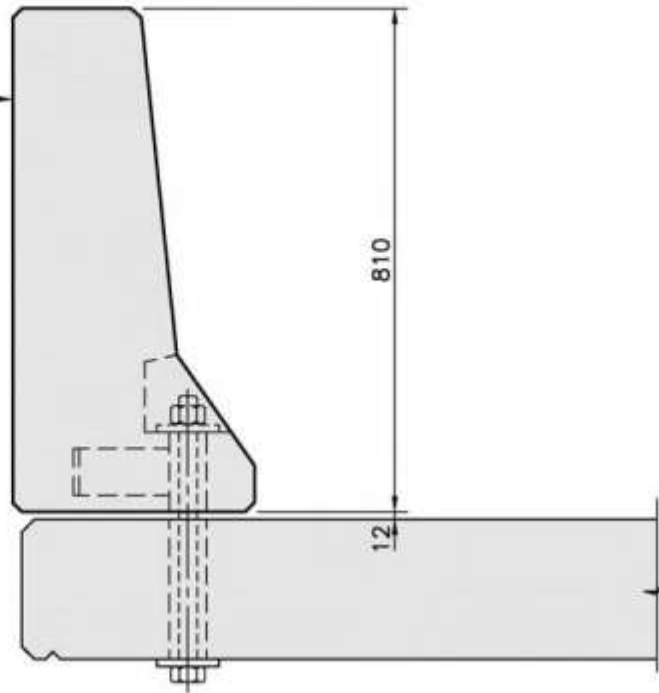
Cast-in-place concrete bridge parapet (810 mm High)



Precast concrete parapet

STD. PRECAST CONCRETE PARAPET
DWG. NO. (TO COME)

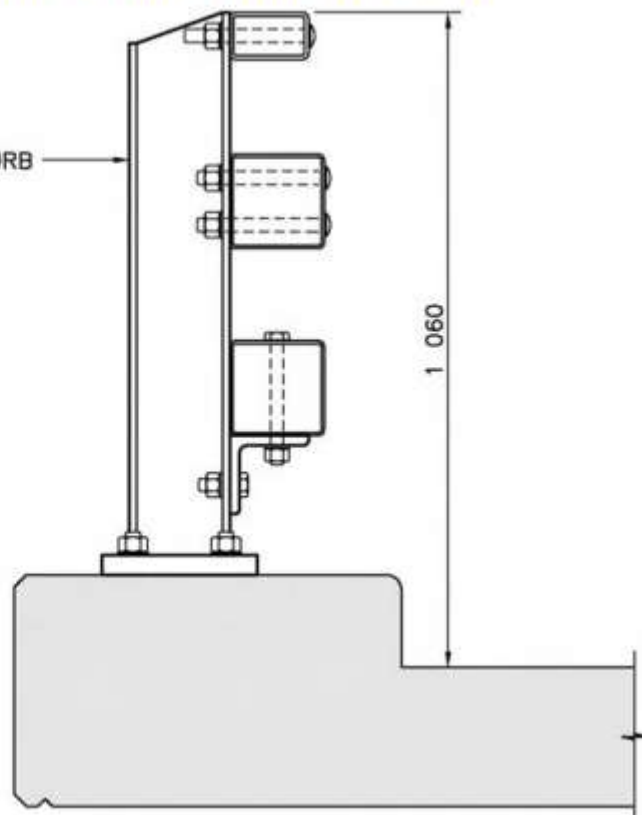
PL-2



Steel three-rail bridge railing with brush curb

STD. THREE-RAIL STEEL RAILING ON CURB
DWG. NO. (TO COME)

PL-2



گسلش

حرکات بزرگ ایجاد شده توسط گسلها معمولاً از نظر اقتصادی قابل کنترل نیستند . اگر با توجه به سطح لرزه ای مورد نظر ، میزان حرکت افقی و قائم گسل برای هر یک از اجزای سازه ، شامل خود سازه و شالوده آن ، قابل قبول نباشد، اجزای مذکور بایستی جهت رسیدن به مقاومت لرزه ای مورد نیاز سخت و مقاوم گردند . نحوه بهسازی بستگی به خصوصیات ویژه هر سازه و نوع ضعفهای آن دارد .

