A-PDF WORD TO PDF DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

سقف :

همانطور که در قسمتهای قبل توضیح داده شد سقف ساختمانهای بتونی یا تیرچه بلوک است یا دال بتونی ریخته شده در محل ویا دال بتونی پیش ساخته.

سقفهای تیرچه بلوک :

اجزاء تشکیل دهنده سقف تیرچه بلوک

۱-تیرچه

۲-بلوک

۳-میله گرد ممان منفی

۴-میله گرد حرارتی

۵-کلاف عرضی

۶-قلاب عرضی

۷-بتون

۱-تیرچه :

متدوال ترین نوع تیرچه درایران تیرچه های بتونی می باشد که با قالب سفالی و یا بدون قالب سفالی تهیه و عرضه می گردد.

تیرچه های معمولی با خرپا مسلح می باشند خرپا از سه قسمت تشکیل می شود.

۱-میله گردهای کف خرپا می باشد که تعداد و قطر آن طبق محاسبه بدست می آید. و باید از لحاظ طول و تعداد ونوع میله گرد (ساده یا آجدار) کاملا مطابق نقشه باشد کلیه ممانهای مثبت تیرچه وسیله همین میله گردهاتحمل می شود با توجه به اینکه اغلب مهندسین محاسب برای صرفه جوئی طول یک یا چند میله گرد را کوتاه تر تعیین می نمایند این میله گردها باید درست در وسط طول تیرچه (محل ممان مثبت بحرانی) قرار گیرد. برای اینکه این میله گردها در موقع بتون ریزی جابه جا نشود بهتر است آنها را بوسیله یک یا چند میله گرد عرضی به همدیگر جوش بدهیم.

۲-میله گرد فوقانی خرپا که از میله گرد ۸ یا ۱۰ و یا ۱۲ آجدار بوده و داخل بتون سقف و میله گرد های حرارتی قرار می گیرد.

۳-آنگاه میله گرد مارپیچ یا میله گرد مهاری خرپا است که میله گرد کف را به میله گرد فوقانی متصل می نماید. خرپای بعضی از تیرچه ها از ورق و یا تؤاما از ورق و میله گرد می باشد ولی متداول ترین نوع خرپا از میله گرد ساخته می شود این خرپا را در داخل قالب فلزی و یا سفالی قرار می دهند، آنگاه بتونی با عیار ۴۰۰ یا ۴۵۰ کیلوگرم سیمان و مصالح سنگی ریز دانه تهیه نموده وقالب را که در حدود ۱۰ سانتیمتر پهنا و ۴ سانتیمتر ارتفاع

دارد از این بتون پر کرده و بوسیله میز لرزان آنرا ویبره می نمایند. اگر قالب فلزی باشد بعد از سخت شدن بتون آن را از قالب جدا کرده و چند روزی در حوضچه های آب قرار داده آنگاه به بازار عرضه می کنند ولی اگر قالب سفالی باشد این قالب همیشه همراه تیرچه خواهد بود. در هر حال چه قالب سفالی و چه قالب فلزی باشد تیرچه باید چند روز در حوضچه های آب قرار گیرد.

اگر از قالب سفالی استفاده می شود بهتر است قبل از بتون ریزی آنرا در حوضچه های آب قرار داده تاکاملا زنجاب شود زیرا در غیر اینصورت آب بتون مجاور خود را مکیده و آنرا پوک می نماید. در موقع بتون ریزی تیرچه بهتر است خرپا را قدری در محل خود جا به جا کنیم تا مطمئن شویم که کلیه میله گردهای تحتانی آن داخل بتون واقع شده و کاملا در بتون غرق می باشد. بعضی از تیرچه های بتونی پیش تنیده می باشد که معمولا دارای مقطعی سپری شکل بوده و فاقد میله گرد فوقانی وهمچنین میله گرد مارپیچ می باشد. میله گردهای تحتانی این نوع تیرچه ها را قبل از بتون ریزی با روش خاص و وسائل مخصوص کشیده آنگاه بتون ریزی می نمایند و تا سخت شدن کامل بتن آنرا در حال کشش نگاه میدارند. به این نوع تیرچه ها اصطلاحا تیرچه بتونی پیش تنیده می گویند.

حمل و نقل انبار کردن تیرچه :

حمل و نقل و انبار کردن تیرچه ها باید با دقت انجام شود زیرا در اثر کوچکترین بی احتیاطی در موقع حمل و نقل و یا انبار کردن آنها ممکن است تیرچه شکسته و یا ترک بخورد و در موقع نصب نیر ترکها مشاهده نشده و در دراز مدت موجب خسارات جبران ناپذیری بشود. در موقع حمل و نقل بهتر است از میله گردهای فوقانی بعنوان دستگیره استفاده شود و بهتر است که بوسیله دو نفر کارگر دو سر تیرچه گرفته شود. بطوریکه اگر طول تیرچه را به a نمایش دهیم باید تیرچه از محل $\frac{a}{۴}$ گرفته شود بطوریکه قسمت آزاد بین دو کارگر مساوی $\frac{a}{۲}$ باشد در موقع انبار کردن تیرچه ها باید زیر آنرا کاملا مسطح نموده و آنها را در کنار هم قرار دهیم آنگاه روی تیرچه های ردیف اول را حداکثر بفاصله یک متر به یک متر چوب چهار تراش قرار داده و تیرچه ردیف بعد را روی آن قرار دهیم باید دقت شود که کلیه چهار تراش های ردیف در یک محور واقع شود. و فاصله تخته های کنار تا لبه تیرچه بیش از ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر نباشد. بدین طریق می توان حداکثر تا ۶ ردیف تیرچه را روی هم انبار نمود. بهتر است تیرچه های هم طول با هم انبار شود زیرا در این صورت در موقع استفاده از جابجائی بیهوده آن جلوگیری می شود.

۲-بلوک :

بلوکهای مورد استفاده در سقف های تیرچه بلوک معمولا بتونی یا سفالی است و هیچ گونه باری را تحمل نمی نماید و فقط بعنوان قالب مورد استفاده قرار می گیرد. بلوک های سفالی از لحاظ وزن سبک تر بوده و بار کمتری را به ساختمان وارد می نماید عرض بلوکها معمولا ۴۰ سانتی متر بوده گاهی نیز آنها را تا ۶۰ سانتیمتر هم می سازند وارتفاع آن تابع ضخامت سقف و بار سقف بوده و بین ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر است بلوک باید طوری طرح شود که به راحتی قابل حمل و نقل بوده و روی تیرچه قرار بگیرد.

