

روشهای اجرایی ساختمان

محمد حسین ضیائی

بهار ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

انواع سیستم اجرای سقف

سقفهای تیرچه بلوک (تیرچه بتنی)

سقفهای تیرچه یونولیت (تیرچه بتنی)

سقفهای تیرچه بلوک کرمیت (تیرچه فلزی)

گروه سقفهای تیرچه بلوک



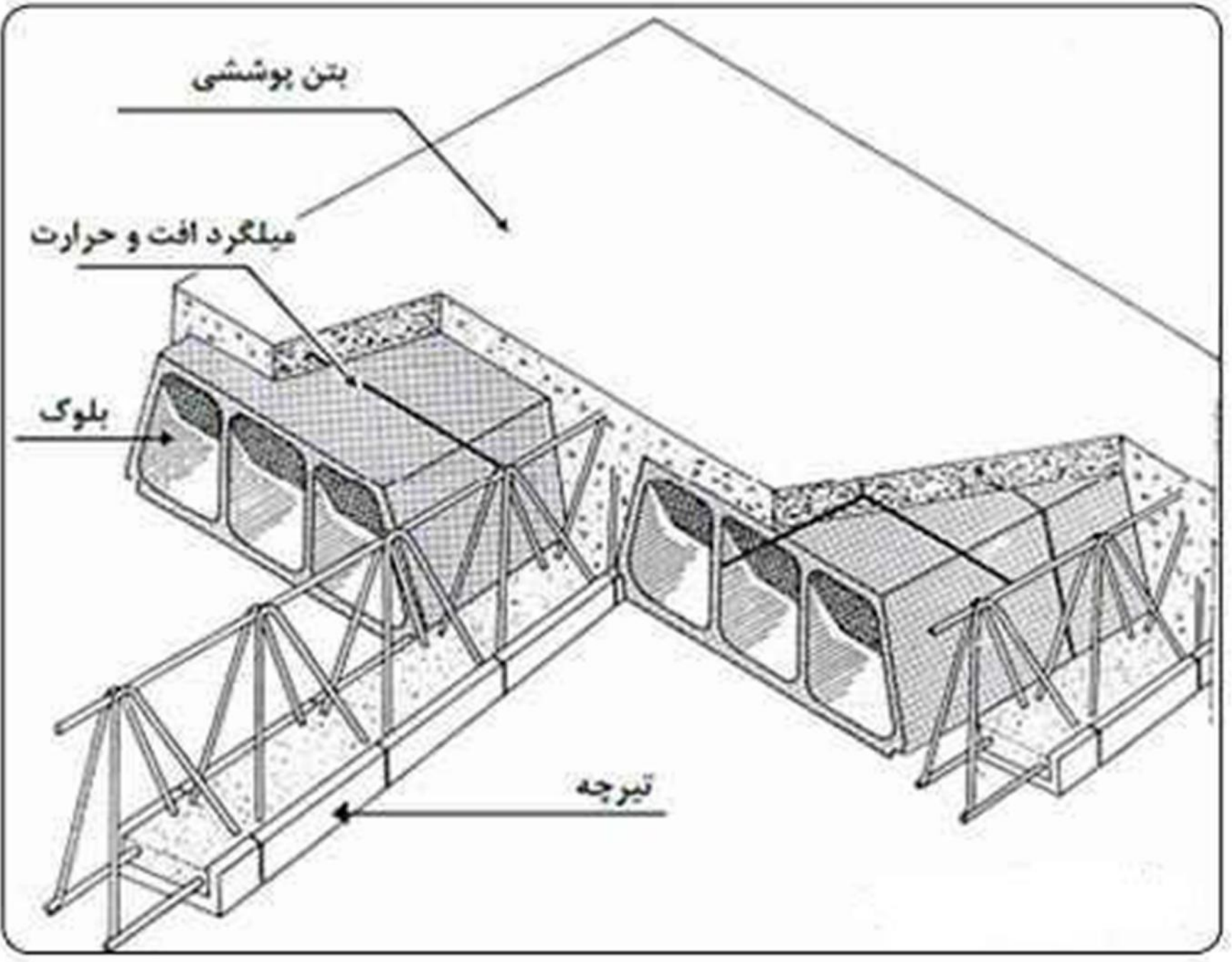
سقف تیرچه بلوک و تیرچه یونولیت (باتیرچه بتنی)

(Joist- Block deck with concrete joist)

این روش از رایج ترین اجرای سقف هاست که امروزه نیز بطور وسیعی در صنعت ساختمان سازی مورد استفاده قرار میگیرد.

