بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده فنی

گروه عمران

گرایش سازه

بررسی عددی اثرات موضعی ناشی از نیروی پیش تنیدگی در گیره های انتهایی اعضای پس کشیده با استفاده از روش المان محدود

از

ابراهیم سیف زاد سنگاچینی

استاد راهنما

دکتر جواد رزاقی

شهریور ۹۰

تقدیم به

مشوقان زندگیم مادر و پدر

قوت قلبم و پشتیبان سختی هایم همسر مهربانم

همگامان پیروزی ها و شکست هایم برادران

قدر دانی

تکیه بر تقوی و دانش در طریقت کافریست

راهرو گر صد هنر دارد توکل بایدش

در لحظه لحظه زندگیم، حضور آفریننده بی همتا را شاهد بوده ام و معجزات او را که بی دریغ بر من عرضه داشت، بر ذهن و روحم حک کرده ام. علم آموزی برایم وسیله ایست تا بتوانم قطره ای از آنچه که او به من هدیه داده است را شکرگزار باشم. پروردگار بزرگ را باز سپاس می گویم که یاریم داد این پایان نامه را در حد توانم ارائه دهم.

بدینوسیله از پدر و مادرم و همسر مهربانم که در تمام مدت تحصیل همواره پشتیبان و مشوق من بوده اند صمیمانه قدر دانی می نمایم.

از مولایم حضرت علی(ع) آموختم، کسی که به من علم آموخت را بندگی کنم. اساتید بنده در این دوره آموزشی، صبورانه تلاش کردند آنچه را که از علم در اختیار دارند بی منت بر دانشجویان خود عرضه نمایند. از این رو نیز سپاسگزار خداوند برای چنین نعمتی که به این بنده حقیر خود داد هستم.

از استاد راهنمای ارجمند آقای دکتر رزاقی که نگرش تازه ای در نرم افزار بدیع ANSYS در من ایجاد کرد و در انجام این پروژه راهنما و راهگشای اینجانب بود تشکر و قدر دانی ویژه می نمایم.

از اساتید ارجمند آقای دکتر رنجبر و دکتر حسنی که به عنوان داور زحمت بازخوانی این رساله را بر عهده داشته و با راهنمایی های ارزنده شان کمکهای شایانی نمودند سپاسگزاری می کنم.

ضمناً بر خود وظیفه می دانم از دیگر اساتید بزرگوارم که از ابتدای تحصیل در این دانشگاه از محضر آنان کسب علم نموده ام سپاسگزاری نمایم.

از عزیزان جناب آقای دکتر ذاکری دانشجوی دکترای سازه دانشگاه صنعتی شریف و مهندس روشنی، مهندس فغانی و مهندس صدیقی که در انجام این پروژه مساعدت فراوان نموده اند نیز تشکر می نمایم.

از خداوند بزرگ برای همه اساتید بزرگوار و دوستان عزیزم سلامتی و توفیق روزافزون مسئلت می نمایم.