بلوک ها دارای لبه ای هستند که بوسیله آن بر روی تیرچه قرار می گیرند. اگر از تیرچه با قالب سفالی استفاده می شود بهتر است از بلوک سفالی نیز استفاده گردد زیرا به علت هم رنگ بودن مصالح بعد از سفید کاری روی سقف ایجاد سایه نمی نماید.

۳-میله گردهای ممان منفی

با فرض اینکه تکیه گاه تیرچه ها گیردار فرض می شود در محل تکیه گاه ممانی ایجاد می گردد که می باید بوسیله میله گردی تحمل شود به این لحاظ اگر دو عدد تیرچه به یک تیر خم شود میله گرد فوقانی تیرچه ها را بوسیله محاسبه تعیین می گردد و معمولا میله گردی به قطر ۸ یا ۱۰ یا ۱۲ استفاده می گردد. در آخرین دهانه که تیرچه به یک تیر ختم می گردد نیز میله گردی را بصورت گونیا خم نموده و قسمت کوتاه گونیا را داخل آهنهای

تیر یا یا میله گردهای تیر بتونی قرارداده و قسمت مستقیم را روی میله گرد فوقانی تیرچه گذاشته و چند جای آنرا با سیم آرماتوربندی می بندند به این قطعات میله گرد ممان منفی می گویند.

۴-میله گرد حرارتی

بعد از اتمام سقف و گذاشتن کلیه آهنها یک سری میله گرد در جهت عمود بر میله گرد های بالای تیرچه به فاصله تقریبی ۲۵ الی ۴۰ سانتیمتر قرار می دهند قطر این میله گردها به وسیله محاسبه تعیین می شود و معمولا میله گردی با قطر ۶ یا ۸ یا ۱۰ می باشد به این آهن ها میله گرد حرارتی می گویند این میله گردها باید به کلبه آهنهای تیرچه با سیم آرماتوربندی بسته شود.

۵-کلاف عرضی

از دهانه ۴/۲ متر به بالا در وسط دهانه بین بلوک ها (عمود بر جهت تیرچه) فاصله در حدود حداقل ده سانتیمتر قرار می دهند و زیر این فاصله را تخته ای قرار داده و درون این فاصله حداقل ۲ میله گرد به قطر ۱۰ میلیمتر یکی بالا و یکی پایین قرار می دهند میله گرد بالا را به میله گردهای بالایی تیرچه می بندند و میله گرد پائین را هم به آهنهای مارپیچ تیرچه متصل می نمایند و این فضا بعد از آنکه بوسیله بتون پر شد مانند تیری

عمود بر تیرچه ها قرار گرفته و درمقابل ممانهای وسط تیرچه مقاومت خواهد نمود و برای دهانه های بیش از ۶ متر دو عدد کلاف عرضی با فاصله های مساوی در نظر می گیریم. برای اطمینان بیشتر بهتراست کلاف عرضی را از دهانه ۲/۵ متر به بالا ایجاد نمائیم.

۶-قلاب اتصال :

در ساختمانهایی که اسکلت آن فلزی است میله گردهای تیرچه روی نیمی از بال پل قرار می گیرند که پهنای آن در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر می باشد. در شرایط عادی این تکیه گاه کافی است ولی اگر سقف در اثر نیروی زلزله جابجا شود تیرچه از تکیه گاه خود خارج شده و سقف سقوط خواهد کرد.

برای جلوگیری از ین عیب میله گردهایی را که قطر آن بوسیله محاسبه تعیین می شود و معمولا از میله گردهایی به قطر ۱۲ یا ۱۴ میلیمتر استفاده می شود به شکل زیر خم می کند و بوسیله آن تیرچه و آهن پل را به همدیگر متصل می نمایند.

در شکل طول d' باید مساوی عرض جان پلی باشد که تیرچه به آن ختم می شود زاویه های a و β باید ۴۵ درجه باشد و طول d با توجه به طول دهانه بوسیله محاسبه تعیین می گردد و در حدود ۴۰ الی ۵۰ سانتیمتر است و باید به میله گردهای هفت و هشت تیرچه

بسته شود. گذاشتن این قلابها برای ساختمانهایی که اسکلت آن فلزی است الزامی می باشد و بهتر است برای ساختمانهای بتونی نیز گذاشته شود.

۷-بتون ریزی :

پس از چیدن تیرچه و بلوک و بستن آرماتورهای تیرها و بستن میله گردهای ممان منفی و میله گردهای حرارتی و گذاشتن قلابهای اتصال اقدام به بتون ریزی می نمائیم قبل از بتون ریزی باید یک بار دیگر کلیه آرماتورهای سقف کنترل شده و مخصوصا فاصله آنها از یکدیگر و اتصال آنها به همدیگر بازدید شود و در صورت بی عیب بودن کار اقدام به بتون ریزی می نمائیم. بهتر است برنامه ریزی طوری انجام بشود که کلیه بتون سقف در یک روز ریخته شود اگر بعللی این کار ممکن نشد باید محل قطع بتون با نظر مهندس محاسب باشد. محل قطع بتون ریزی بهتراست روی بلوک ها باشد نه روی تیرها و شاه تیرها.

در موقع بتون ریزی تیرهای اصلی و فرعی باید حتما از ویبراتور استفاده شود باید دقت شود که فاصله بین بلوک ها که تیرچه قرار دارد از بتون کاملا پر شود. کلفتی بتون روی سقف باید یکنواخت بوده و باید در ضمن بتون ریزی و قبل از آنکه بتون کاملا سخت شود روی آن بوسیله ماله کشی تخت گردد. حداقل ضخامت بتون روی بلوک ۵ سانتیمتر است

برای سهولت کار در حین ماله کشی این ضخامت را بوسیله یک قطعه آجر که معمولا کلفتی آن ۵ سانتی متر است کنترل می نمایند.

مراح مختلف اجراء

بعد از ایجاد تکیه گاههای موقت تیرچه هارا روی تیرهای اصلی (فلزی-بتونی دیوار آجری) قرار می دهند قبل از نصب تیرچه روی تیرهای اصلی باید دقت نمود که ترک خوردگی ویا شکستگی در تیرچه موجود نباشد. کمر تیرچه را به فاصله های حداکثر تا ۱/۵ متر بوسیله تیرهای چوبی نگاه می دارند تا از شکم دادن آن جلوگیری به عمل آورند بهتراست تیرهای چوبی را طوری قرار دهند تا وسط تیرچه در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر بلندتر از سطح تراز قرار گیرد.