اجرای این سیستم عبارتند از:

- ۱) تیرچه بتنی
- ۲) بلوک سیمانی یا سفالی یا یونولیتی
- ۳) میلگرد افت و حرارت
- ۴) میلگردهای تقویتی
- ۵) بتن پوشش رویه



الزامات سقف تیرچه بلوک

- در تمامی سقفها ، میلگرد افت و حرارت با قطر 6^{mm} کفایت میکند ، چنانچه فاصله آکس تا آکس تیرچه ها تا 50^{cm} باشد درجهت تیرچه ها بین هر دو تیرچه یک عدد چنانچه بیش از 50^{cm} باشد، دو عدد میلگرد حرارتی مورد نیاز است. میلگردهای حرارتی درخلاف جهت تیرچه ها هر 25^{cm} یک عدد می بایستی اجرا گردد.

- میلگرد تقویت ممان منفی تیرچه ها حداقل میبایست سطح مقطعی معادل 15% سطح مقطع میلگردهای کششی همان تیرچه را دارا باشد و طول آنها از هر طرف یک پنجم طول تیرچه باشد.

- در سقفهای با بار زنده کمتر از $350^{kg/m^2}$ و در دهانه های زیر 4^m نیازی به کلاف میانی (Tie Beam) نمی باشد و در دهانه های بین 4^m تا 3^m ، یک کلاف میانی و در دهانه های بیش از $5/3^m$ دو کلاف میانی مورد نیاز است. (حداقل سطح مقطع کل میلگردهای طولی کلاف میانی باید برابر نصف سطح مقطع میلگرد کششی تیرچه باشد).

- در سقفهایی که بار زنده بیشتر از $350^{kg/m^2}$ باشد ، در دهانه زیر 4^m یک کلاف میانی و در دهانه بین 4^m تا 7^m دو کلاف میانی و در دهانه های بیش از 7^m به سه کلاف میانی مورد نیاز است (در تمامی این اطلاعات حداقل سطح مقطع کل میلگردهای طولی کلافهای میانی باید برابر کل سطح مقطع میلگردهای کششی تیرچه باشد).

در سقفهایی که خیز مطرح نباشد، تا دهانه ای معادل ۳۲ برابر ضخامت سقف، از این سقفها می توان استفاده نمود. اما اگر خیز مطرح بوده و تیرهای اسکلت دارای تکیه گاه گیردار باشند، حداکثر دهانه مجاز ۲۶ برابر و در صورت تکیه گاه ساده حداکثر ۲۰ برابر ضخامت سقف می باشد.

ویژگی های سیستم سقف تیرچه بلوک

- از نظر اقتصادی نسبتاً مقرون به صرفه (خصوصاً در دهانه های کوچک)
- به دلیل شمع بندی در حین اجرا این سقف لرزش کمتری نسبت به سقفهای کرومیت و کامپوزیت دارد.
- تامین نسبی عایق بندی حرارتی (در صورت استفاده از بلوکهای پلی ایستایرن)
- وزن نسبتاً بالا در صورت استفاده از بلوک سفالی (با ضخامت ۳۰m حدود ۳۲۰ kg/m^2)
- دارای قابلیت تولید و عرضه گسترده در کشور
- عدم نیاز به نیروی کار ماهر و یا تجهیزات خاص

نکته - امروزه استفاده از بلوکهای یونولیتی رواج گسترده ای در ساخت سقفها پیدا کرده است . گرچه استفاده از این بلوکها، کمک قابل توجهی به عایق بندی حرارتی سقف و کاهش وزن آن میکند ولی لازم است که ضوابط استفاده از آنها در سقف رعایت شود



چند مورد مهم از این ضوابط عبارتند از:

- تنها استفاده از انواع کندسوز شده بلوک پلی استایرن منبسط شده مجاز بوده و استفاده از انواع غیر کندسوز ممنوع است.
- حداقل مقاومت بلوکهای تولیدی در برابر بارهای حین اجرا باید برابر با ۲۰۰ کیلوگرم به ازای هر ۳۰ سانتیمتر طول بلوک باشد. (در صورت تولید مناسب، بلوکهای با عرض ۵۰ و ارتفاع ۲۵ سانتیمتر و دانستیتته حدود ۱۳-۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب برای کسب این مقاومت مناسب است.)
- برای حفاظت از بلوک سقفی پلی استایرن و جلوگیری از برخورد مستقیم هرگونه حریق احتمالی با بلوک لازم است تا زیر سقف بوسیله پوشش مناسب محافظت شود. پوشش باید به تیرها و تیرچه متصل و مهار گردد. اتصال مستقیم به بلوک پلی استایرن (مانند گچ کاری مستقیم بر روی بلوک بدون استفاده از اتصالات مکانیکی) به تنهایی قابل قبول نیست.
- انواع پوششهای مورد پذیرش عبارتند از: پوشش گچ یا پوششهای محافظ گچ-پرلیت یا گچ-ورمیکولیت یا تخته گچی به ضخامت حداقل ۱/۵ سانتیمتر که به نحو مناسب و مستقل از بلوک (همانند رابیتس) به سقف سازه ای مهار شده باشد.

سقف تیرچه بلوک کرمیت (تیرچه فولادی با جان باز)

(kormit-Joist-Block deck with-steel joist)

امروزه تیرچه های کرومیت بعنوان یکی از گزینه های مناسب در مواردی که زیر بنا کم بوده و بتوان چند سقف را باهم بتن ریزی نمود، شناخته می شود. این نوع سقف از سقفهای تیرچه فولادی باجان باز در ترکیب با بتن محسوب شده و دارای اجزای زیر است:

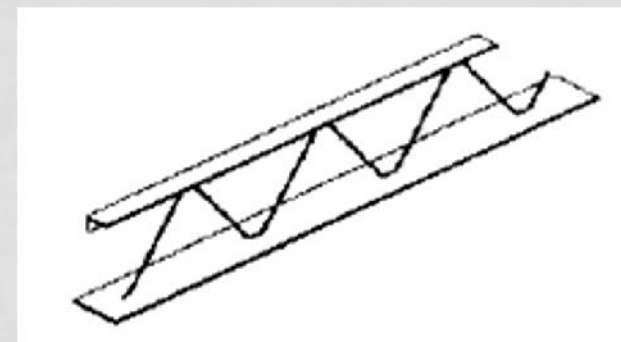
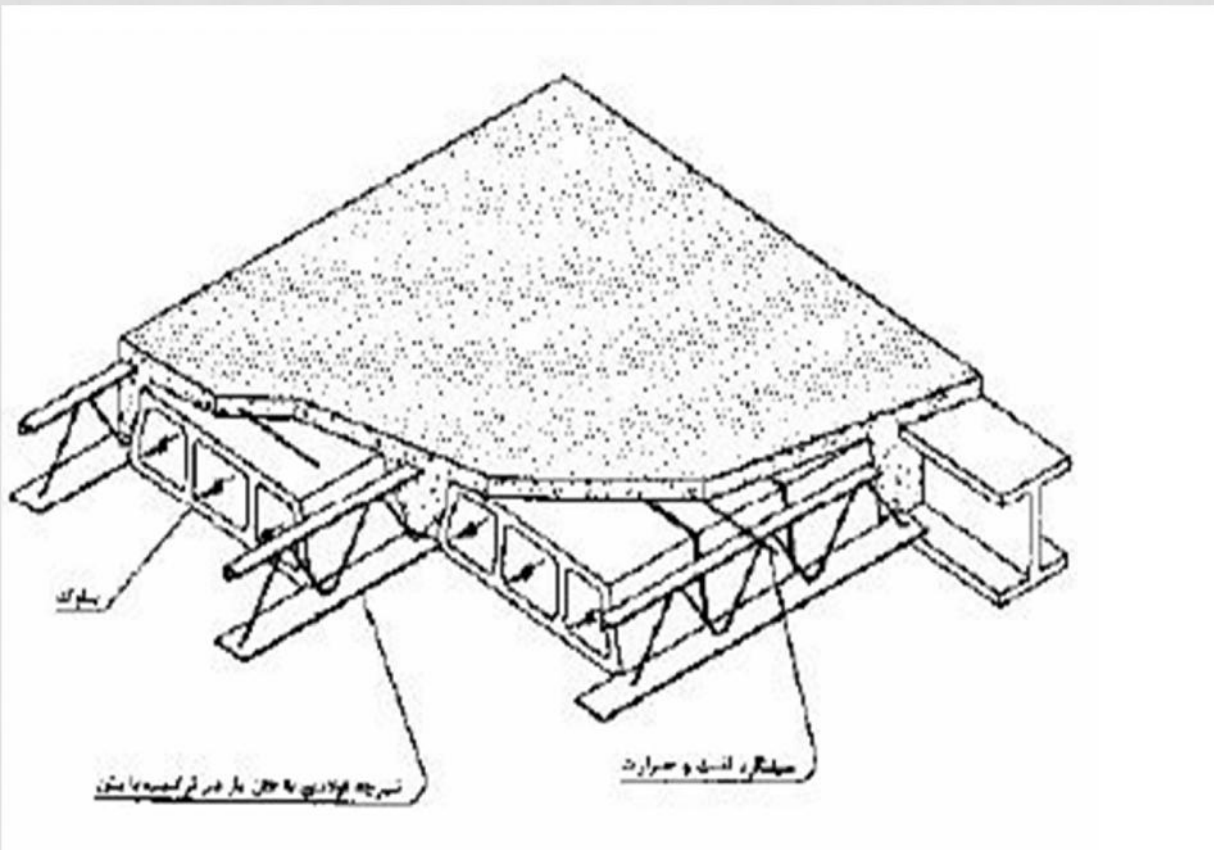
۱. تیرچه فولادی با جان باز