فهرست مطالب

چکیده فارسی ..... ض

چکیده انگلیسی ..... ط

۱ فصل یکم : پیشگفتار ۱

۱- ۱ مقدمه ۲

۱-۲ ساختار پایان نامه ۴

۲ فصل دوم : تکنولوژی پیش تنیدگی وروش های انجام آن ۵

۲- ۱ مقدمه ۶

۲-۲ تعریف پیش تنیدگی ۶

۲- ۳ خواص پیش تنیدگی ۸

۲- ۴ روش های پیش تنیدگی ۸

۲- ۴- ۱ پیش کشیدگی ۸

۲ – ۴ – ۲ پس کشیدگی ۸

۲-۴-۲-۱ سیستم چسبیده ۱۰

۲-۴-۲-۲ سیستم نچسبیده ۱۱

۲- ۵ نمونه هایی از چند سازه بتنی پیش تنیده ۱۲

۲-۶ درجه پیش تنیدگی ۱۷

۲-۷ فولاد پیش تنیدگی ۱۷

۲- ۸ روش های وارد کردن نیروی پیش تنیدگی ۱۹

۲- ۸ – ۱ با استفاده از جک های هیدرولیکی ۱۹

۲ – ۸ – ۲ روش شیمیایی ۲۰

۲- ۸-۳ روش حرارتی یا الکتریکی ۲۰
۲- ۹ اندازه گیری نیروی پیش تنیدگی و جزئیات طراحی ۲۰
۲- ۱۰ زمینه های فنی و موارد استفاده از سیستم پیش تنیدگی ۲۳
۲- ۱۰- ۱ دال های بتنی پیش تنیده به روش پس کشیده ۲۳
۲-۱۰- ۲ فونداسیون های پس کشیده و دالهای روی زمین ۲۵
۲-۱۰- ۳ اجرای صفحات انتقال بار ۲۶
۲- ۱۰- ۴ پل سازی ۲۶
۲- ۱۰- ۵ اجرای مخازن بتنی ۲۷
۲- ۱۰-۶ اجرای سازه پارکینگ ها ۲۸
۲- ۱۰- ۷ کاربرد پس کشیدگی در سازه های ویژه ۳۰
۲- ۱۱ گیره های مهاری ۳۱
۳ فصل سوم : مروری بر تحقیقات گذشته ۴۲
۳- ۱ مقدمه ۴۳
۳- ۲ مروری بر تحقیقات گذشته ۴۴
۴ مبانی طراحی مهارهای انتهایی در اعضای بتنی پس کشیده بر اساس آیین نامه ها ۵۱
۴- ۱ مقدمه ۵۲
۴-۲ اهداف طراحی ناحیه مهاری ۵۳
۴- ۳ آیین نامه های مربوط به مهار تاندونها ۵۴
۴ – ۳ – ۱ معرفی ۵۴
۴ – ۳ – ۲ آیین نامه آشتو ۵۶

۴-۳-۲-۱ مدل STM ۶۳
۴-۳-۲ -۲ تحلیل تقریبی تنش ها و طراحی ناحیه مهاری..... ۶۵
