Archive of SID

ایده بتن پیش تنیده و انواع آن.جهت جبران ضعف کششی بتن

جواد طاهری[۱]، نگار اقبالی[۲] ، آرمان ختار[۳]

Mohamad.taherii1999@gmail.com

[۱]دانشجوکارشناسی

[۲] دانشجو کارشناسی

[۳] دانشجو کارشناسی ارشد

چکیده :

بتن که در حقیقت یک نوع سنگ ساخته دست بشر است، از مقاومت فشاری قابل قبول و مقاومت کششی بسیار پایین (در حدود ۱۰٪ مقاومت فشاری) برخوردار است. از طرفی در بسیاری از قطعات سازه ای، کشش مستقیم و یا کشش ناشی از خمش ایجاد می شود. به همین جهت برای جبران ضعف مقاومت کششی بتن، ایده ی بتن مسلح ابداع شده است. در این روش، در هر قسمت که قطعه ی سازه ای تحت کشش (کشش مستقیم یا کشش ناشی از خمش) قرار گیرد، از فولاد به عنوان یک ماده ی مقاوم در مقابل کشش ایجاد شده، استفاده میگردد. در این مقاله به طور مفصل درباره بتن پیش تنیده و کاربرد پیش تنیدگی صحبت خواهیم کرد. برای درک بهتر مفهوم بتن پیش تنیده باید گفت از آنجا که بتن در برابر فشار مقاوم بوده ولی در مقابله با کشش ضعیف می باشد شیوه جبران این ضعف، پیش تنیده کردن بتن می باشد که مقاومت بتن را در برابر کشش به خوبی افزایش می دهد. امروزه بتن پیش تنیده کاربرد بسیار زیادی در صنعت ساخت و ساز دارد. هدف اصلی از پیش تنیده کردن یک عضو بتنی محدود کردن تنش های کششی و ترک های ناشی از لنگر خمشی تحتتاثیر بارهای وارده در آن عضو می باشد .پیش تنیدگی اصلی عمومی است که در موارد دیگر نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

چکیده: بتن،مقاومت،خمش

مقدمه

ایده پیش تنیدگی در سال ۱۸۸۶ توسط یک مهندس آمریکایی به ثبت رسید ولی تقریبا نیم قرن زمان برد تا این فناوری جای خود را در صنعت ساختمان سازی پیدا کند. پس از پایان جنگ جهانی دوم و رشد صنعت فولاد و فناوری تولید بتن پرمقاومت، استفاده از پیش تنیدگی رواج پیدا نمود. اولین پل پیش تنیده در سال ۱۹۵۱ در کشور امریکا طراحی و اجرا شد.

معنای پیش تنیدگی

پیش تنیدگی زمانی ایجاد می شود که دو نوع مصالح تحت تنش به شکلی به یکدیگر متصل شوند که نیروی موجود در یکی به وسیله نیروی مخالف در دیگری خنثی شود.در گذشته از این روش در ساخت چرخ های درشکه استفاده می کردند. عامل یکپارچگی پره ها و طوقه چوبی درشکه، تسمه ای فولادی بود که به صورت داغ حول طوقه قرار داده می شد. با سرد شدن و منقبض شدن حلقه، مجموعه طوقه و پره فشرده شده و یکپارچه می گردید. یک مثال دیگر که نشان دهنده مفهوم پیش تنیدگی، بشکه های چوبی قدیمی است که کشش ایجاد شده در حلقه های فلزی به طور موثری قطعات چوبی را به یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