گاهی در تعیین نیروهای افقی ، حداکثر مقاومت اصطکاکی در تراز کف شالوده باید ملاک عمل قرار گیرد . نحوه عملکردجابجایی های قائم شبیه عملکرد جابجایی های حاصل از نشستهای ناهمگون در دراز مدت است . روشهای کنترل این حرکات می تواند شامل اعمال تغییراتی در سازه یا شالوده آن با هدف توزیع حرکات عمودی ناهمگون در فاصله افقی بیشتر باشد .

روانگرایی

در کاهش خطرات ساختگاهی ناشی از وقوع پدیده روانگرایی ، سه راه حل مختلف تقویت سازه ، تقویت پی و یا بهسازی خاک وجود دارد . جهت مقابله با گسترش جانبی ناشی از روانگرایی ، باید خاک در زیر سازه و در صورت لزوم ، در اطراف سازه تا جایی که روانگرایی یا گسترش جان بی در محیط پیرامونی باعث ایجاد ناپایداری در سازه می شود پایدار گردد . همچنین در صورت احتمال بروز گسترش جانبی ، می توان حائل با استفاده از پایدار سازی خاک در سمتی که احتمال گسترش جانبی از آن سمت وجود دارد ایجاد نمود . باید توجه داشت که استفاده از حائل باعث جلوگیری از ایجاد نشست در زیر ساختمان نمی شود، لیکن در صورتی که خطر گسیختگی ناشی از کمبود ظرفیت باربری محتمل نباشد مثلاً بار شالوده ها کم و فاصله لایه مستعد روانگرایی تا تراز کف پی زیاد باشد و سازه بتواند در مقابل نشست ناشی از تراکم خاک مقاومت کند ، این روش در خور بررسی می باشد .

روشهای بهسازی خاک که ممکن است در بهسازی خاک زیر یک سازه موجود بکار رود شامل تزریق و احداث زهکشها می باشد . احداث سیستمی جهت پایین آوردن دائمی سطح آب نیز ممکن است بندرت در پروژه هایی خاص مورد توجه قرار گیرد .

بدیهی است که بهسازی خاک با روش تراکم دینامیکی و یا جایگزینی خاک با خاک مناسب برای ساختمانهای موجود قابل اجرا نیست، چرا که در طی این عملیات ، توده خاک و نتیجتاً سازه دچار نشست می شوند .

در اجرای عملیات تزریق در خاک ، می بایست به موارد ذیل توجه شود:

- عملیات اجرایی باید به گونه ای برنامه ریزی شود که حتی المقدور ، تزریق در خاک در محدوده مورد نظر به صورت یکنواخت صورت پذیرد.
- کاربرد روشهای توأم با لرزش در تزریق جهت متراکم سازی خاک ، مؤثرتر از روشهایی است که در آنها از فشار استاتیکی استفاده می شود.
- تزریق باید بدقت انجام شود تا از جابجائیهای جانبی ناخواسته در طول مدت تزریق جلوگیری به عمل آید.
- هر قدر خاک ریزدانه تر باشد، تزریق کمتر مؤثر واقع می شود.
- احداث زهکشها برای مثال ستونهای سنگریزه ای یا شنی بدین ترتیب است که ستونهای عمودی نزدیک به هم از مصالح نفوذپذیر در لایه های خاک روانگرا احداث می شوند . هدف از احداث این زهکشها از بین بردن فشار آب حفره ای اضافی در طی زمین لرزه ونتیجتاً جلوگیری از وقوع روانگرایی است.
- احداث سیستمی جهت پایین آوردن دائمی سطح آب ، با پایین آوردن سطح سفره آب زیرزمینی تا زیر لایه روانگرا از وقوع روانگرایی جلوگیری می کند . البته انجام این کار مستلزم صرف هزینه ای مستمر می باشد و لذا بندرت از آن استفاده می شود . علاوه بر این ، از آنجا که پایین آوردن سطح آب زیرزمینی تنش مؤثر در خاک را افزایش می دهد، بایستی پتانسیل تحکیم لایه های تراکم پذیر خاک مورد بررسی قرار گیرد.

نشست ناهمگون

تکنیکها و روشهای اصولی که در بخش قبل مطرح شد می توانند برای کاهش خطر نشست ناهمگون که از تراکم خاکهای سست نتیجه می شود، مورد استفاده قرار گیرند.