۴-۳-۲-۳ مشکلات موجود در مهارهای انتهایی سازه های بتنی پس کشیده ۶۶
۴-۳-۳ مقررات پذیرش مهارهای انتهایی در PTI ۶۸
۴-۳-۳-۱ صفحات تکیه گاهی ۶۸
۴-۳-۳-۱ -۱ صفحات تکیه گاهی پایه..... ۶۹
۴-۳-۳-۱ -۲ صفحات تکیه گاهی ویژه ۷۳
۴-۳-۳-۲ ناحیه داخلی ۷۵
۴-۳-۳-۳ ناحیه خارجی ۷۸
۴-۳-۳-۴ روش های تعیین تنش های عرضی در PTI ۷۹
۴-۳-۳-۴-۱ آنالیز الاستیک خطی ۷۹
۴-۳-۳-۴-۲ روش گویون ۸۰
۴-۳-۳-۴-۳ مدل مورش ۸۲
۴-۳-۳-۵ تنش های پوسته شدگی ۸۴
۴-۳-۴ آیین نامه ACI ۸۴
۴-۳-۴-۱ ناحیه مهاری ۸۵
۴-۳-۴-۲ ناحیه داخلی ۸۵
۴-۳-۴ -۳ ناحیه خارجی ۸۵
۴ -۳ - ۴- ۴ طراحی ناحیه مهاری درآیین نامه ACI..... ۸۶
۵ فصل پنجم مدلسازی اجزای محدود و بررسی تحلیل های عددی ۸۸
۵ - ۱ مقدمه ۸۹
۵ – ۲ آشنایی با روش اجزای محدود Finite Element Method ۸۹

۵-۳ معرفی نرم افزار ANSYS و هدف از انتخاب آن ۹۰
۵-۴ ترسیم مدل اجزای محدود ۹۲
۵ -۵ تعریف خصوصیات مواد و جنس المان ها..... ۹۲
۵-۵-۱ منحنی تنش - کرنش بتن ۹۵
۵-۶ شرایط مرزی و بارگذاری ۹۷
۵-۷نمونه های مدل شده برای آنالیز ۹۸
۵-۸ نتایج مدلسازی در نرم افزار ANSYS ۱۰۱
۵-۸-۱ نتایج مدلسازی گیره تک رشته ای کمپانی MK4 ..... ۱۰۲
۵-۸ -۲ نتایج مدلسازی گیره تک رشته ای VSL S5N ۱۰۵
۵-۸ -۳ نتایج مدلسازی گیره تک رشته ای مورد بررسی ۱۰۸
۵-۸-۴ بررسی نتایج بدست آمده از نرم افزار ANSYS ۱۱۱
۵-۸-۵ بررسی تغییرات ارتفاع گیره در مقادیر تنش ها در ناحیه مهاری ۱۱۳
۵-۸-۶ بررسی تغییرات طول میلگردگذاری مارپیچی در مقادیر تنش ها در ناحیه مهاری ۱۱۸
۶ فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهاد ۱۱۹
۶-۱ نتیجه گیری..... ۱۲۰
۶-۲ پیشنهاد..... ۱۲۰
مراجع ۱۲۲