۲. بلوک

۳. میلگرد افت و حرارت

۴. کلاف عرضی

۵. بتن پوششی درجا



تیرچه های فولادی با جان باز شامل بال تحتانی، اعضای قطری و بال فوقانی می باشد که اعضای پیش ساخته ای هستند که بصورت خرپاهای ویژه دو سر ساده ای برای توزیع یکنواخت بار سقف به تکیه گاه ها بکار میروند. (بال تحتانی تیرچه بعنوان عضو کششی خرپا عمل میکند) در سقف حاصله ، بال فوقانی و جان تیرچه ها در بتن محاط بوده و بصورت یکپارچه بعنوان یک مقطع شکل بتن آرمه عمل می نماید . برای اجزای T مرکب پرکننده میتوان از قالب های دائم مانند بلوک سفال ، سیمانی یا قطعات سبک و از قالبهای موقت استفاده نمود.

الزامات سقف تیرچه بلوک کرومیت

- در کلیه دهانه های سقف کرومیت اجرای کلاف میانی (Tie Beam) ضروری میباشد که شامل دو میلگرد به قطر حداقل 12 mm است یک میلگرد روی بال تحتانی و یک میلگرد زیر بال فوقانی به موازات هم بصورت عمود بر تیرچه ها به آنها جوش می شود و در دهانه های بالای 3 m کلافهای میانی حتما باید با بتن اجرا گردند . در دهانه های کوچکتر از $5/3$ متر یک کلاف و در دهانه بین $5/3$ تا $7/8$ متر دو کلاف و در دهانه بیش از $7/8$ متر سه کلاف میانی مورد نیاز است.

- فاصله آزاد تیرچه ها نباید از 75 cm تجاوز نماید.
- عرض بال تحتانی تیرچه در حالت استفاده از بلوکهای سفالی یا بتنی نباید کمتر از 12 cm و $2/7$ ضخامت سقف باشد. در حالت بلوک پلی استایرن این عرض نباید کمتر از 14 cm و $2/7$ ضخامت سقف باشد.

- ضخامت دال بتنی نباید از $1/12$ فاصله از تیرچه و 5 cm کمتر باشد.