زمین لغزه

به طور کلی روشهای پایدارسازی شیبها را می توان در چهار گروه زیر طبقه بندی نمود:

۱- تغییر هندسه شیب به منظور کاهش نیروهای محرک و یا افزایش نیروهای مقاوم؛

۲- کنترل آبهای سطحی جهت کاهش نیروهای تراوش ؛

۳- کنترل تراوش جهت کاهش نیروهای محرک ؛

۴- تقویب شیب جهت افزایش نیروهای مقاوم.

در انتخاب روش یا روشهای پایدارسازی موارد زیر بایستی در نظر گرفته شوند:

الف - نوع مواد تشکیل دهنده دامنه و تراکم و جهت ناپیوستگی ها؛

ب - میزان فعالیت شیب در صورتی که شیب در حال حرکت باشد ؛

پ - نوع ساخت و سازی که در آینده انجام می گیرد آیا باعث حذف تکیه گاه دامنه می شود یا موجب عملیات خاکریزی در پای آن می گردد.

ت - شکل و بزرگی گسیختگی محتمل یا تجدید حرکت گسیختگی فعلی ؛

ث - فرصت زمانی موجود جهت انجام عملیات تثبیت شیب با توجه به میزان فعالیت ، سرعت و شتاب حرکت شیب و شرایط آب و هوایی منطقه؛

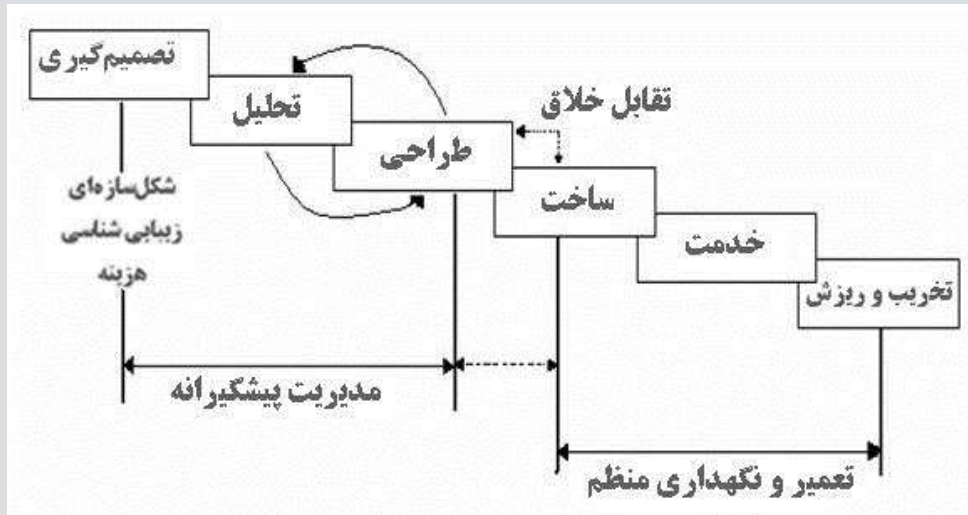
ج - درجه خطر و ریسک؛

انتخاب راهکار مناسب بستگی به سطح کارآیی مورد نیاز برای مستحذات ، ابعاد زمین لغزش محتمل ، ارزش سازه و عواقبی دارد که از حرکت خاک در اثر زمین لرزه بوجود می آید . کارآیی روش مورد استفاده بایستی با استفاده از هر دو روش تحلیل شبه استاتیکی و دینامیکی به نحو مناسب برآورد گردد.

بطور کلی کاهش مخاطرات ناشی از زمین لغزش ، نیازمند مطالعه ای کامل و بررسی تمامی جوانب امر از دیدگاه ژئوتکنیک می باشد.

مدیریت پل:

- گردآوری فهرست داده‌ها
- بازرسی منظم
- ارزیابی شرایط و مقاومت
- تعمیر و مقاوم سازی های جایگزینی
- اولویت بندی تخصیص بودجه
- ایمنی