فهرست جداول

جدول شماره ۲-۱ مشخصات تاندونها ، نوع گیره و جک اعمال نیروی پیش تنیدگی در سیستم غیرچسبیده تک رشته..... ۳۱

جدول شماره ۲-۲ مشخصات تاندونهای چند رشته ، نوع گیره و جک اعمال نیروی پیش تنیدگی در سیستم چسبیده تخت..... ۳۲

جدول شماره ۲-۳: مشخصات مربوط به تاندونهای چند رشته مدور با رشته 0.5 inch..... ۳۳

جدول شماره ۲-۴: مشخصات مربوط به تاندونهای چند رشته مدور با رشته 0.6 inch..... ۳۳

جدول شماره ۲-۵: مشخصات مربوط به گیره چند رشته مدور ۳۴

جدول شماره ۵-۱: مشخصات مصالح مصرفی..... ۹۳

جدول شماره ۵-۲ اعداد مربوط به نمودار تنش و کرنش ۹۶

جدول شماره ۵-۳ : مقادیر و محل ماکزیمم تنش ترکیدگی در گیره های تحلیل شده..... ۱۱۲

فهرست اشکال

شکل شماره ۲-۱ : اعمال نیروی پیش تنیدگی به عضو بتنی..... ۷

شکل شماره ۲-۲ : سیستم چسبیده..... ۹

شکل شماره ۲-۳ : سیستم نچسبیده..... ۹

شکل شماره ۲-۴ : گیره سیستم چسبیده چند رشته ای..... ۱۰

شکل شماره ۲-۵ : گیره سیستم چسبیده تخت..... ۱۱

شکل شماره ۲-۶ : گیره تک رشته ای در یک سیستم غیر چسبیده..... ۱۲

شکل شماره ۲-۷ پل کابلی رودخانه پیت واقع در کانادا..... ۱۲

شکل شماره ۲-۸ : نمونه ای از استفاده پس کشیدگی در سازه های قطعه ای..... ۱۳

شکل شماره ۲-۹: نمونه استفاده از پس کشیدگی در دال های بتنی..... ۱۴

شکل شماره ۲-۱۰ : استفاده از پیش تنیدگی در مقاوم سازی یک تانکر بتنی..... ۱۴

شکل شماره ۲-۱۱ : استفاده از پس کشیدگی در پل های صندوقه ای..... ۱۵

شکل شماره ۲-۱۲ : پیش تنیدگی با تاندونهای خارجی..... ۱۶

شکل شماره ۲-۱۳ : تصاویری از پل کابلی میلائو در فرانسه..... ۱۶

شکل شماره ۲-۱۴ : وایرهای کشیده..... ۱۸

شکل شماره ۲-۱۵ : وارد کردن نیروی پیش تنیدگی با روش مکانیکی..... ۱۹

شکل شماره ۲-۱۶ : یک نمونه گیره مهاری..... ۲۱

شکل شماره ۲-۱۷ : نمونه ای از پس کشیدگی در یک پل صندوقه ای..... ۲۲

شکل شماره۲-۱۸ : نمونه ای از جک هیدرولیکی..... ۲۲

شکل شماره ۲-۱۹ : پیش تنیدگی در یک دال بتنی..... ۲۳

شکل شماره ۲-۲۰ : سطح صاف بتنی در یک سقف پیش تنیده..... ۲۴
شکل شماره ۲-۲۱ : دال پیش تنیده روی زمین..... ۲۵
شکل شماره ۲-۲۲ : پل نیوهایلند در نیوجرسی ۲۶
شکل شماره ۲-۲۳ : استفاده از پیش تنیدگی در ساخت مخازن تحت فشار..... ۲۷
شکل شماره ۲-۲۴ : قرار دادن گوه در درون گیره جهت پیش تنیدگی..... ۲۸
شکل شماره ۲-۲۵ : استفاده از پیش تنیدگی در پارکینگ طبقاتی..... ۲۹
شکل شماره ۲-۲۶ : استفاده از پیش تنیدگی برای مهار خاک ۳۰
شکل شماره ۲-۲۷ : مشخصات گیره تک رشته غیر چسبیده ۳۱
شکل شماره ۲-۲۸ : مشخصات گیره چند رشته چسبیده..... ۳۲
شکل شماره ۲-۲۹ : مشخصات گیره چند رشته مدور چسبیده..... ۳۳
شکل شماره ۲-۳۰ : گیره های مهاری با عملکرد گوه ای..... ۳۴
شکل شماره ۲- ۳۱ : گیره مهاری با عملکرد تکیه گاهی مستقیم ۳۵
شکل شماره ۲-۳۲ : عملکرد حلقه ای مفتول ها در پیش تنیدگی..... ۳۵
شکل شماره ۲-۳۳ : دستگاه سنجش مقاومت گیره مهاری تحت نیروی پیش تنیدگی..... ۳۶
شکل شماره ۲-۳۴ : مراحل اعمال نیروی پیش تنیدگی به گیره های مهاری..... ۳۷
شکل شماره ۲-۳۵ : گیره مهاری**MA** ۳۸
شکل شماره ۲-۳۶ : گیره مهاریSD..... ۳۸
شکل شماره ۲-۳۷ : گیره مهاری.**ZF/ZR** ۳۹
شکل شماره ۲-۳۸ : گیره مهاریHV ۳۹
شکل شماره ۲- ۳۹ : گیره های مهاری (100) (FA) ۴۰

شکل شماره ۲-۴۰ : قرار گیری یک گیره کوپله در سیستم پس کشیده..... ۴۰

شکل شماره ۲-۴۱ : گیره های کوپله..... ۴۱

شکل شماره ۳-۱ : پل بردوی واقع در دایتون ۴۴

شکل شماره ۳-۲ : مدل STM تغییر یافته..... ۴۹

شکل شماره ۳-۳: نمونه های تست شده بوسیله ولمان..... ۵۰

شکل شماره ۳-۴ : مدل STM برای گیره های با خروج از مرکزیت با و بدون عکس العمل تکیه گاهی..... ۵۰