می فشارد تا مقاومت پایداری آن را افزایش دهند.در بتن پیش تنیده نیز با اعمال نیروی کششی به کابل ها که در بتن جاگذاری شده اند باعث می گردد تا در بتن نیروی فشاری ایجاد شود. پیش تنیده کردن بتن، به علت ضعف آن در مقابل تنش های کششی می باشد. وجود تنش های فشاری در بتن باعث خنثی شدن تنش های کششی ناشی از بارگذاری خمشی می گردد. این مفاهیم کاربرد اعضای بتنی کوچک تر و سبک تر را ممکن می سازد. بتن در فشار بسیار قوی می باشد ولی در کشش ضعیف است عموما از میلگردهای فولادی در بتن بعنوان آرماتورکششی استفاده می گردد تا مقدار ترک خوردگی را محدود کنند.در یک تیر بتنی معمولی (غیر پیش تنیده) که تحت بار ثقلی قرار دارد به واسطه خمش ایجاد شده در آن، پائین مقطع (زیر تار خنثی) به کشش افتاده و در بالا فشار ایجاد می کند. از آنجا که بتن در کشش ضعیف است پس از ترک خوردن بتن در مقابل تنش های کششی، فولاد موجود در زیر تار خنثی به کشش می افتد .این شرایط ممکن است حتی تحت اثر وزن خود تیر نیز اتفاق بیفتد.در پیش تنیدگی با اعمال تنشهای فشاری اولیه به المان های بتنی قابلیت باربری آن ها افزایش و نیاز آنها به میلگرد کاهش می یابد. تنشهای اعمالی به المان در این روش عکس تنشهای ناشی از بارهای سرویس وارده به عضو است در سیستم پیش تنیده بجای آرماتورهای معمولی از یکسری کابل (تاندون) های با مقاومت کششی بالا استفاده می گردد.که کابل ها تحت کشش زیادی قرار می گیرند و در دو انتهای تیر توسط گیره های مخصوص تثبیت می شوند.بدین ترتیب کابل های کشیده شده پس از رها شدن از کشش تمایل به جمع شدن و رسیدن به حالت اولیه داشته و لذا یک نیروی فشاری زیادی در قسمت زیرین تار خنثی در بتن ایجاد می شود که به تبع این نیرو در مقابل نیروی کششی که بواسطه بارهای ثقلی در بتن ایجاد می گردد قرار می گیرد. این کابل ها مقداری از نیروهای ناشی از بارهای ثقلی را خنثی نموده و مقطع قابلیت پذیرش بارهای بیشتری را دارد. بتن پیش تنیده را می توان به عنوان بتن پیش فشرده تعریف کرد.بدین معنی که قبل از آغاز بارگذاری، عضو بتنی تحت اثر تنش فشای قرار دارد. این تنش ها در نقاطی وارد می شود که در صورت عدم اعمال پیش تنیدگی، در این نقاط تنش کششی به وجود می آمد.در سالهای اخیر استفاده از روش پیش تنیدگی بسیار ساده تر و مؤثرتر و مصالح آن بهینه سازی شده اند. امروزه درصد بالائی از کل سازه های در حال احداث در سطح جهان با استفاده از این تکنولوژی ساخته می شوند. پیش تنیدگی در احداث ساختمانهای اداری و آپارتمانی مسکونی و تجاری، پارکینگ، استادیومهای ورزشی، تکیه گاههای خاک و مهار سنگی همچنین در پل سازی، ساخت مخازن بتنی و سازه های ویژه نظیر اسکله ها کاربردهای وسیعی پیدا کرده است.در عملیات تنیدگی، در وهله اول اول اجرای بتن خوب مد نظر می باشد. فعالیت های دیگر همچون جایگذاری شبکه آرماتور و کابل ها و کشیدن کابل ها در زمان مناسب می باشد.کنترل بتن پیش تنیده شامل بازرسی های معمول و روش های نظارتی برای دستیابی به بتن خوب و یکنواخت است. در سازه های پیش تنیده، از بتن با رده مقاومتی ۳۰ تا ۵۵ مگاپاسکال استفاده میشود. دانستن اطلاعاتی از خواص بتن در درک بهتر مزیت های پیش تنیدگی موثر است.بتن در برابر فشار بسیار مقاوم اما در برابر کشش ضعیف است. به طور مثال وقتی نیرویی کششی در مقطع آن عمل کند، ترک می خورد. به طور معمول در سازه های بتنی وقتی باری شبیه به خودرو در یک پارکینگ برروی دال بتنی و یا تیرها قرار گیرد، تیر تمایل به انحنا و خم شدن دارد. این تغییر شکل خمیدگی باعث می گرد پایین تیر اندکی دچار کشیدگی و ازدیاد طول شود.

معمولا همین مقدار اندک کشیدگی برای ایجاد ترک در بتن کافی می باشد. میل گردهای تقویتی barsمیلگردها در این حالت وقتی فقط به صورت مدفون در بتن قرار داده می شود به صورت نیروهایPssive عمل می نمایند و تا زمانی که خیز در بتن به مرحله قبل از ایجاد ترک نرسیده است نیرویی راتحمل نمی کند .اما Tendon یا همان فولادهای پیش تنیدگی به صورت نیروهای Active در سیستم عمل می نمایند. در سیستم پیش تنیدگی فولاد به عنوان عامل مقاوم و موثر عمل

www.SID.ir

می نماید. طوری که امکان بوجود آمدن ترک در بتن وجود نخواهد داشت. سازه های پیش تنیده حتی اگر تحت بارگذاری کامل قرار گیرند، طوری طراحی شده اند که کمترین خیز و ترک در سازه ایجاد نماید.