• مانع در برابر حرکت آزاد ترافیک؛

• نوع پل؛

• تعداد و ابعاد دهانه پل؛

• وجود تکیه‌گاه ساده یا پیوسته؛

• عرض راه (جاده)؛

• خدمات و تاسیسات؛

• ظرفیت تحمل بار زنده؛

• ظرفیت وسایل نقلیه غیر معمول؛

✓ عملیات تعمیر و مقاوم سازی

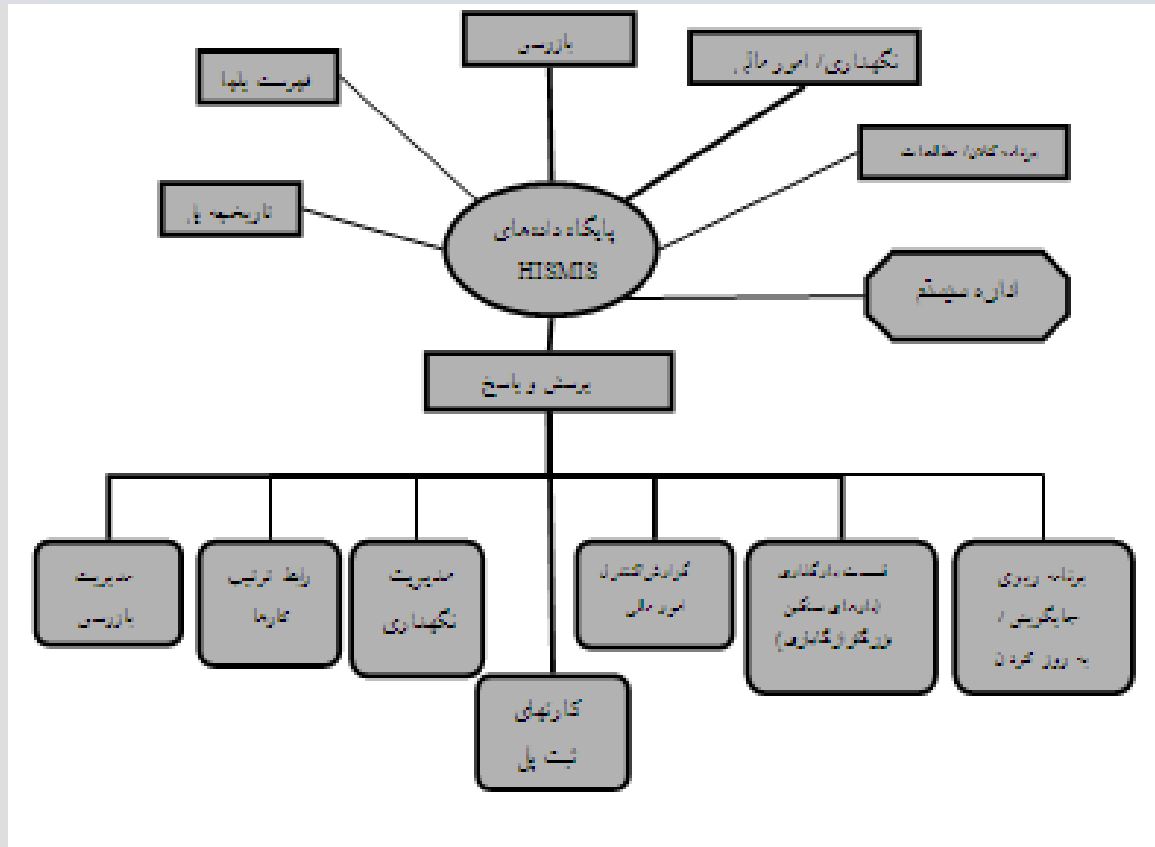
✓ مقرر نمودن محدودیت وزنی

✓ تعریض

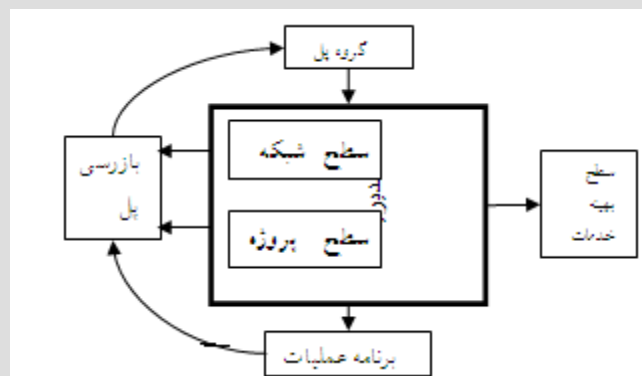
✓ تخریب و بازسازی

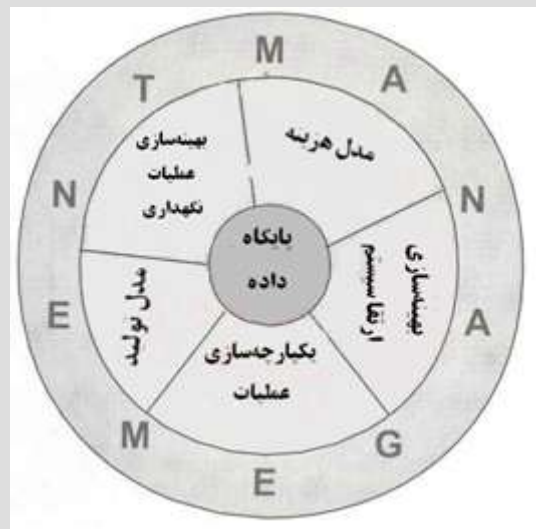
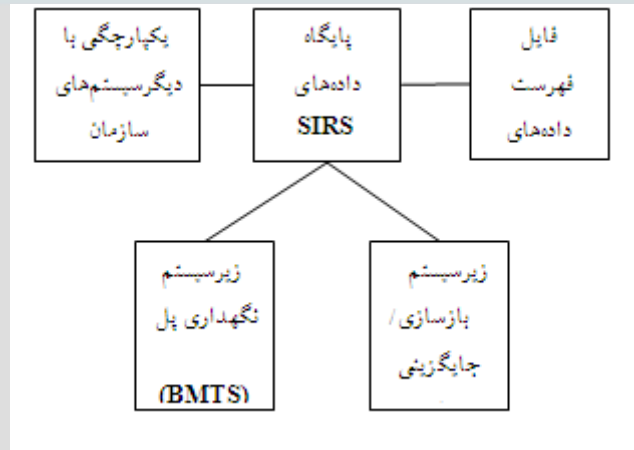
✓ تخریب پلی که وجود آن ضرورت چندانی ندارد

✓ تقویت موقتی



- تهیه یک پرونده ثابت از وضعیت سازه که امکان تحلیل هر گونه تغییری (مانند تصادفات، فشار بیش از حد و یا زوال توسط عوامل محیطی) به منظور انجام اقدام مناسب را فراهم کند.
- گردآوری داده‌هایی که توسط آنها، میزان ایمنی و قابلیت سرویس دهی پل‌ها قابل ارزیابی باشد.
- تهیه اطلاعاتی برای انتخاب یک استراتژی نگهداری مناسب.
- تهیه اطلاعاتی در مورد نقاطی که بالقوه معیوب می‌باشند.
- گردآوری داده‌هایی برای پایش نتایج و آثار تغییر در بارهای عبوری.
- گردآوری داده‌هایی برای نظارت بر استفاده از اشکال سازه‌ای و مصالح جدید.