شکل شماره ۴-۱: مهار گروهی تاندونها به وسیله گیره..... ۵۲

شکل شماره ۴-۲: یک نمونه از گیره مهاری ساخته شده توسط کمپانی VSL ۵۳

شکل شماره ۴-۳ : آنالیز بدنه مهار انتهایی در تیر های بتنی پیش تنیده ۵۵

شکل شماره ۴-۴: ناحیه داخلی و خارجی در مهارهای انتهایی..... ۵۷

شکل شماره ۴-۵: تنش های اصلی در مهارهای انتهایی..... ۵۷

شکل شماره ۴-۶ : ابعاد و اندازه ناحیه داخلی..... ۵۹

شکل شماره ۴-۷ : ابعاد و اندازه ناحیه خارجی..... ۶۰

شکل شماره ۴-۸ : کشش در ناحیه مهاری..... ۶۲

شکل شماره ۴-۹ : مدل Strut and Tie ۶۴

شکل شماره ۴-۱۰ : بررسی اعضای فشاری..... ۶۴

شکل شماره۴-۱۱ :ابعاد اعضای فشاری در مقاطع نازک ۶۴

شکل شماره ۴-۱۲ : توزیع تنش گسیختگی گویون ۶۵

شکل شماره ۴-۱۳ :استفاده از گیره مهاری در عضو بتنی پس کشیده..... ۶۷

شکل شماره۴-۱۴ : گیره مهاری بعد از خرابی ناحیه مهاری ۶۷

شکل شماره ۴-۱۵ : مساحت سطح توزیعی صفحه تکیه گاهی ۷۰
شکل شماره ۴-۱۶ : صفحه تکیه گاهی ۷۲
شکل شماره ۴-۱۷ :صفحه تکیه گاهی پایه ۷۲
شکل شماره ۴-۱۸: بلوک تست برای صفحات تکیه گاهی در AASHTO ۷۴
شکل شماره۴-۱۹ : صفحه تکیه گاهی ویژه ۷۴
شکل شماره ۴-۲۰ : انتشار تنش در ناحیه داخلی با یک گیره مهاری ۷۷
شکل شماره ۴-۲۱: انتشار تنش در ناحیه داخلی با دو گیره مهاری ۷۷
شکل شماره ۴-۲۲ : ابعاد و هندسه ناحیه خارجی ۷۸
شکل شماره الف۴-۲۳ : تنش های عرضی کششی ۸۰
شکل شماره ب۴-۲۳: نمودار نیروی ترکیدگی در مقابل تغییرات ارتفاع ۸۰
شکل شماره ۴-۲۴ : نمودار اوج تنش کششی ۸۱
شکل شماره ۴-۲۵ : منشور متقارن گویون ۸۲
شکل شماره ۴-۲۶ : مسیر نیروها در مدل مورش ۸۳
شکل شماره ۴-۲۷ : مدل STM برای نیروی با خروج از مرکزیت ۸۳
شکل شماره ۴-۲۸ : تنش پوسته شدگی ۸۴
شکل شماره ۴-۲۹ : مشخصات ناحیه مهاری و تنش های آن در آیین نامه ACI ۸۵
شکل شماره ۴-۳۰ : تنش ها در ناحیه خارجی در آیین نامه ACI ۸۶
شکل شماره ۴-۳۱ : مدل STM درآیین نامه ACI ۸۷
شکل شماره ۵-۱ : مثالی از مدل سازی به روش اجزای محدود ۹۱
شکل شماره ۵-۲: هندسه و خروجی های تنش مربوط به المان Solid 65 3D ۹۲

شکل شماره ۵-۳ : روش discrete و smear برای شبیه سازی فولاد در بتن ۹۴
شکل شماره ۵-۴ منحنی تنش و کرنش بتن هاگنستاد ۹۵
شکل شماره ۵-۵ : منحنی تنش-کرنش در نرم افزار ANSYS ۹۷
شکل شماره ۵-۶ : گیره مدل شده در دال جهت مقایسه با نمونه های مشابه ۹۸
شکل شماره ۵-۷ : اعمال نیروی جک در یک دال بتنی ۹۹
شکل شماره ۵-۸ : حجم مدل شده برای آنالیز ۱۰۰
شکل شماره ۵-۹ : گیره ساخته شده توسط کمپانی MK4 .....۱۰۰
شکل شماره ۵-۱۰ : گیره ساخته شده توسط کمپانی VSL..... ..... ۱۰۱
شکل شماره ۵-۱۱: خطوط هم تراز تنش در مسیر طولی S_{zz}.....۱۰۲
شکل شماره ۵-۱۲ : خطوط هم تراز تنش در مسیر ارتفاعی S_{yy}.....۱۰۳
شکل شماره ۵-۱۳ : خطوط هم تراز تنش در مسیر عرضی S_{xx}.....۱۰۳
شکل شماره ۵-۱۴ : مقادیر تنشS_{yy} در مسیر غلاف ۱۰۴
شکل شماره ۵-۱۵ : مقادیر تنشS_{xx} در طول مسیر دال ۱۰۵
شکل شماره ۵-۱۶: خطوط هم تراز تنش در مسیر طولی S_{zz}.....۱۰۵
شکل شماره ۵-۱۷ : خطوط هم تراز تنش در مسیر ارتفاعی S_{yy}.....۱۰۶
شکل شماره ۵-۱۸ : خطوط هم تراز تنش در مسیر عرضی S_{xx}.....۱۰۶
شکل شماره ۵-۱۹ : مقادیر تنشS_{yy} در مسیر غلاف ۱۰۷
شکل شماره ۵-۲۰ : مقادیر تنشS_{xx} در مسیر دال ۱۰۸
شکل شماره ۵-۲۱: خطوط هم تراز تنش در مسیر طولی S_{zz}.....۱۰۸
شکل شماره ۵-۲۲ : خطوط هم تراز تنش در مسیر ارتفاعی S_{yy}.....۱۰۹