پیش تنیدگی چست؟

پیش تنیدگی عبارت است از ایجاد یک تنش ثابت و دائمی در یک عضو بتنی به نحو دلخواه و به اندازه لازم ، به طوری که در اثر این تنش ، مقداری از تنش های ناشی از بارهای مرده و زنده در این عضو خنثی شده و در نتیجه مقاومت باربری آن افزایش پیدا می کند.

بتن پیش تنیده روشی برای تولید یک مقطع مرکب و جبران ضعف کششی بتن است.که ایده اصلی آن با ایده ی بتن آرمه متفاوت می باشد.در مقطع پیش تنیده با ایجاد تنش های فشاری اولیه در مقطع بتنی،شرایطی فراهم می شود که تنش های کششی ناشی از خمش،تنش های فشاری اولیه را خنثی نموده و بدین ترتیب در مقطع با اصلا تنش، کششی ایجاد نشود، و یا تنش های کششی ایجاد شده اندک بوده و از مقاومت کششی بتن فراتر نرود.بنا بر این در مقطع بتن پیش تنیده،هیچ گونه ترک خوردگی مشاهده نخواهد شد.پیش تنیدگی به دو روش پیش کشیده و پس کشیده انجام می گیرد.در بتن پیش کشیده ابتدا کابل هایی که مقاومت بالا و با تنش تسلیم بین ۱۲۰۰MPa تا۲۰۰۰انتخاب می شوند.از داخل قالب عبور داد شده و سپس به مقدار دلخواه کشیده می شود و داخل قالب بتن ریزی شده و پس از میزان قابل ملاحظه ای از کابل آزاد می شود.و در بتن پس کشیده کابل های عبور داده شده از یک غلاف محافظ،به همراه غلاف در موقعیت مناسب در داخل قالب تعبیه شده و بت ریزی انجام می شود.

تاریخچه استفاده از بتن پیش تنیده

کاربرد مصالح و سازه های بتن پیش تنیده در ساخت و ساز مبحث نسبتا تازه ای می باشد. در گذشته به این دلیل که برای تهیه بتن از فولاد با مقاومت کمتری استفاده می شد که این امر باعث کاهش نیروی پیش تنیدگی بود، زیاد رایج نبود. اما در قرن بیستم میلادی برای اولین بار مهندسی فرانسوی برای تهیه بتن پش تنیده از فولاد با مقاومت بالاتری استفاده کرد که نتیجه مطلوبی به دست آورد. و از آن زمان به بعد بتن پیش تنیده گستردگی بیشتری پیدا کرده و استفاده از آن رو به رشد می باشد بتن پیش تنیده معمولا به صورت تیرچه کاربرد بسیار زیادی دارد.

فولاد و مفتول پیش تنیده

فولادهای استفاده شده در تهیه بتن و سازه‌های پیش تنیده با آلیاژهای متفاوتی از دیگر فولاد ها درست می شوند تا مقاومت لازم برای استفاده در تهیه بتن و سازه پیش تنیده را داشته باشند. فولادهای پیش تنیده بصورت سیم، رشته، کابل و میله درست می شوند و معمولا قطر کمتری همراه با سطح تماس خارجی بزرگتر دارند تا خاصیت چسبندگی با بتن بهتر باشد. مهمترین خاصیت و مشخصات فیزیکی فولادهای پیش تنیده بصورت زیر می باشد:

- داشتن مقامت لازم در مقابله با زنگ زدگی
- داشتن مقاومت کششی بالا به منظور امکان تنش زیاد در فولاد
- داشتن خاصیت خمیری برای تنش های بسیار بالا

www.SID.ir

مزایای بتن پیش تنیده

- انعطاف پذیر بودن سازه پیش تنیده:در بتن پیش تنیده بدون تغییر دادن مقاومت نهایی آن می توان سازه را با تغییر دادن مقداری از نیروی پیش تنیدگی انعطاف پذیر کرد.
- نداشتن ترک های بتنی و خیز به طرف پایین در سازه پیش تنیده:از خاصیت های مهم بتن پیش تنیده نداشتن ترک های دائمی می باشد که باعث دوام بیشتر سازه پیش تنیده در مقایسه با سازه های بتنی می شود و این کار به خصوص در محیطی با زمین خورنده و سازه های دریایی اهمیت بیشتری دارد.
- سرعت اجرای بالا
- قابلیت اجرا در دهانه‌های بالاتر تا ۹ متر

معایب بتن پیش تنیده

با تمام مزایایی که برای بتن پیش تنیده مطرح شد، این سازه ها معایبی نیز دارند که بیشتر جنبه اقتصادی دارند.
معایب سازه های پیش تنیده به طور خلاصه عبارت اند از:

- احتیاج به دانش فنی و مهندسی بالاتر در ساخت و تولید
- نیاز به بررسی و دقت بالاتر در تهیه و ساخت
- سخت و پیچیده بودن طراحی

سازه پیش تنیده

همان طور که بیان شد سازه های پیش تنیده [1]با ترکیب رشته ها و کابل های فولادی با بتن ساخته می شوند که کابل های فولادی در ابتدا تحت کشش قرار گرفته و در آخر نیروی فشاری خود را به بتن منتقل میکنند. و از آنجایی که مقاومت بتن در برابر فشار بسیار بیشتر از مقاومت آن در برابر کشش است اعمال این بار های خارجی به سازه ها موجب کاهش تنش کششی بتن می شود. در این حالت قابلیت تحمل بار سازه تحت فشار بسیار بیشتر از سازه مشابه بدون پیش تنیدگی است.

روش تحقیق

ساخت بتن پیش تنیده

برای ساخت سازه و بتن پیش تنیده ابتدا کابل های فولادی که در بین دو گیره قرار دارند توسط دستگاه مخصوصی کشیده می شوند و سپس بتن ریزی انجام می گیرد و بعد از سخت شدن بتن به اندازه لازم گیره ها آزاد می شوند که با این کار نیروی پیش تنیده ایجاد شده به عضو بتنی انتقال می یابد. به هنگام آزادسازی فولاد مفتول ها به صورت تدریجی رها می شوند تا نیروی پیش تنیدگی به نسبت آرام تری بر بتن وارد شود تا از وارد شدن ضربه به بتن جلوگیری کند.از بتن پیش تنیده در تولید بسیاری از سازه ها مانند تیرچه ها و دال های کف پیش تنیده استفاده می شود. این روش بیشتر در کارگاه

[1] (Prestressed Structures)

www.SID.ir

ها و کارخانه های تولید قطعات بتنی مورد استفاده انجام می گیرد که محصولات تولید شده به صورت پیش ساخته می باشند.

این فناوری می تواند بصورت پیش کشیدگی یا با استفاده از پس کشیدگی مورد استفاده قرار گیرد. فولاد مورد استفاده در این روش به شکل کابل وتندون است که رشته کلاف های فولادی را تشکیل می دهند. و در مواردی از میله های فولادی نیز می توان به عنوان جایگزین این رشته ها استفاده کرد. مفتول ها به روش کشش سرد و با اسفاده از فولاد آلیاژی با کربن بالا طراحی شده اند. قطر مفتول بطور معمول بین ۳-۷میلی متر و بصورت گرد و فشرده هستند تا بتواند استحکام بیشتری را از خود نشان دهد. در روش دیگر از بهم پیوستن تعدادی مفتول (که از رشته های بهم پیچیده تشکیل شده) که به دور یک مفتول مرکزی پیچیده شده، استفاده می شود. در این روش از دسته مفتول های ۷ تایی یا ۱۹ تایی بدین صورت که یک سیم در مرکز و بقیه به دور آن تنیده و پیچیده می شوند. دقیقا مشابه مفتول ها از کابل نیز به همین شیوه می توان استفاده کرد.

پیش کشیدگی [۲] در این روش برای ایجاد پیش کشیدگی، مفتول ها را در یک تکیه گاه فولادی محکم کرده و تا طول حداکثر ۱۲۰ متر پیش کشیدگی بوجود می آید. یک جک هیدرولیکی تنش های مورد انتظار برای ایجاد پیش کشیدگی را بوجود می آورد. معمولا ۱۰ درصد بیشتر از مقدار مورد انتظار را بعنوان خزش و کرنش اضافی نیز نظر می گیرند. پس از ایجادتنش ها قالب ها در اطراف مفتول ها قرار گرفته و بتن ریخته می شود.

پس از بتن ریزی بتن شروع به سفت شدن کرده و یک بتن مسلح قوی بوجود می آید. نیروی مورد نیاز برای ایجاد نیروی فشاری اضافی در بتن توسط جک ها و توسط مفتول ها اعمال می شود. پس از رسیدن بتن به یک مقاومت مطلوب و از پیش تعیین شده کابل های پیش تنیده از جک های هیدروبیکی آزاد می شود. مقاومت مطلوب بتن(۲۸ نیوتون بر میلی متر مربع) میتواند توسط عمل آوری بوسیله بخار و یا با استفاده از مواد افزودنی طی ۲۴ ساعت بوجود آید. همچنین برای ایجاد اعضا به طول کمتر می توان از صفحات جداکننده در طول عضو استفاده کرد وکابل ها را از محل صفحات قطع نمود. برای جلوگیری از وارد شدن ضربه به بتن در موقع انتقال نیروی پیش تنیدگی، باید این نیرو به طور آرام و تدریجی به بتن منتقل شود. همچنین قطعه بتنی باید بتواند به راحتی در روی بستر خود بلغزد تا جلوی به وجود آمدن نیروهای داخلی در اثر اصطکاک گرفته شود.