- گردآوری داده‌هایی برای پایش رفتار تکنیک‌های جدید مقاوم‌سازی.
- گردآوری داده‌هایی برای اهداف پژوهشی





مدیریت عالی

- بهینه سازی و مستند سازی کاربرد منابع

- کنترل عملکرد و هزینه بخش پل
- به روز سازی فرمهای اطلاعاتی (شناسنامه فنی) تمامی پلها
- اشراف بر شرایط و ظرفیت باربری خاک
- ارزیابی ظرفیت باربری پل
- آنالیز حساسیت

تصمیم گیری

- تصمیمات مربوط به نگهداری و سرمایه گذاری مجدد
- بودجه بندی کوتاه و بلند مدت

کادر فنی

- تهیه و تنظیم دستورالعمل کارهای بازرسی و نظارت
- تهیه و تنظیم دستورالعمل کارهای نگهداری
- اداره و کنترل کامپیوتری اطلاعات
- تصمیم گیری و برنامه ریزی فعالیت های نظارت و بازرسی
- برنامه ریزی و اجرای کارهای نگهداری
- اولویت بندی کارهای نگهداری و سرمایه گذاری مجدد

مدولهای BMS

- ثبت فرمهای اطلاعاتی (شناسنامه فنی پلها)
- بازرسی اولیه (سطحی)
- بازرسی اصلی و ارزیابی شرایط
- بازرسی ویژه
- ظرفیت باربری و ارزیابی وسائل نقلیه
- آماده سازی استراتژی نگهداری
- اولویت بندی پروژه ها از دیدگاه فنی و اقتصادی
- بودجه بندی کارهای نگهداری