شکل شماره ۵-۲۳ : خطوط هم تراز تنش در مسیر عرضی S_{xx} ۱۰۹
شکل شماره ۵-۲۴ : مقادیر تنشS_{yy} در مسیر دال ۱۱۰
شکل شماره ۵-۲۵ : مقادیر تنشS_{xx} در مسیر دال..... ۱۱۰
شکل شماره ۵-۲۶ : نمودار تنش ترکیدگی در مسیرتاندونها..... ۱۱۱
شکل شماره ۵-۲۷ : مقادیر تنش پوسته شدگی در امتداد طولی نمونه..... ۱۱۱
شکل شماره ۵-۲۸ : نمودار نیروی ترکیدگی در مسیر تاندونها..... ۱۱۲
شکل شماره ۵-۲۹ : تغییرات تنش ترکیدگی با تغییر ارتفاع در گیره مهاری ۱۱۳
شکل شماره ۵-۳۰ : مقایسه تنش های ترکیدگی گیره های VSL، MK4 با نسبت$\frac{a}{h}$ = 0.44 برای گیره مورد بررسی..... ۱۱۴
شکل شماره ۵-۳۱ : مقایسه تنش های ترکیدگی گیره های VSL، MK4 با نسبت$\frac{a}{h}$ = 0.48 برای گیره مورد بررسی..... ۱۱۴
شکل شماره ۵-۳۲ : مقایسه تنش های ترکیدگی گیره های VSL، MK4 با نسبت$\frac{a}{h}$ = 0.52 برای گیره مورد بررسی..... ۱۱۵
شکل شماره ۵-۳۳ : مقایسه تنش های ترکیدگی گیره های VSL، MK4 با نسبت$\frac{a}{h}$ = 0.56 برای گیره مورد بررسی..... ۱۱۵
شکل شماره ۵-۳۴ : مقایسه تنش های ترکیدگی گیره های VSL، MK4 با نسبت$\frac{a}{h}$ = 0.6 برای گیره مورد بررسی..... ۱۱۶
شکل شماره ۵-۳۵ : حداکثر تنش ترکیدگی و مقایسه آن با معادله ۴-۱۸..... ۱۱۶
شکل شماره ۵-۳۶ : محل ماکزیمم تنش ترکیدگی با تغییرات ارتفاع..... ۱۱۷
شکل شماره ۵-۳۷ : مقادیر تنش ترکیدگی با تغییرات طول میلگردگذاری مارپیچی..... ۱۱۸

چکیده

بررسی عددی اثرات موضعی ناشی از نیروی پیش تنیدگی در گیره های انتهایی اعضای پس کشیده با استفاده از روش المان محدود

ابراهیم سیف زاد سنگاچینی

استفاده از پس کشیدگی در سازه های بتنی با دهانه های بلند یکی از بهترین راهکارها برای کاهش سطح مقطع عضو بتنی و افزایش ظرفیت باربری عضو می باشد.

از آنجایی که بیشترین تمرکز تنش ناشی از کشش کابل ها در اعضای پس کشیده در مهارهای انتهایی ومحدوده اطراف آن بوجود می آید، این مجموعه دارای حساسیت خاصی می باشد . از این رو جنس، شکل و طراحی درست این قطعات تأثیر بسیار زیادی را در عملکرد مناسب اعضای پس‌کشیده دارا می‌باشد. مهارهای انتهایی در این سیستم متشکل از بدنه مهاری، گیره های مهاری و آرماتورهای برشی وخمشی می باشد .

برای طراحی قسمت انتهایی سیستم های پس کشیده روش یکنواختی وجود ندارد و آیین نامه های مختلف روش های گوناگونی را که غالباً بر مبنای آورده های تجربی و مدلسازی های عددی می باشد ارائه کرده اند. کمپانی های سازنده این سیستم ها بر مبنای این نتایج و آزمایشات متعدد سیستمهای مهاری مختلف را عرضه کرده اند.

در این تحقیق به مدلسازی اجزای محدود و تحلیل غیر خطی تنش های ناشی از نیروی پیش تنیدگی در قطعه ای از یک دال بتنی پس کشیده پرداخته شده است. برای این منظور یک گیره مهاری ساخت داخل کشور در مهار انتهایی یک دال بتنی طراحی شده و بعد از مدلسازی سه بعدی با استفاده از نرم افزار، به تحلیل اثر پارامترها و اجزای تشکیل دهنده گیره مذکور در مقادیر تنش های موجود در ناحیه مهاری عضو پس کشیده پرداخته شده است. پارامتر های مورد بررسی در این تحقیق شامل تغییرات ارتفاع گیره مهاری و طول میلگرد گذاری مارپیچی مربوط به گیره در ناحیه مورد نظر می باشد. پس از تحلیل، به مقایسه نتایج بدست آمده با گیره های مشابه وارداتی پرداخته شده و در موارد لازم پیشنهاداتی برای بهینه تر کردن طرح گیره ارائه شده است.

کلید واژه ها : گیره های انتهایی، اعضای پس کشیده، روش المان محدود

abstract

Numerical studying of the effect caused by prestressed force in the end anchorages of post-tention members using the finite element method

Ebrahim seifzad sangachini

Using the post-tending method in concrete structures with high openings is one of the best ways for decreasing the section surface of concrete member and increasing the capasity of the member's porterage.