روش های انتقال نیروی پیش کشیدگی به بتن پیش تنیده

۱- روش مکانیکی: در روش مکانیکی از یک جک به عنوان تکیه گاه استفاده می شود.

۲- روش شیمیایی: در این روش برای تولید نیروی پیش تنیدگی در سازه ها از نوعی سیمان که خاصیت منبسط شدن دارد استفاده می کنند.

۳- روش حرارتی یا الکتریکی: در روش حرارتی به منظور افزایش طول کابل ها از جریان برق استفاده می شود طوری که با اتصال برق، کابل ها توسط گیره هایی کشیده شده و به تکیه گاه متصل می گردند و بعد از قطع کردن جریان برق کابل ها بتن ریزی می شوند و بعد از کسب مقاومت لازم بتن کابل ها آزاد می شوند.

(Pre-tentioned Concret) [2]

www.SID.ir

وسایل لازم برای تولید سازه پیش تنیده

۱- تکیه گاه و بستر مخصوص:تا جایی که امکان دارد برای ثابت نگه داشتن تنش در تندان ها از زمان بتن ریزی تا زمان قطع کردن فولادهای پیش تنیده، تندان ها باید کشیده شوند و به تکیه گاه مخصوص اتصال داده شوند.

۲- قالب مخصوص برای تولید سازه مورد نظر:قطعات پیش کشیده در برابر صدمه و رطوبت ناشی از بخار دادن به بتن و لرزش ناشی از ویبراتور باید مقاومت لازم را داشته باشند.

۳- ویبراتور لرزاننده قالب ها:ویبراتورها به قالب ها اتصال دارند و بر روی ریل هایی در دو طرف قالب سوار می شوند.

۴- جک مخصوص و پمپ هیدرولیک برای اعمال نیرو

۵- غلاف ها:این غلاف ها در محل تعیین شده قبل از بتن ریزی قرار می گیرند و معمولا از جنس پلی اتیلن می باشند، این غلاف ها باید به اندازه کافی محکم بوده تا به هنگام بتن ریزی تغییر شکل ندهند و همچنین به اندازه کافی نرم باشند تا قابلیت خم شوندگی طبق شعاع لازم را داشته باشند.

کاربرد بتن پیش تنیده

هدف اصلی بتن پیش تنیده داشتن قابلیت کنترل تنش های کششی و ترک های ناشی از لنگر خمشی در اثر بار های وارده به آن عضو می باشد. کاربرد بتن پیش تنیده در عضوهایی که تحت تاثیر خمش و یا کشش قرار دارند می باشد. ازجمله عضوهایی که تحت تاثیر خمش قرار دارند مانند دیوار های حائل و ستون ها و دال ها اسکله ها، تیرها، سقف پارکینگ ها و پل ها مخصوصا با طول دهنه های زیاد که در عمل با بتن معمولی قابل ساخت نیستند و بهتر است که در ساخت آن ها از بتن پیش تنیده استفاده گردد. و عضو هایی که تحت تاثیر کشش می باشند مانند لوله ها و مخازن آب می باشند.

از جمله کاربرد های بتن پیش تنیده می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- پارکینگ های طبقاتی:با استفاده از مواد پیش تنیده در ساخت پارکینگ ها به دلیل افزایش فاصله ستون ها در سیستم دال پس کشیده فضای گسترده تری ایجاد می شود تا اتوموبیل ها به راحتی پارک و جابجا شوند.
- بیمارستان ها و ساختمان های تجاری:علت قابلیت استفاده بیشتر این سازه ها در چنین مکان هایی فاصله زیاد ستون ها، سرعت اجرای بالاتر، کاهش وزن سازه در سیستم دال های پس کشیده می باشد.
- مجتمع های مسکونی:با در نظر گرفتن این که در مجتمع های مسکونی در هر طبقه تعداد زیادی واحد مسکونی وجود دارد طراحی می شوند لذا فاصله بیشتر ستون ها در این سیستم شرایط مناسبی را جهت معماری مجتمع مسکونی ایجاد می کند.
- پل ها:از جمله مهمترین دلایل ساخت پل ها به این روش می توان به مواردی نظیر جلوگیری از لرزش، ترک خوردگی، نفوذ پذیری بتن و سرعت اجرای بالا اشاره کرد.