بازرسی اصلی

- ارزیابی هر گونه آسیب و عملکرد نامناسب

- گزارش آسیب ها و خرابی های موجود
- تخمین عمر باقیمانده از اعضای پل
- تخمین هزینه جایگزینی پل بعد از اتمام عمر آن
- تخمین هزینه احداث پل جدید پس از اتمام عمر پل موجود
- توصیه هائی در مورد بازرسی ویژه در صورت نیاز
- بازبینی سطوح کلی نگهداری پیشگیرانه
- ارزیابی کارهای تعمیراتی مورد نیاز و هزینه های مربوطه

مشخصه های استفاده شده در اولویت بندی

جزئیات سازه	فاکتورهای اهمیت
توع سازه	حجم ترافیک
ستون های حائل	طول مسیر فرعی
توع محدودیت	علائم مسیر اضطراری
توع پایه های پل	طول پل
توع و جزئیات ستون	تاسیسات موجود بر پل
جزئیات مهاربندی اتصال ستون به زیرستون	طول عمر باقی مانده قابلیت سرویس دهی پل
توع زیرستون	
توع پایه های جناحی	



منحنیم، های شکستندگم، برای انواع گوناگون پل



فروافتادگی روگذر مورب



آسیب وارده به صورت ایجاد یک ترک طولی میان قسمتهای قدیمی و جدید پل



افتادگی یکی از عرش ههای پل



تغییر مکان عرضی زیاد تابلیه روی تکیه گاهها



آسیب وارده به نشیمنگاه منجر به حرکت قابل ملاحظه عرشه در راستای عرضی



فروریزش تمامی ۱۷ قاب از پل



خرد شدن پوشش بتنی پایه پل تقاطع به علت ضعف خاموتها و عدم توانایی در ایجاد محصورشدگی بتن