این خیز بستگی به دهانه سقف داشته و بوسیله مهندس محاسب تعیین می گردد. تیرچه ها به فاصله تقریبی ۴۰ سانتیمتر از همدیگر قرار می گیرند و بعد از گذاشتن هر تیرچه فاصله آنرا تا تیرچه بعدی بوسیله گذاشتن یک عدد بلوک در ابتدا و یک عدد در انتهای آن تنظیم می نمایند. از دهانه ۴/۲۰ به بالا کار گذاشتن میله گردهای کلاف عرضی اجباری است این میله گردها که به صورت تیری عمود بر تیرچه ها بوده و در وسط دهانه قرار می

گیرند و مطابق آنچه که قبلا گفته شد برای دهانه های بیش از ۶ متر دو کلاف عرضی باید پیش بینی گردد که با دهانه های مساوی قرار می گیرند.

حداقل عرض این کلاف ۱۰ سانتیمتر و حداقل باید به ۲ عدد میله گرد یکی در بالا و یکی در پائین مجهز باشد. بهتر است این میله گردها به میله گرد بالای تیرچه و میله گرد هفت و هشت تیرچه ها بسته شود.در محل اتصال تیرچه اصلی یا دیوار باید میله گردهای تیرچه لخت شده و در حدود ۱۵ سانتیمتر روی دیوار یا داخل آرماتورهای تیر اصلی قرار گیرد که بعدا این قسمت به وسیله بتون سقف پوشیده می شود اگر پلهای اصلی فلزی می باشد نباید میله گردهای تیرچه را به آن جوش داد. اگر تیرچه روی دیوار آجری قرار می گیرد بهتر است روی دیوار شناژ بالاطبق آنچه که قبلا گفته شد اجراء گردد، و میله گرد تیرچه داخل شبکه شناژ قرار گیرد.

برای عبور کانالهای تأسیساتی (کانال کولر-کانال تهویه مطبوع-کانالهای فاضل آب و غیره) باید حتی الامکان سعی شود که عرض کانالها از یک بلوک تجاوز نکند ولی چنانچه به عرض بیشتری احتیاج پیدا کردیم باید با قطع تیرچه در آن محل و مهار کردن میله گردهای تیرچه در آرماتورهای عرضی محل عبور کانال را فراهم نمود. طبق شکل. با توجه به اینکه بار تیرچه قطع شده را تیرچه های اطراف تحمل می نمایند میله گردهای

آرماتورهای عرضی باید دقیقا محاسبه شده و طبق نقشه اجرا گردد. بعد از بلوک چینی باید میله گردهای ممان منفی گذاشته شده و این میله گردها که دو تیرچه مقابل را به همدیگر متصل می نمایند باید به میله گرد فوقانی تیرچه ها بسته شود حداقل طول این میله گردها طبق محاسبه بدست می آید.

باید دقت نمود که تیرچه های دو طرف یک پل حتما مقابل همدیگر قرار گیرند تا بستن میله گردهای ممان منفی به سهولت امکانپذیر باشد. چنانچه اجبارا تیرچه ها مقابل یکدیگر واقع نشدند باید برای هر تیرچه میله گرد ممان منفی جداگانه در نظر گرفت بطوریکه نیمی از این میله گرد روی تیرچه و نیم دیگر آن داخل بتون سقف قرار گیرد. برای آنکه برای عبور لوله های تأسیسات مخصوصا لوله های فاضلاب دچار اشکال نشویم بهتر است تیرچه ها در طبقات مختلف درست مقابل همدیگر قرار گیرند برای اینکار بهتر است حتما در تمام طبقات تیرچه چینی از یک سمت شروع شود.

در مواردی که احتیاج به طره (کنسول) میباشد بهتر است که طول کنسول بیش از $\frac{۱}{۴}$ دهانه سقف مجاور آن نباشد و بار آن و قطر میله گرد ممان منفی حتما بوسیله محاسبه تعیین شود زیرا کلیه بار این قسمت از سقف وسیله همین میله گردهای ممان منفی تحمل می گردد.

بعد از کار گذاشتن میله گردهای ممان منفی می باید میله گردهای حرارتی کار گذاشته شود. این میله گردها، معمولا در جهت عمود بر تیرچه به فاصله حدود ۳۰ سانتیمتر از همدیگر کار گذاشته شودمیله گردهای حرارتی برای توزیع بار و جلوگیری از ترک خوردن بتون سقف در اثر تغییر حجم بتون ناشی از تغییر درجه حرارت مورد استفاده می باشد این میله گردها که معمولا از میله گرد نمرات ۶ یا ۸ یا ۱۰ استفاده می شود باید صاف و بدون انحنای موضعی باشد. بعد از گذاشتن میله گردهای حرارتی می باید دور سقف بوسیله تخته بسته شده و اقدام به بتون ریزی نمایند حداقل قطر بتون روی بلوک ۵ سانتیمتر می باشد. قبل از بتون ریزی روی بلوک ها را آب پاشی می نمایند تا سیراب شده (زنجاب گردد) و آب مجاور خود را نمکیده و موجب فساد بتون نشود. محافظت از بتون ریخته شده در فصول قبل توضیح داده شده است.

پی کنی

اصولا پی کنی به دو دلیل انجام می شود.

۱-دسترسی به زمین بکر

با توجه به اینکه کلیه بار ساختمان بوسیله دیوارها یا ستون ها به زمین منتقل می شود در نتیجه ساختمان باید روی زمینی که قابل اعتماد بوده و قابلیت تحمل بار ساختمان را

داشته باشد بنا گردد. برای دسترسی به چنین زمینی ناچار به ایجاد پی برای ساختمان می باشیم.

۲-برای محافظت پایه ساختمان

برای محافظت پایه ساختمان و جلوگیری از تأثیر عوامل جوی در پایه ساختمان باید پی سازی نمائیم. در غیر اینصورت حتی در بهترین زمینها نیز باید حداقل پی هایی به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر حفر کنیم.

تقسیم بندی زمینها از نظر مقاومت بار ساختمان

بطور کلی زمینها به چند دسته تقسیم می شوند.

الف-زمینهای خاکریزی شده (زمینهای خاک دستی) مانند بعضی از اراضی شمال تهران و خندقهای پر شده که همه بوسیله خاک دستی پر شده اند. مقاومت این زمینها بسیار کم بوده و قدرت مجاز آنها در حدود ۸۰ گرم بر سانتیمتر مربع می باشد. این زمینها بدون پی سازی های ویژه مانند شمع کوبی و غیره بهیچ وجه برای ساختمان مناسب نیستند.