Since most concentration of the tention that is caused by the drag of cables in post-tention members in anchorage zone and the boundary around it is made, this collection contains a special sensitivity. Therefore the correct material, form and design of these fragments have a great effect on the appropriate performance of post-tended members. The end anchorages in this systems are consisted of haltering body, haltering anchorages (grips) and cutting, bending iron rods.

To design the end part of post-tended systems, there's no monotonous method and different rules have presented various ways which are often on the basis of experimental results and figure(numerical) modelling.The companies which make these systems have presented different haltering systems according to these results and experiments.

In this research the modelling of limited fragments and non-linear examination of tentions caused by the prestressed force in a fragment of a post-tended concrete part are put forward. So a haltering grip-made in our country-is designed in the end halt of a concrete part and then the effect of parameters and the elements that form the mentioned anchorage in existing tentions of the haltering area of the post-tended member , are examined after three-dimentional modelling and by using the software. The parameters under investigation in this study are the changes of the height of haltering anchorage and the length of the special putting the round iron rod of the anchorage in the mentioned area.After examinatin, the comparison of the current results with similar imported anchorages is put forward and in required cases some tips are given for making the most of the anchorage's design.

Key words : end anchorage, post-tension member, finite element method

فصل اول

پیش گفتار

۱-۱ مقدمه

یکی از روش های غلبه بر ضعف طبیعی بتن در کشش استفاده از پیش تنیدگی[۱] در اعضای بتنی می باشد. پیش تنیدگی در بتن عبارت است از ایجاد یک تنش ثابت و دائمی در مرحله ساخت یا پیش از بهره برداری یک عضو بتنی به نحو دلخواه و به اندازه لازم، به طوری که از نظر مقدار و علامت با تنش هایی که بعداً بر اثر بارهای مرده و زنده وارد می شود مقابله نماید. به این ترتیب امکان حمل نیروهای بزرگ با صرفه جویی قابل ملاحظه ای بوجود می آید.

با وجود اینکه بنیان پیش تنیدگی در سال ۱۸۸۶ بوسیله جکسون[۲] آمریکایی در کالیفرنیا بنا نهاده شد؛ تا اواخر سال ۱۹۴۰ استفاده از پیش تنیدگی در سازه ها معنای واقع گرایانه ای پیدا نکرده بود. فقدان شدید فولاد نشأت گرفته از تأثیر جنگ جهانی دوم در اروپا آغازگر استفاده از این صنعت تأثیر گذار در مسیر بازسازی صدمات ناشی از جنگ جهانی دوم در اروپا گردید. تأثیر استفاده از این سیستم به حدی بود که استفاده از یک تن فولاد با مقاومت بالا منجر به مقاومتی معادل با بکار بردن پنج تن فولاد معمولی در همان سازه بتنی می شد.

ایجن فرییسینه[۳] مهندس فرانسوی که بنیان گذار این سیستم به روش امروزی می باشد به عنوان پدر صنعت پیش تنیدگی خوانده می شود. رغبت بسیار زیاد و علاقه او به این ایده و انجام آزمایشات مکرر در دهه اول قرن بیستم او را به این موضوع معتقد ساخت که از پیش تنیدگی می توان به عنوان صنعتی کاربردی در مهندسی عمران استفاده کرد؛ اگر و فقط اگر بتوان به فولادهای پر مقاومت و بتن های با قابلیت تحمل تنش های فشاری بالا دسترسی پیدا کرد.

او در به نتیجه رساندن ایده خود به کندی حرکت می کرد تا اینکه در سال ۱۹۲۸ توانست ایده خود را به ثبت برساند. اولین مقاله منتشر شده توسط او به شایستگی تحت عنوان "انقلابی در صنعت پل سازی" نام گرفت. تمامی مهندسان هم دوره او از آن به عنوان ایده ای نوظهور که هیچ گاه قابل تکرار نیست یاد می کردند.

در آن زمان افرادی همانند مگنل[۴] در بلژیک و هویر[۵] در آلمان به گسترش این سیستم و توسعه آن پرداختند و لزوم استفاده از این سیستم بعد از جنگ جهانی دوم پدیدار شد.