سقف پیش تنیده

همچنان که در توضیحات بتن و سازه های پیش تنیده شرح داده شد در سیستم های سقف بتنی از آرماتور های عادی استفاده نمی شود در عوض کابل هایی که مقاومت کششی بالاتری دارند به کار می روند زیرا این کابل ها در فرایند تولید سازه های سقف پیش تنیده در ابتدا توسط گیره هایی در دو انتهای تیر تحت کشش زیادی قرار می گیرند که بعد از رها شدنشان نیروی فشاری زیادی را به بتن وارد می کنند..

www.SID.ir

اجرای سقف پیش تنیده

سازه ها و سقف های پیش تنیده بعد از تولید و انتقال به کارگاه آماده اجرا می باشند. نکته ی مهم در اجرای این نوع سقف ها این است که همانند مراحل تولید مرحله اجرا نیز به حساسیت بیشتر و گروه اجرای حرفه ای نیاز دارد. مراحل مختلف ارای این سقف ها به صورت زیر می باشد:

- قالب بندی
- اجرای مش بندی
- اجرای کابل کشی
- بتن ریزی
- کشش اولیه
- کشش نهایی

مزایای سقف پیش تنیده

- مزایای سقف پیش تنیده در معماری:با استفاده کردن از سقف پیش تنیده در ساخت و ساز امکان فراهم آوردن سهولت در طراحی نماهای مختلف، شرایط مناسب برای پارتیشن بندی فضاها، انعطاف بیشتر در عبور تاسیسات و ادوات ساختمانی، ایجاد دهانه های بلند تر و تعداد ستون کمتر برای معماران را فراهم می آورد.
- مزایای سقف پیش تنیده در سازه های مختلف:سقف پیش تنیده به دلیل به کار رفتن کابل های بسیار مقاوم در آن و به دنبال آن اعمال نیروی پیش تنیده زیاد به بتن در سازه های مختلف مزایایی نظیر کاهش وزن ساختمان، کاهش مصالح مصرفی، کاهش ضخامت دال ها، کاهش ضخامت تیر های بتنی و کنترل تغییر اشکال را در بر دارد.
- مزایای سقف پیش تنیده به لحاظ اقتصادی:علت اصلی مقرون به صرفه بودن سقف های پیش تنیده و به طور کلی سازه های پیش تنیده استفاده کمتر از آرماتور و بتن مصرفی، کاهش ارتفاع طبقات و ساختمان می باشد که بسیار مورد توجه قرار می گیرند.

معایب سقف پیش تنیده

- هزینه زیاد حمل و نقل
- نیاز بودن به گروه متخصص در اجرا
- نیاز به دقت اجرای بالاتر
- هزینه ساخت زیادتر
- نیاز به جرثقیل بزرگتر برای حمل و نقل قطعات
- نیاز به دقت و دانش فنی بالا به هنگام ساخت
- طراحی پیچیده تر
- پر خطر بودن تخریب سقف

www.SID.ir

Archive

انواع و الزامات بتن پیش تنیده

بتن مقاومت کششی بالایی ندارد و در برابر تنش‌های کششی از خود ضعف نشان می‌دهد. بتن پیش‌تنیده، بتنی است که در آن با استفاده از کشش تاندون‌ها و یا میلگردهای فولادی، در بتن تنشی فشاری ایجاد می‌کنیم تا در هنگامی که به بتن تنش کششی وارد می‌شود، به مقابل با آن برخاسته و آن تنش را خنثی کند. به این وسیله در واقع مقاومت کششی بتن را افزایش می‌دهیم. اما همه‌ی بتن‌های پیش‌تنیده شبیه هم نیستند و این نوع بتن خود انواع مختلفی دارد. بتن پیش‌تنیده را می‌توان به دو بخش اصلی تقسیم کرد:

- بتن پیش‌تنیده‌ی پیش‌کشیده[۳]
- بتن پیش‌تنیده‌ی پس‌کشیده[۴]

بتن پیش‌تنیده‌ی پیش‌کشیده خود به دو نوع پیش‌کشیده‌ی خطی[۵] و پیش‌کشیده‌ی مدور[۶] تقسیم می‌شود.