ب-زمینهای ماسه ای، مانند زمینهای سواحل دریا این زمینها برای ساختمانهای سبک مناسب هستند و در حدود ۱ تا ۱/۲ کیلوگرم بر هر سانتیمتر مربع بار تحمل مینمایند و در بعضی از انواع زمینهای سواحل دریا که ماسه ای بوده که و بکلی فاقد خاکهای چسبنده

میباشد (خاک رس) بیش از ۵۰۰ گرم بار تحمل نمی کنند. در این گونه زمینها نیز باید برای ساختمانهای سبک طبق شرایطی محلی پی سازی ویژه صورت بگیرد و برای ساختمانهای بزرگ ابعاد پی باید با توجه به مطالعات مکانیک خاک و بر طبق محاسبه ساخته شود.

ج-زمینهای شنی-اگر این زمینها دارای دانه بندی خوب باشند بطوریکه دانه های ریز فضای خالی بین دانه ها درشت تر را پر نموده و تولید جسم توپر و متراکمی کرده باشد و این دانه بندی بوسیله ماده چسبنده بهم متصل باشد (خاک رس به اندازه لازم) برای ساختمان بسیار مناسب بوده و مقاومت مجاز آن در حدود ۲/۵ و حتی ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد به این گونه زمینها زمین دج گفته می شود.

د-زمینهای رسی-این زمینها بدو دسته تقسیم می شوند.

۱-زمینهای رس خشک که فشاری در حدود ۱/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را تحمل می نمایند مانند زمینهای جنوب تهران.

۲-زمینهای رس تر (آبدار)-این زمینها بواسطه وجود آب فراوان داخل خاک دارای سستی های زیاد بوده و قدرت مجاز آن بر حسب در صد آب موجود در آن متفاوت است. باید توجه نمود که اعداد داده شده در فوق برای مقاومت مجاز زمین در خاکهای مختلف کاملا

تقریبی بوده زیرا تعیین مقاومت مجاز خاک به عوامل دیگر از قبیل آب های تحت الارضی و درصد خاکهای چسبنده و غیره نیز بستگی دارد که از بحث این کتاب خارج است.

ابعاد پی

عرض و طول و عمق پی ها کاملا بستگی به وزن ساختمان و قدرت تحمل خاک محل ساختمان دارد. در ساختمانهای بزرگ قبل از شروع کار بوسیله آزمایشات مکانیک خاک قدرت مجاز تحملی زمین را تعیین نموده و از روی آن مهندس محاسب ابعاد پی را تعیین می نماید. ولی در ساختمانهای کوچک که آزمایشات مکانیک خاک در دسترس نیست باید از مقاومت زمین در مقابل بار ساختمان مطمئن شویم. اغلب مواقع قدرت مجاز تحملی زمین برای ساختمانهای کوچک با مشاهده خاک پی و دیدن طبقات آن و طرز قرار گرفتن دانه ها به روی همدیگر و یا با ضربه زدن به وسیله کلنگ به محل پی قابل تشخیص میباشد. گاهی اوقات نیز برای بدست آوردن اطمینان بیشتر می توان اقدام به آزمایشات ساده محلی نمود که چند نمونه از این آزمایشات ذیلا شرح داده می شود. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین قدرت مجاز خاک باید از وزن ساختمان و میزان باری که از طرف ساختمان به زمین وارد می شود آگاه شویم.

وزن ساختمان

منظور از تعیین وزن ساختمان وزنی است که بوسیله پی سازی در اثر بار مرده و بار زنده ساختمان به هر سانتیمتر مربع زمین وارد بشود. مثلا در ساختمانهای بنایی ابتدایی یکی از دیوارهایی که حمال بوده و از لحاظ بار وزن بیشتری را تحمل می نمایند در نظر می گیریم و وزن بار مرده و بار زنده وارد شده از این دیوار به پی را مورد مطالعه قرار می دهیم. برای اینکار ابتدا از وزن دیوار را محاسبه می نمائیم. آنگاه این وزن را با بار مرده و زنده وارده از سقف به روی دیوار جمع نموده و بر سطح پی تقسیم می کنیم تا وزن وارد بر یک سانتیمتر مربع بدست آید.

مثال-مطلوبست باری که از یک ساختمان ۴ طبقه بر هر سانتیمتر مربع پی زیرآن وارد می شود.

حل :

ابتدا بار سنگین ترین دیوار را در نظر گرفته وزن باری که یک متر طول این دیوار به پی وارد می کند محاسبه می کنیم. فرض بر این است که عرض دیوار ۴۵ سانتیمتر و ارتفاع ساختمان ۴ طبقه ۱۲ متر می باشد. و این دیوار طاقی با دهانه ۶ متر را تحمل می نماید. بار مرده و زنده سقف را ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمربع در نظر می گیریم.

وزن دیوار

$$P_1 = 0/45 \times 1/00 \times 12/00 \times 1800 = 9720^{kg}$$

حجم دیوار وزن مخصوص

بار زنده و مرده سقف

$$P_2 = 3/00 \times 800 \times 4 = 9600^{kg}$$

نصف دهانه — وزن یک متر مکعب از سقف — تعداد طبقات

وزن فونداسیون

$$P_3 = 0/6 \times 0/6 \times 1/00 \times 1800 = 648^{kg}$$

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_4 = 97200 + 9600 + 648 = 19968^{kg}$$

$$S = 60 \times 100 = 6000^{cm}$$ سطح پی

باری که از ساختمان بر هر سانتیمتر مربع زمین وارد می شود.