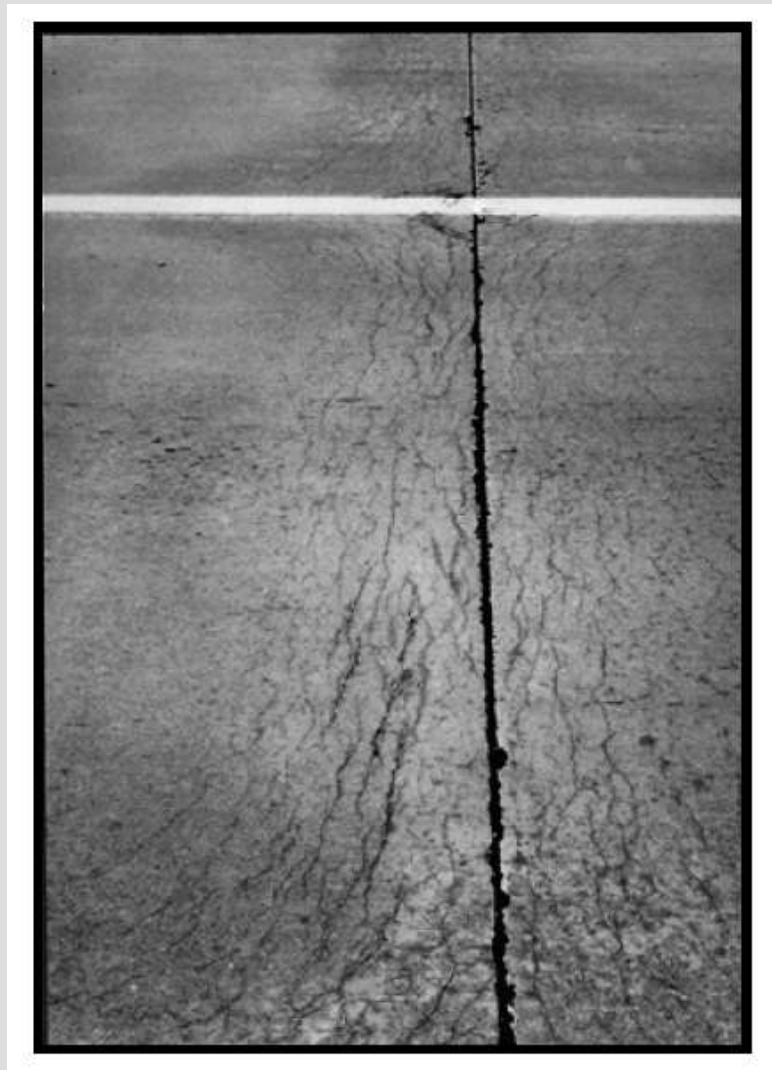
شکست برشی در پل بزرگراه



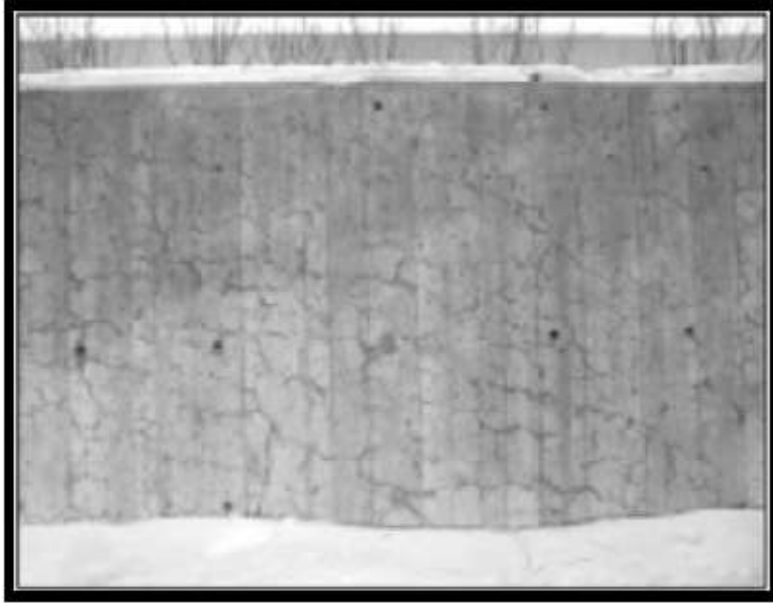
آسیب وارده به کلیدهای برشی در پل



نشست خاک کوله



ترکهای مجاور درز بتن



ترکهای سطحی ناشی از انقباض



ترک ناشی از Shrinkage پلاستیک



ترک ناشی از خشک شدگی Shrinkage



ترک خوردگی آرماتور



ترک ناشی از مصالح قلیایی



ترک Honeycomb ناشی از کمبود سیمان



ترک شبکه ای



ترک حرارتی



ترکهای ناشی از شرایط محیطی

منابع

- ۱- حفاظت کاتدیک عرشه پلها، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی، ۱۳۸۵
- ۲- مطالعات تطبیقی فعالیتهای مدیریت پل، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی، ۱۳۸۶
- ۳- تعمیر و مقاوم سازی زیر سازه پلها، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی، ۱۳۸۵
- ۴- ایمنان الیاسیان "مقاوم سازی پل از طریق استهلاک انرژی"
- ۵- ایمنان الیاسیان "راهکارهای مقاوم سازی پل"
- ۶- ایمنان الیاسیان، "بازرسی و بررسی آسیب پذیری پلهای بتنی و فلزی"
- ۷- ایمنان الیاسیان "روش اجرای پلها با تکیه بر مقاوم سازی"
- ۸- ایمنان الیاسیان، مدیریت حفاظت و تعمیرات بتن،
- ۹- ایمنان الیاسیان، تکنولوژی بتنهای توانمند،
- ۱۰- ایمنان الیاسیان، روشهای تقویت لرزه ای و تقویت پلها،
- ۱۱- ایمنان الیاسیان، روشهای نوین در تعمیر و نگهداری پل،
- ۱۲- ایمنان الیاسیان، کاربرد پوششهای صنعتی در نفوذ ناپذیری بتن واقع در محیط خورنده
- ۱۳- حسین کربلایی، ایمنان الیاسیان، لیلا معراجی، بتن پلیمری،
- ۱۴- ایمنان الیاسیان، بهسازی و مقاوم سازی خاک و فونداسیون، انتشارات سازمان عمران، انجمن مقاوم سازی ایران، ۱۳۸۹
- 15- Bridge Standards and Producers Manual, British Columbia, Transportation ministry , Canada, Volume1, August 2007
- ۱۶- رضا اکبری دستور العمل بهسازی لرزه ای پلهای بزرگراهی، وزارت راه و ترابری، اداره کل راه و ترابری استان اصفهان
- ۱۷- ایمنان الیاسیان، مقاوم سازی لرزه ای پلها و حفاظت در برابر خوردگی،