– **بتن پیش‌تنیده‌ی پیش‌کشیده**

در این نوع بتن، تاندون‌ها، کابل‌ها و یا میلگردهای فولادی در محل مورد نظر قرار می‌گیرند؛ سپس پیش از بتن‌ریزی به وسیله‌ی ابزار مخصوص کشیده می‌شوند و به آن‌ها تنش وارد می‌شود. سپس بتن‌ریزی صورت می‌گیرد و بتن تاندون‌ها را در بر می‌گیرد و به یکدیگر می‌چسبند. پس از آن که بتن به صورت کامل سخت شد، تاندون‌ها رها می‌شود و به مرور کوتاه شده و به طول اصلی خود برمی‌گردند. این کوتاه شدن تاندون‌ها تنشی فشاری ایجاد می‌کند که از طریق چسبندگی بین تاندون و بتن، به بتن منتقل می‌شود. این تنش در نهایت منجر به بالا رفتن مقاومت کششی بتن می‌گردد.

مزیت های این نوع سقف :

،سرعت اجرای بالانیاز به قالب بندی در کارگاه نیست و در هزینه های مربوط به خرید .قالب و قالب بندی صرفه جویی می شود

ضوابط و الزامات

۱- از سیستم های شناخته شده در سراسر دنیا، سقف های ساخته شده از دال های هالوکور[۷]از انواع بتن آرمه معمولی و بتن آرمه پیش تنیده می باشد و جزو سقف های نیمه سنگین تا سنگین محسوب می شوند.

۲- استفاده از این نوع سقف تنها در ساختمان های با اسکلت بتن مسلح مجاز می باشد.

۳- بارگذاری ثقلی و لرزه‌ای سیستم سازه‌ای حاصله به ترتیب باید براساس آخرین ویرایش مبحث ششم مقرات ملی ساختمان ایران با عنوان بارهای وارد بر ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران اعمال گردد.

۴- طراحی، ساخت و اجرای دال های هالوکور از نوع بتن آرمه معمولی باید بر مبنای آخرین ویرایش دستورالعمل طراحی Manual for the Design of Hollow Core Slabs PCI ، ضمن درنظر گرفتن ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران با عنوان طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه انجام پذیرد.

– **بتن پیش تنیده‌ی پس کشیده**

---

۳ (Pre-tensioned concrete)
۴ (Post-tensioned concrete)
۵ (Linear pre-tensioning)
۶ (Circular pre-tensioning)
۷ (Hollow Core Slabs)

www.SID.ir

نوع دیگر بتن پیش تنیده، نوع پس‌کشیده است. در این نوع بتن، تاندون‌ها و یا کابل‌های فولادی پس از سخت شدن فولاد کشیده می‌شوند. البته باید اطمینان حاصل شود که بتن به مقاومت مورد نظر رسیده و می‌تواند تنشی که از کشیده شدن این کابل‌ها به آن وارد می‌شود را تحمل کند. در این روش، پیش از بتن‌ریزی، تاندون‌ها را به وسیله‌ی گریس یا مواد روغنی می‌پوشانند تا بین بتن و تاندون چسبندگی‌ای به وجود نیاید. یک روش دیگر برای جلوگیری از چسبیدن بتن به تاندون‌ها، پوشاندن تاندون‌ها به وسیله‌ی پوشش‌های فلزی انعطاف پذیری است که به عنوان غلاف یا داکت برای تاندون‌ها و کابل‌ها عمل می‌کند. پس از این وارد شدن تنش کششی بر تاندون، فضای خالی میان تاندون و پوشش فلزی با گروت پر می‌شود. بدین ترتیب بین تاندون‌ها و بتن چسبندگی به وجود می‌آید و از خوردگی فولاد پیش‌گیری می‌شود.

الزامات سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده

۱- نظر به اینکه سیستم سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده عمدتاً بصورت دال تخت کاربرد دارد، لذا بر اساس توصیه بند ۵-۸-۳-۲ آئین نامه ۲۸۰۰ ایران،در زمان استفاده از سیستم دال های تخت و ستون، ارتفاع ساختمان به ۱۰ متر یا حداکثر ۳ طبقه محدود می شود .در غیر این صورت استفاده از دیوار های برشی بتن آرمه الزامی خواهد بود.

۲- استفاده از این سیستم با توجه به بند ۱ فوق در کلیه پهنه های لرزه خیزی ایران بلامانع است.

۳- ضوابط طراحی و اجرای سیستم سقف بتنی پیش تنیده پس کشیده باید براساس آئین نامه ACI 318 آئین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده موضوع نشریه شماره ۲۵۰سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور که بخش الحاقی آیین نامه بتن ایران (آبا)می باشد، انجام شود.