$$P = \frac{P۴}{S} = \frac{۱۹۹۶۸}{۶۰۰۰} = ۳/۳۲۸$$

آزمایش تعیین قدرت تحملی زمین به طریقه بارگذاری

برای این کار ابتدا نقطه ای از پی که نماینده تمام نقاط پی باشد انتخاب کرده (یعنی نقطه ای را که کلیه نقاط دیگر پی از لحاظ دانه بندی شبیه آن باشد) بعد جسمی را با سطح معین روی آن قرار می دهیم. مثلا می توان از مکعب هایی بتونی به سطح قاعده ۲۰×۲۰ سانتیمتر استفاده نمود و روی آن به تدریج بارگذاری می نمائیم و در هر ۲۴ ساعت قدری به مقدار بار اضافه می کنیم قبل از بارگذاری خط کشی در کنار این قطعه بتنی نصب کرده تا بتوانیم فرو رفتن آن را اندازه بگیریم. آن قدر بارگذاری را ادامه می دهیم تا آنکه این قطعه بتونی شروع به فرورفتن در زمین بنماید. حال اگر مقدار بار گذاشته شده روی قطعه بتونی را بر سطح مقطع آن تقسیم کنیم مقدار باری که هر سانتیمتر زمین می تواند تحمل کند بدست خواهد آمد. قدرت مجاز زمین بسته به اهمیت ساختمان درصدی از این عدد می باشد و معمولا بین ۳۰ تا ۵۰ درصد عدد بدست آمده را قدرت مجاز زمین می دانند. برای بارگذاری می توان از کیسه های سیمان که در تمام کارگاهها موجود است و وزن آن نیز معلوم می باشد (هر پاکت ۵۰ کیلوگرم) استفاده نمود.

آزمایش تعیین قدرت مجاز تحمل زمین بطریقه وزن مخصوص

این آزمایش بر اساس تعیین وزن مخصوص زمین می باشد. زیرا فرض بر این است که هر قدر وزن مخصوص زمین بیشتر باشد یعنی هر قدر زمین متراکم تر و توپرتر باشد تحمل باربری آن بیشتر است زمینی که هر متر مکعب آن دو تن وزن داشته باشد تقریبا می تواند دو کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بار را تحمل نماید و یا به عبارت دیگر مقاومت مجاز آن دو کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

برای تعیین وزن مخصوص زمین به این طریق عمل می نمایند:

ابتدا در محلی که می خواهیم پی سازی را در آن شروع کنیم جایی که جنس خاک و لایه های تشکیل دهنده آن مانند اغلب نقاط دیگر باشد چاله کوچکی به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر حفر می نمائیم و تمامی خاک آن را به دقت جمع آوری کرده و آنرا حرارت داده تا کاملا آب آن خشک شود. آنگاه وزن آن را تعیین می نمائیم.

حال اگر حجم چاله حفر شده را هم داشته باشیم از تقسیم این دو عدد به یکدیگر وزن مخصوص زمین محل ساختمان بدست می آید.

برای تعیین حجم چاله می توانیم یک کیسه پلاستیک نرم داخل چاله قرار داده و به آهستگی کیسه را تا لبه چاله از آب پر کنیم. آنگاه این کیسه را با آب آن با احتیاط از چاله

خارج نموده و وزن نمائیم. وزن آب داخل کیسه پلاستیک مساوی حجم چاله خواهد بود و یا می توان از ابتدا حجم آب ریخته شده در چاله بوسیله مزور (استوانه مدرج) اندازه گرفت. طریقه دیگری که دقیق تر می باشد بدین طریق است که مقداری ماسه بادی (ماسه ریزدانه) کاملا خشک تهیه نموده و حجم آنرا بوسیله مزور تعیین نمائیم آنگاه چاله کنده شده را با این ماسه پر می کنیم. نظر به اینکه ماسه مورد استفاده کاملا خشک می باشد و مانند ساچمه روی هم می غلطد لذا تمام قسمتهای چاله را پر می کند. با توجه به اینکه حجم کل ماسه را از قبل تعیین کرده ایم و حجم ماسه باقی مانده در مزور را نیز تعیین می نمائیم در نتیجه حجم ماسه داخل شده در چاله نیز معین می شود. حال با داشتن وزن خاک خارج شده از چاله و حجم چاله می توانیم وزن مخصوص زمین محل ساختمان را به دست آوریم. اگر این وزن مخصوص در حدود ۲ تن بر متر مکعب باشد می توانیم در حدود ۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بار روی زمین قرار دهیم و در صورتی که بیشتر از ۲ تن بر متر مکعب باشد می توانیم بیشتر از ۲ کیلو بر سانتی متر مربع بار بر روی زمین قرار دهیم اگر وزن مجاز بدست آمده برای بار ساختمان کافی نباشد آنگاه می توانیم با نظر مهندس ناظر و مهندس محاسب زمین مورد نظر را به طرق مختلف اصلاح نمائیم و یا با پی سازی ویژه آن را برای تحمل بار ساختمان آماده کنیم.

انواع پی ها

پی ها از لحاظ نوع ساختمان و مقاومت زمین وزن ساختمان دارای انواع مختلف می باشد.

اول و دوم پی های نقطه ای و پی های نواری است که در بخش ساختمانهای فلزی و آجری درباره آنها توضیح داده خواهد شد.

۳- پی های عمومی

به این گونه پی ها که رادیه ژنرال هم می گویند از بتن مسلح ساخته می شود و دارای محاسبات فنی مفصل و دقت اجرای فوق العاده می باشند برای ساختمانهایی که دارای وزن فوق العاده زیاد بوده و یا ساختمانهایی که در زمینهای سست ساخته می شود این گونه پی ها ایجاد می گردد. برای ساختن پی های سراسری باید صفحه ای از بتون به طول و عرض تمام زیربنای ساختمان به ضخامت محاسبه شده حداقل در حدود ۸۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر ریخته شود میله گردهای این صفحه بتنی طبق محاسبه بدست می آید. طبعا در محلهائی که بار بیشتری وجود دارد میله گردهای بیشتری گذاشته می شود مانند زیر و اطراف ستونها. آرماتورهای ریشه برای ایجاد ستونهای بتنی و یا صفحه های فلزی زیر ستون برای ستون های فلزی روی این صفحه بتنی قرار می گیرد. این صفحه بتنی مانند سینی بزرگی است که ساختمان روی آن قرار می گیرد.

۴- شمع کوبی

در زمینهائی که خیلی سست بوده و به هیچ وجه قدرت تحمل بار ساختمان را نداشته باشند مانند خاکهای دستی و یا زمینهای ماسه ای و یا در محلهای که زمین بکر در عمق های زیاد قرار داشته و برداشتن کلیه خاکهای سطحی مقرون به صرفه نباشد از طریق شمع کوبی بار ساختمان را بزمین بکر منتقل می نمایند. بدین طریق که در امتداد پی های ساختمان یعنی در طول دیوارهای اصلی که باربر می باشند با فاصله های معین (در حدود ۲ متر یا ۲/۵ متر) مانند شکل چاه حفر می نمایند. و در ساختمانهای فلزی و بتونی که باید پی نقطه ای اجرا کنیم زیر هر ستون چاه حفر می نمایند. و این حفاری را تا زمین بکر و محکم ادامه می دهند و کف چاه ها را مطابق شکل زیر خزینه نموده تا سطح اتکاء آن با زمین بیشتر باشد.