- ضخامت ورقها ، نبشی ها و پروفیل هایی که جوشکاری میشوند ، نباید از 3 mm کمتر باشد .

- سطح مقطع اعضای قطری تیرچه نباید از $T \cdot 0.0015b_m$ کمتر اختیار شود . (b_m : عرض متوسط جان مقطع T : فاصله دو قطری متوالی)

- میلگرد افت و حرارت با قطر 6 mm کفایت

- میکند که تعداد این میلگردها در خلاف جهت تیرچه ها هر 25 cm یک عدد می باید اجرا گردد.
- در تیرچه های فولادی با جان باز استفاده از میلگردهای A3 (با آجهای به شکل ۷ و ۸) ممنوع است) فقط باید از میلگردهای صاف و یا آجدار A2 (با آجهای فنی شکل) استفاده نمود.

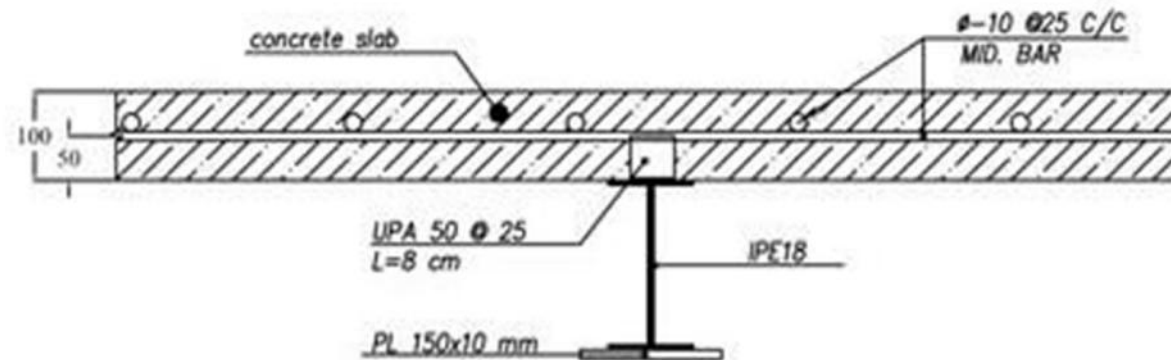
نکته- از آنجاییکه اجرای سقفهای کرومیت بدون شمع بندی صورت می گیرد، هرگونه بی دقتی در در طراحی و تولید و اجرای این نوع سقفها ممکن است به ریزش سقف یا شکم دادن تیرچه ها منتهی شود.

ویژگی های سقف کرمیت

- چنانچه زیربنای هر سقف 120 m^2 یا کمتر باشد و سازه فاقد دیواره برشی باشد ، به دلیل اجرای همزمان دویا سه سقف معمولا اجرای این سقف مقرون به صرفه خواهد بود.^۱
- سرعت اجرایی بالاتری نسبت به تیرچه بتنی دارد.
- اجرای سقف کاذب ضروری نیست.
- وزن نسبتا متعادل دارد (به نسب سقف تیرچه بلوک سنتی). (حدود 290 Kg/m^2)
- دارای لرزش بیشتر نسبت به تیرچه بتنی است (بدلیل عدم اجرای شمع بندی)

گروه سقفهای کامپوزیت

سقف کامپوزیت فولادی Composite Steel Deck



سقفهای کامپوزیت سقفهایی هستند متشکل از فولاد و بتن. برای اینکه یکپارچگی سقف رعایت شود از برشگیر(نبشی) استفاده می شود که با بتن درگیر می شود. میلگردهایی که روی سقف کامپوزیت قرار دارند، میلگردهای حرارتی هستند که در جهت مخالف با تیرهای فرعی باعث یکپارچه شدن بتن و درگیری با سقف کامپوزیت می شوند و با جوش دادن به تیرهای فرعی مانع ترک خوردن بتن می گردند. در قالب بندی این سقفها معمولا از تخته کوبی استفاده می شود و باید از شمع های نگهدارنده در زیر قالب ها استفاده گردد. در صورت نیاز می توان لوله های تاسیساتی را از زیر سقف کامپوزیت و از تیرهای لانه زنبوری عبور داد.