نتیجه:

وقتی صحبت از احداث ساختمان‌هایی می‌شود که بتواند انواع نیروهای سنگین را تحمل کند، به راحتی می‌توان به سراغ بتن رفت. بتن مطمئناً یک مصالح ساختمانی بسیار قوی است اما برخی از انواع بتن حتی قوی‌تر از بقیه هستند. بتن پیش تنیده یکی از بهترین انواع بتن است که کاربردهای فراوانی دارد. عناصر بتنی پیش تنیده معمولاً در کارخانه به صورت پیش ساخته تولید شده و سپس به محل ساخت و ساز حمل می‌شوند.قبل از آنکه بتن ریزی انجام شود، آرماتورها کشیده می‌شوند و تا زمان سخت شدن بتن، به حالت کشیده باقی می‌مانند. سپس نیروی جمع شدگی آرماتورها آزاد می‌شود تا به فرآیند ساخت شدن بتن در طول زمان کمک کند. این بتن یک راهکاری اساسی محسوب می‌شود زیرا می‌تواند مشکلات بسیاری را در حوزه عمرانی برطرف کرد.

یکی از روش‌های افزایش دهانه سقف‌ها پیش تنیده کردن دال بتنی است. سقف های پیش تنیده یکی از سقف‌هایی است که به طور گسترده برای ساختمان‌هایی با دهانه‌های بلند استفاده می‌شود.

بتن پیش تنیده بتنی است که در آن تنش‌های داخلی به روشی از پیش تعیین شده ایجاد می‌شود.

با این امر تنش‌های ناشی از بارگذاری خارجی با تنش‌های داخلی بتن متعادل می‌گردد. ایجاد این تنش‌های داخلی به وسیله کشش فولاد تقویت کننده (آرماتور یا کابل) حاصل می‌شود.

در سقف بتنی پیش تنیده معمولا به جای آرماتورهای معمولی از یک سری کابل یعنی تاندون‌های با مقاومت کششی بالا استفاده می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تمام هدف پیش تنیدگی این است که سازه پیش از بارگذاری نسبت به بار وارده مقاوم شود و مقداری تنش فشاری در آن ایجاد شود تا در برابر تنش های کششی که بعدا هنگام بارگذاری ایجاد خواهد شد مقاوم گردد.

به طور کلی پیش تنیدگی به دو روش زیر انجام می‌شود:

۱) پیش تنیده پیش کشیده

۲) پیش تنیده پس کشیده

www.SID.ir

منابع

مستوفی نژاد،داوود.کتاب سازه های بتن آرمه،جلد اول،ویرایش سوم،
محمودزاده کنی، ا. مطالعات بتن پیش تنیده، دانشگاه تهران، .۱۳۸۴
رفیع زاده،احمد؛دشتی رحمت آبادی ،محمد علی .بتن پیش تنیده و کاربرد آن.۱۳۹۶؛اولین کنفرانس ملی رویکردهای نو در مهندسی عمران ،معماری و شهرسازی.
صدرالساداتی، سیدعلی،۱۳۹۴،بتن پیش تنیده،سومین کنگره بین المللی عمران ، معماری و توسعه شهری،تهران
هورست، ام. کی. طراحی بتن پیش تنیده، میرفخرایی، سید فرهاد.۱۳۸۸.چاپ اول.انتشارات عمران.
طاخونی،شاپور.طراحی پل(پل های بتن مسلح.فولادیف و پیش تنیده)۱۳۸۸.چاپ هشتم.موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
خالو،علیرضا.طراحی سازه های بتنی پیش تنیده.۱۳۹۶.چاپ دوم.دانشگاه صنعتی شریف موسسه انتشارات علمی
زندی ، یوسف.سهرابی فقاسم.تکنولوژی پیشرفته بتن.۱۳۸۸

- https://bpta.ir/prestressed/
- ۰۴/۰۲/۱۳۹۷ ، کلینیک بتن ایرانhttps://www.clinicbeton.ir/ArticleDetail/
- http://www.irpci.ir/
- Keerthi Yash . https://www-quora-com.translate.goog/What-is-the-concept-of-prestressed-concrete-pre-tensioning-or-post-tensioning?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fa&_x_tr_hl=fa&_x_tr_pto=op,sc
- Engineering Motivehttps://www-constructioncivilengineering-com.translate.goog/prestressed-concrete.html?_x_tr_sch=http&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fa&_x_tr_hl=fa&_x_tr_pto=sc
- Civil Lead.https://www-civillead-com.translate.goog/prestressed-concrete/
- Plain Concrete. Giovanni Plizzari, Sidney Mindess, in Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete (Second Edition), 2019
- What Is Prestressed Concrete? FEB 02, 2022 https://mtcopeland-com.translate.goog/blog/what-is-prestressed-concrete

www.SID.ir