بعد این چاهها را با بتن و یا شفته پر می کنند. در موقع پر کردن این چاهها با بتون باید سعی نمود از ایجاد حفره های خالی مخصوصا در کناره های خزینه جلوگیری شود.

برای این کار می توان با پرتاب سنگهای کوچک و بزرگ بتن را به تمام گوشه های چاه هدایت نمود و از ایجاد این نوع حفره ها جلوگیری کرد. مقدار این سنگها حتی می تواند تا ۳۰ درصد حجم بتن باشد و یا می توان ضمن بتن ریزی آنرا با چوبهای بلند کوبید.

البته این کار در صورتی ممکن است که عمق چاهها زیاد نباشد بعد از پر کردن این چاهها روی آنرا بوسیله طاقهای آجری و یا سنگی و یا تیرهای بتوین بهم مربوط نموده و بعد روی آنرا دیوارچینی می نمائیم و یا با نصب صفحه های فلزی روی آن اسکلت فلزی بنا می کنیم خاصیت این چاهها بدین طریق می باشد که شفته یا بتن پس از خودگیری مانند ستونی است که در زیر زمین بنا شده و طاق و یا تیر بتنی روی آن مانند کلافی این پایه ها را به یکدیگر متصل می نماید و قسمتی از بار ساختمان نیز بوسیله اصطکاک ایجاد شده بین این ستون بتونی و خاک اطراف حتی اگر خاک دستی هم باشد تحمل می شود. بدیهی است که در موقع بتن ریزی شیره بتون به داخل خاک اطراف نفوذ کرده و به آن چنگ می اندازد که این خود موجب اصطکاک بیشتر می گردد با وجود بر اینکه چنین فرض می شود که کلیه بارهای وارده بر این شمع کوبی محوری می باشد ولی برای تحمل ممانهای احتمالی بهتر است در هر چاه ۸ تا ۱۰ عدد میله گرد آجدار که قطر آن بوسیله محاسبه بدست می آید و نباید از میله گرد نمره ۱۰ کمتر باشد قرار می دهند و آنها را بوسیله میله گردهای عرضی مارپیچی شده بیکدیگر متصل می نمایند.

این نوع شمع کوبی که در محل ریخته می شود ساده ترین نوع شمع کوبی می باشد ممکن است بجای حفر چاه و بتن ریزی تیرهای بتونی یا فولادی را که در خارج تهیه شده

است به محل کارگاه حمل نموده و در زمین محل پی بوسیله چکشهای مکانیکی کوبید و بعد روی آنرا مانند طریقه فوق بهم متصل نموده و ساختمان را ادامه داد. در بعضی مواقع بعلت سستی فوق العاده زمین و ریزشی بودن آن حفر چاه خالی از اشکال نیست و دارای خطرات جانی برای مقنی می باشد. برای جلوگیری از ریزش این گونه چاهها معمولا از حلقه های بتنی و یا سفالی که به آن کول یا کور می گویند استفاده می شود. کولهای بتنی یک تکه و یا دو تکه و کول های سفالی دو تکه هستند. قطر این استوانه های بتونی در حدود ۸۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر بوده و ارتفاع آنها در حدود ۱۰ سانتیمتر است. این استوانه ها کاملا گرد نیستند. طرز استفاده از کول بدین طریق است که ابتدا در حدود ۳۰ الی ۴۰ سانتیمتر از محل چاه را حفر نموده و اولین کول را روی زمین حفر شده قرار می دهند و بعد زیر آن را خالی کرده تا کول پایین تر برود آنگاه کول دوم را روی آن قرار می دهند و همینطور کار را ادامه می دهند.

چنانچه کولهای قبلی در اثر ریزش بدنه چاه تنگ افتاده باشد و در نتیجه پایین تر نرود در این موقع از کول های دو تکه استفاده می نمایند. بدین طریق که ابتدا زیر کول قبلی را خالی کرده و یکی از تکه های کول جدید را نصب کرده و بعد تکه دوم را در محل خود

قرار می دهند. باید توجه داشت که در موقع نصب کولهای دو تکه آنها را طوری نصب نمود که درز آنها مقابل هم قرار نگیرد.

دیوارهای بتن آرمه Reinforced Concrete Walls

حالت های مختلف دیوارها در ساختمان، کاربردهای متفاوتی دارند.

انواع دیوار بتن مسلح

۱- دیوار حائل (نگهدارنده)

۲- دیوار باربر بتن آرمه

۳- دیوار زیرزمین

۴- دیوار غیر باربر (پارتیشن = جدا کننده)

۵- دیوار برشی

۱- دیوار حائل (نگهدارنده): این نوع دیوار در راه سازی کاربرد دارد و نقش آن جلوگیری از ریزش خاک، سنگ و بهمن و ... از روی کوه و بلندی های کنار جاده، روی مسیر حرکت اتومبیل ها می باشد.

قسمتی که با کوه در تماس است.

۲- دیوار باربر بتن آرمه: این نوع دیوار، علاوه بر وزن خود، نیروی فشاری قائم را که از طرف سقف و طبقات وارد می گردد، متحمل می شود.

نکات مربوط به دیوار بار بر بتن آرمه

الف) حداقل ضخامت این نوع دیوار ۱۵ سانتی متر است.

ب) دیوار با ضخامت ۲۰ سانتی متر و بیشتر از این اندازه، دو شبکه میلگرد قرار داده می شود.

ج) پوشش بتن در دیوار دارای دو شبکه میلگرد، حداقل به اندازه ۶۵ سانتی متر در نظر می گیرند.

د) بر اساس استاندارد ۱۵-۱۸ ایران، فاصله محور وسط (آکس) تا محور وسط (آکس) میلگردها، حداکثر به اندازه ۱/۵ برابر ضخامت دیوار، بطوری که از ۲۵ سانتی متر بیشتر نباشد.

L_1= فاصله آکس تا آکس میلگردها $\qquad L_1<1.5b<25cm$

هـ) در طول تمام محیط بازشوها (درها و پنجره ها) حداقل دو میلگرد آجدار به قطر ۱۶ میلیمتر (بصورت مورب) بکار برده می شود.