وجود ابزار و مواد مورد نیاز برای اجرای این سیستم اروپاییان را بر آن داشت تا جهانیان را در مسیر استفاده از این صنعت نوظهور قرار دهند. بعد از ساخت اولین پل بتنی پیش تنیده در آمریکای شمالی در سال ۱۹۵۱، از پیش تنیدگی در ساخت تانکرهای آب، لوله های تحت فشار و شمعها نیز استفاده شد.[۹]

از ایده ها وعقاید فریسینه برای گسترش بیشتر تکنولوژی پیش تنیدگی استفاده شد. پیش تنیدگی کامل بوسیله وارد کردن نیروی فشاری بسیار زیاد به المان بتنی برای حذف تنش های کششی که باعث ترک و تغییر شکل در بتن می شود، بدست می آید.

۱- Prestressed
۲- Jackson
۳- Eugene freyssinet
۴- Magnel
۵- Hoyer

نیروهای فشاری بوسیله رشته های با مقاومت بالا تعبیه شده در عضو بتنی و مهار آن، به بتن وارد می شود . از آنجایی که بتن های پیش تنیده به دلیل افزایش مقاومت فشاری قویتر می شود، توانایی سازه برای مقاومت در مقابل بارها افزایش می یابد. کاربرد تکنیک پیش تنیدگی به دلیل سطح مقطع کمتر مورد نیاز برای سازه باعث کاهش بار مرده در مقایسه با سازه های بتن آرمه مسلح می شود. فریسینه همچنین دو روش پیش کشیدگی[۱] و پس کشیدگی[۲] را که از انواع مهم سازه های بتنی پیش تنیده می باشد ارائه داد. بر پایه سیستم فریسینه[۳] الریچ فینستروالدر[۴] سیستم جدید پیش تنیدگی دایویداگ[۵] را اختراع کرد که به طور گسترده از سال ۱۹۴۰ در آلمان مورد استفاده قرار گرفت. استفاده از روش پیش تنیدگی با وجود تلاش بیشتر برای طراحی آن نسبت به بتن های مسلح معمولی محبوبیت خود را حفظ کرد.[۲۶]

امروزه استفاده از پیش تنیدگی در سازه های بتنی توسعه زیادی یافته است؛ زیرا از یک طرف این روش با کاهش ترک های موجود در بتن، عمر سازه ها را افزایش می دهد و از طرف دیگر کاهش قابل ملاحظه ای در مقدار بتن و میلگرد مصرفی بوجود می آید.

به علت وجود نیروی متمرکز در قسمت انتهایی اعضای پیش تنیده ناشی از پس کشیدگی اعمال شده توسط کابلها شرایط ویژه ای در مهارهای انتهایی این اعضا مشاهده می شود. یکی از اجزای تشکیل دهنده مهارهای انتهایی در اعضای پس کشیده گیره های مهاری می باشد. این گیره ها وظیفه انتقال نیروی کابلهای پیش تنیدگی به عضو بتنی را بر عهده دارند و به دلیل پیچیدگی هندسی و رفتار خاص این گیره ها تحت مقادیر بسیار زیاد نیروی پس کشیدگی، طراحی آن منوط به کمپانی های خاص ارائه دهنده این سیستم و مبتنی بر انجام تست ها و آزمایشات مکرر می باشد.

با توجه به گسترش روز افزون استفاده از پیش تنیدگی در سر تا سر دنیا، طبیعتاً کاربرد این سیستم در کشورمان نیز رو به رشد می باشد. از نمونه های بارز آن می توان به استفاده آن در پل سازی اشاره کرد. پل کارون ۲ در خوزستان نمونه ای از کاربرد پیش تنیدگی در کشور می باشد. با این وجود با توجه به شرایط خاص سیاسی و اقتصادی مشکلاتی در استفاده از این صنعت با ارزش در کشورمان وجود دارد.

همانگونه که اشاره شد گیره های مهاری[۵] که وظیفه انتقال نیروی کابلها به عضو بتنی را بر عهده دارد، دارای اهمیت ویژه ای در صنعت پس کشیدگی می باشد؛ اما تهیه و عرضه این گیره ها منحصر به کمپانی های خاص از جمله VSL، freyssinet ، MK4، Dywidag و . . . . می باشد. با توجه به انحصار تولید قطعات مذکور و وارداتی بودن این صنعت، مشکلاتی در استفاده از گیره های مهاری در سیستم های پس کشیده در کشور وجود دارد؛ که از نمونه های آن می توان به کمبود تنوع در انتخاب گیره ها، نبودن جک های هیدرولیکی مناسب و مرتبط با گیره های موجود، همچنین عدم جایگیری و سوار شدن مناسب گیره ها روی جک

۱- Pre-tension
۲- Post-tension
۳- Freyssinet
۴- Ulrich finsterwalder
۵- Anchorage