لازم به ذکر است سقف کامپوزیت از برخی سقفهای تیرچه بلوک، سبکتر و از برخی سنگین تر می باشد.
جدول زیر وزن هر مترمربع سقفهای کامپوزیت را نشان می دهد:

نمره تیر آهن های فرعی							ضخامت بتن (cm)
24	22	20	18	16	14	12	
215	211	208	205	202	200	198	8
262	258	255	252	249	247	245	10

های اجرایی سقفهای کامپوزیت

- عموماً سقف های کامپوزیت وزنی سبک دارد .
- سقف های کامپوزیت سرعت اجرای بالاتری نسبت به سقف های تیرچه بلوک دارد.
- به کاذب کاری نیاز دارد و نسبت به سقفهای تیرچه بلوک گرانتر است .
- سقف کامپوزیت بدلیل داشتن لرزش گزینه مناسبی برای سقف نمی باشد مگر اینکه به هنگام بتن ریزی زیر تیر آهنهای فرعی و اصلی شمع بندی کامل شود که در اینصورت اجرای همزمان چند سقف منتفی می شود .

سقف پیش تنیده پس کشیده (POST-TENSION SLABS)

در روش پس کشیدگی، کابل های فولادی، در قالب جایگذاری می شوند. پس از بتن ریزی و گیرش کافی مقاومت بتن، کابل ها کشیده و با مهاربند مهار می شود. سیستم های پس کشیدگی شامل روش های غیر چسبنده (عدم تماس مستقیم فولاد کابل با بتن بواسطه پوشش پلی اتیلن) و روش چسبنده چند رشته ای (BONDED) (تماس مستقیم کابل با بتن از طریق گروت ریزی در داکت) می باشد.



سیستم چسبیده

مقاومت بیشتر مقطع در حالت حدی نهایی

مستقل بودن نیروی پیش‌تنیدگی از مهار انتهایی بعد از تزریق گروت

میانگین مصرف کابل: ۴/۵۰ کیلوگرم در هر متر مربع سقف

میانگین مصرف آرماتور: ۹ کیلوگرم در هر متر مربع سقف



سیستم چسبیده

مقایسه سیستم‌های چسبیده و نچسبیده

سیستم نچسبیده

امکان ایجاد خروج از مرکزیت بیشتر برای کابلها

افت کمتر در نیروی پیش‌تنیدگی

عدم نیازه تزریق گروت

سرعت اجرای بالاتر

هزینه کمتر

میانگین مصرف کابل: ۲/۷۵ کیلوگرم در هر متر مربع سقف

میانگین مصرف آرماتور: ۶ کیلوگرم در هر متر مربع سقف



سیستم نچسبیده

مهاری‌های انتهایی (Live End) بعد از بتن ریزی

اجزای سیستم عبارتند از :

کابل استرندهای فولادی

غلاف (در روش Bonded)

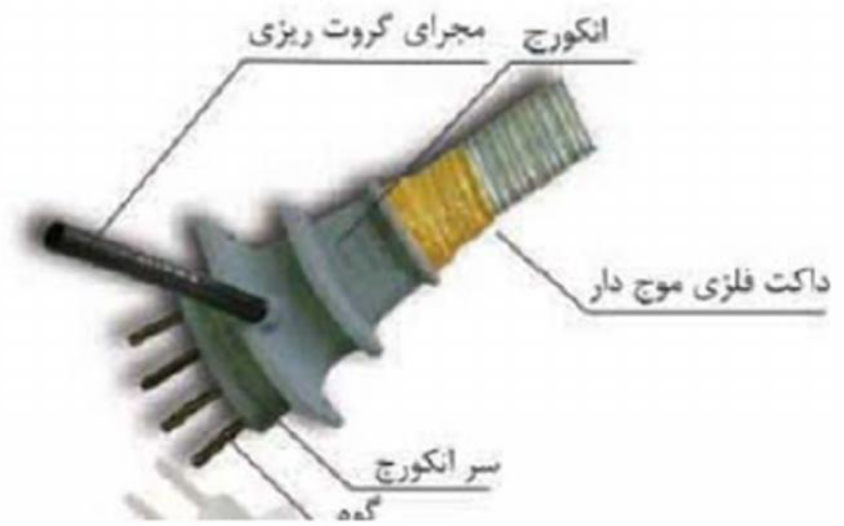
انکورج (شیپوری)

تکیه گاه پیازی (dead end)

بتن

گروت (در روش Bonded)

جک



جک کشش تک رشته



جک کشش چند رشته

الزامات سیستم سقف پیش تنیده پس کشیده

- رعایت حداقل رده بتن C30 در این سیستم الزامی است.