و) ۷۵×۷۵cm> اندازه فاصله قلابها برای نگهداری دو شبکه میلگرد در دیوار

ز) رابطه زیر بر اساس استاندارد ۱۵-۱۸ ایران، برای میلگردهای آجدار تعیین شده است:

۳- دیوار زیرزمین: این نوع دیوار، علاوه بر تحمل نیروهای قائم، نیروهای جانبی (فشار خاک) را متحمل می شود.

توجه ۱: ۲۰ cm< ضخامت دیوار زیرزمین

توجه ۲: ۳۰cm< ضخامت دیوار زیرزمین در نقاط مرطوب

۴- دیوار غیر باربر (پارتیشن = جدا کننده): این نوع دیوار فقط نقش جداکننده بین فضاهای داخلی ساختمان را بعهده دارد. اندازه حداقل ضخامت دیوارهای بتنی غیر باربر، (مطابق آئین نامه ACI) «۱» سانتی متر تعیین شده است.

۵- دیوار برشی: از این دیوار برای مقابله با نیروهای افقی مانند باد و زلزله و ... استفاده می شود که نقش آن در ساختمان بتنی به مانند عملکرد بادبند در اسکلت فلزی می باشد. در یک ساختمان با اسکلت بتن آرمه چنانچه طول دیورا از ۱۰ متر بیشتر بوده و یا ارتفاع و تعداد طبقات ساختمان بیش از ۲ طبقه باشد از دیوار برشی استفاده می شود که حداقل ضخامت آن ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود.

دیوارهای برشی در یک ساختمان بتن آرمه، در بین دو ستون و در مقابل یکدیگر قرار می گیرند که محل آن در پلان تا حد امکان در قسمت محور تقارن ساختمان باشد، و مرکز ثقل هر طبقه تا حد امکان نزدیک به مرکز سختی دیوار برشی قرار گیرد.

محاسبه دیوار برشی در مقابل نیروهای خمشی و برشی صورت گرفته و مسلح شود.

فاصله میلگردهای دیوار برشی نباید از ۱/۵ برابر ضخامت دیوار و یا از ۲۵ سانتیمتر تجاوز کند.

توجه ۱: برای دیوارهای برشی با ضخامت ۲۰ سانتی متر و بیشتر از این اندازه، دو شبکه میلگرد در نظر گرفته می شود.

توجه ۲: در دیوار برشی، حداقل اندازه پوشش بتن، ۳ سانتی متر است.

اتصال دال به دیوار بتن آرمه

الف) کیفیت اتصال دال بتن آرمه به دیوار بتن آرمه با استفاده از میلگرد L شکل با طول تقویت $\frac{۱}{۴}$ دهنه در قسمت سقف و $\frac{۱}{۴}$ ارتفاع طبقه در قسمت دیوار، در حالت پرسپکتیو کاوالیر

ب) کیفیت اتصال آرماتورهای سقف به دیوار بتن آرمه با استفاده از میلگردهای U شکل با طول تقویت $\frac{۱}{۴}$ دهنه در قسمت سقف به صورت کاوالیر.

توضیح الف) در تقاطع دال و دیوار بتن آرمه در صورتی که ممان خمشی بزرگی از دال به دیوار انتقال یابد لازم است از آماتورهای L شکل برای ارضای شرایط اتصال استفاده می شود.

توضیح ب) در تقاطع دال و دیوار بتن آرمه به صورت معمول یعنی در زمانی که لنگر زیاد نداشته باشیم، از آرماتور U شکل استفاده می کنیم.

گام بندی اجرای دیوار بتن آرمه:

۱- قرار دادن میلگردهای دیوار و اتصال آن به آرماتورهای ستون

۲- قرار دادن قالب بدنه و شمع بندی (تیر تکیه گاه) در طرفین قالب

۳- بتن ریزی و متراکم کردن بتن با ویبراتور

۴- مراقبت از بتن، پس از قالب برداری از جمله آب پاشی تا سخت شدن نهایی بتن

گام بندی ترسیم کیفیت آرماتورگذاری دیوار بتن آرمه:

۱- ترسیم خطوط پیرامون (دور تا دور) دیوار

۲- ترسیم آرماتور، در داخل محدوده تعیین شده (با رعایت اندازه پوشش بتن)

۳- پوزیسیون بندی میلگردها

۴- ترسیم هر یک از پوزیسیونها به تفکیک و بطور مجزا، به فصل میلگرد از همین کتاب مراجعه شود.

۵- ترسیم و تکمیل جدول لیست فر (لیست وزن میلگردهای مصرفی) به فصل میلگرد از همین کتاب مراجعه شود.

پله بتن آرمه Reinforced Concrete stair

پله وسیله ارتباط دو اختلاف سطح به یکدیگر می باشد.

پله بتن آرمه از بتن و میلگردهای فرم داده شده تشکیل شده است که می تواند به حالت پیش ساخته و یا به صورت درجا ساخته شود.

نکته ۱: حداقل اندازه پوشش بتن روی آرماتور، در پله بتن آرمه ۱/۵ سانتیمتر و یا به اندازه قطر بزرگترین میلگرد مصرفی است تا یک ساعت مقاومت در برابر آتش سوزی ایجاد شود.

نکته ۲: برای آرماتوربندی پله می توان از میلگردهای فولاد نرم و یا تسلیم بالا استفاده کرد.

گام بندی اجرای پله بتن آرمه:

۱- قرار دادن قالب کف پله و شمع بندی قالب کف پله

۲- قرار دادن قالب بدنه پله

۳- میلگرد گذاری درون قالب

۴- بتن ریزی و متراکم کردن بتن با ویبراتور

۵- مراقبت از بتن پس از قالب برداری از جمله آب پاشی تا سخت شدن نهایی بتن در این

گام بندی می توان ردیف ۲ و ۳ را جابجا نمود (در هر دو حالت صحیح است).

گام بندی ترسیم کیفیت آرماتورگذاری پله بتن آرمه:

۱- ترسیم خطوط پیرامون (دور تا دور) پله

۲- ترسیم آرماتورها، در داخل محدوده تعیین شده (با رعایت اندازه پوشش بتن)

۳- پوزیسیون بندی میلگردها

۴- ترسیم هر یک از پوزیسیونها به تفکیک و بطور مجزا

۵- ترسیم و تکمیل جدول لیست فر (لیست وزن میلگردهای مصرفی)

کلیه مراحل ستون سازی و حتی نصب نبشی روی زمین انجام میشود. پس از نصب نبشی زیر سری ستون آماده بلند کردن میگردد پس از نصب ستون در محل که از پیش آماده شده است پل هایی را که از قبل اندازه شده و ساخته شده است در محل خود قرار میدهند بدیهی است که نبشی های زیر سری باید کاملا تراز بوده و در یک سطح باشد تا تمام تکیه گاههای پلهای سراسری عمل کرد داشته باشند زیرا اگر یک نبشی حتی یک سانتیمتر پائین تر نصب شود برای پل تکیه گاه ایجاد نمیکند.