- مقاومت گسیختگی تضمین شده انواع فولادهای پیش تنیده بین 1200 تا 2200 N/mm^2 می باشد.

- محافظت کابل ها در برابر زنگ زدگی بسیار مهم بوده و باید توسط دو غاب سیمان (گروت) پس از کشش آنها محافظت شود.

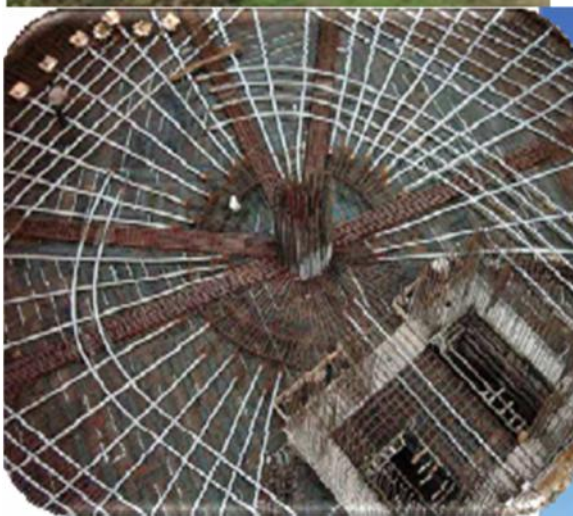
- استفاده از این سیستم در دهانه های بیشتر از 7 م^{توجه اقتصادی دارد.}



- در استفاده از دال های تخت در نظر گرفتن تمهیدات لازم به منظور کنترل برش سوراخ کننده (punch) بسیار حائز اهمیت است.
- در صورت استفاده از سیستم دال های تخت و ستون، ارتفاع ساختمان به 10^m یا حداکثر ۳ طبقه محدود می شود. در غیر اینصورت استفاده از دیوار برش بتن آرمه الزامی خواهد بود.
- ضوابط طراحی و اجرای آن باید بر اساس آیین نامه ACI318 و نشریه ۲۵۰ سازمان مدیریت انجام شد.
- توجه به مساله افت در اعضای پیش تنیده پس کشیده بسیار حائز اهمیت بوده و محاسبه پیش بینی مقدار آن ناشی از موارد زیر باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد:
 - افت نیروی پس کشیدگی به جهت اصطکاک بین کابل و غلاف
 - افت بدلیل لغزش مهار انتهایی و فرو رفتن گوه گیرداری
 - افت به جهت شل شدگی فولاد-کهولت کرنش
 - جمع شدگی بتن و انقباض آن

ویژگی های سیستم

- امکان ایجاد دهانه های بزرگ و وجود ستون های کمتر در سازه (انعطاف پذیری بیشتر در طراحی)
- کاهش ضخامت سقف و در نهایت کاهش ارتفاع کل ساختمان یا ازدیاد طبقات
- قابلیت استفاده در پلانهای نامنظم و منحنی شکل
- امکان ایجاد بازشوهای بزرگ در سقف
- مقاومت سازه ای بالاتر (بدلیل پیش تنیدگی دال) و در نتیجه ایمنی بالاتر سقف در زلزله
- کاهش ارتعاش ناشی از بارهای ضربه ای و دینامیکی
- امکان ستون گذاری نامنظم
- امکان حذف تیرها و اجرای کنسولهای بلندتر
- از نظر اقتصادی گران (ولی در دهانه های بزرگ و ارتفاع بالای ساختمان توجیه پذیر است).



سقف كاذب

معرفی سقف کاذب



مزایای سقف کاذب:
نصب سریع و آسان
حذف عملیات رنگ آمیزی
دسترسی آسان به فضای تاسیساتی
تعمیر و نگهداری آسان
تنظیم شرایط آکوستیکی فضا