اگر تکیه گاهها ساده فرض شوند و در محاسبات احتیاج به قاب صلب نداشته می باشیم کار نصب پل به همین جا خاتمه پیدا می کند فقط برای انکه پل از جای خود نلغزد آنرا با چند خال جوش به نبشی زیر سری متصل مینمائیم ولی با توجه به آنکه در اثر محدودیت های معماری ایحاد بادبند به مقدار کافی در تمام جهات مقدور نیست ناچارا باید بعضی از قابها را صلب در نظر بگیریم در این صورت برای صلب کردن قاب، گره باید با نبشی بالا سری ولچکی و صفحات ممان گیر مجهز باشند.

عبور پل از بال ستون و نبشی بالاسری

عبور دو پل از دو طرف بال ستون (گره خورجینی) یکی از رایج ترین اتصالی است که اغلب مهندسین محاسب در ایران آنرا پیشنهاد مینمایند.

در بازدیدی که از مناطق زلزله بعمل آمد مشاهده گردید که گره خورجینی به نسبت سایر گره ها از آسیب پذیری بیشتری برخوردار است.

در این گونه گره ها اگر پلها را با تسمه به همدیگر متصل نمائیم به یک پارچه کار کردن پلها کمک بسیاری کرده و مقاومت آنرا در مقابل نیروهای جانبی بالا میبریم طول تسمه ها باید پشت دوپل (قدری کمتر برای جوشکاری) باشد و ضخامت آن در حدود ۱۰ الی ۱۲ میلیمتر و پهنای آن در حدود ۱۰ الی ۱۲ سانتیمتر.

عبور دو پل از دو بال ستون (اتصال خورجینی)

اگر بخواهیم پلی را از وسط ساخته شده از دو عدد تیر آهن I عبور دهیم ناچارا باید از صفحه بست دو تکه استفاده نمائیم یکی در پائین پلی برای نبشی بالا سری و صفحات ممان گیر و غیره، ابعاد این صفحه ها طبق محاسبات بدست میاید ولی عرض آن مساوی پشت تا پشت ستون (قدری کمتر برای جوشکاری) و طول آن در حدود پنج سانتیمتر بزرگتر از نبشی زیر سری و یا نبشی بالا سری میباشد و ضخامت آن حداقل ۱۰ میلیمتر است.

عبور پل از وسط ستون با ورق بست دو تکه

اگر مجبور باشیم پل را به جان ستون متصل نمائیم طبیعی است که ادامه پل مقدور نبوده و پل به جان ستون ختم میشود که در این صورت اگر این ستون از ستونهای میانی باشد اجراء پل ممتد مقدور نیست. برای ختم کردن پل به جان ستون اگر از ستون H استفاده نمائیم احتیاج به ورق بست نداریم و اگر از ستون I دوبل استفاده کنیم و اگر بار پل زیاد باشد ممکن است که ناچار باشیم یک صفحه به جان ستون جوش بدهیم ابعاد این صفحه بوسیله محاسبه بدست میاید ولی در هر حا ضخامت آن نباید از نود درصد ضخامت جان تیر کمتر باشد و پهنای آن مساوی پهنای جان تیر است (قدری کمتر برای جوشکاری) و

ارتفاع آن در حدود ۱۰ سانتمیتر بیشتر از ضخامت پل بعلاوه ضخامت نبشی ها بالا سری و زیر سری است در این گره طول جوش حائز اهمیت است.

در تیر اهن ها مخصوصا تیر اهنهای I که قبلا توضیح داده شده است قسمت بزرگی از جرم آهن در بالها متمرکز میباشد ودر نتیجه جان تیر آهن ضعیف است حال اگر ناچار باید پلی به جانستون ختم شود در صورت وجود بارهای شدید باید روی جان ستون ورق جوش بشود آنگاه پل به آن متصل گردد مخصوصا باید پهنای ورق باندازه پهنای جان تیر آهن باشد بطوریکه ورق به محل برخورد جان وبال که از ضخامت بیشتری برخوردار است جوش شود.

اگر مجبور باشیم پلهای ممتد را از دو لبه بال ستون عبور دهیم باید در جان تیر تکیه گاهی از نبشی با ورق درست کنیم بطوریکه بال این نبشی مساوی نیمی از بال ستون بعلاوه بعلاوه پهنای بال پل باشد. در این صورت پل به اندازه نیمی از بال ستون از محور نبشی دورتر قرار خواهد گرفت (بطور متوسط در حدود ۷ تا ۱۵ سانتیمتر) که این خود خارج از محوری محاسبه نشده در گره ایجاد خواهد نمود وئ ممکن است نمره نبشی و طول جوش را به مقدار قابل ملاحظه ای بالا ببرد بدین لحاظ این دیتیل بهیچ وجه پیشنهاد نمی گردد در این گونه موارد بهتر است یک عدد صفحه که قدری پهن تر از نمره

تیر آهن باشد. و یا باندازه ضخامت ورق از هر طرف کوچتر از نمره تیر آهن باشد به محل عبور پل جوش میدهیم (بهر حال پهنای ورق باید طوری باشد که امکان جوش کافی با بعد لازم فراهم بشود) آنگاه نبشی های زیرسری و در صورت لزوم نبشی بالا سری را به آن جوش داده و پل را عبور میدهیم. اگر بار پل زیاد باشد میتوانیم بوسیله یک قطعه سر تیر آهن صفحه را به جان ستون متصل نمائیم در این صورت برای راحتی جوشکاری باید او سر تیر آهن را اندازه نموده و آنرا به صفحه جوش یدهیم آنگاه آنرا به ستون متصل نمائیم یادآور میشود که کلیه این کارها باید روی زمین انجام شود تا امکان جوش صحیح فراهم باشد و حتی المقدور در اسکلت های فلزی باید از جوش سر بالا و سر پائین خود داری گردد.

هر ستون باید در محل گره حداقل از سه طرف مهار شود تا بلندی آن به فاصله بین دو گره محدود گردد با توجه به اینکه اغلب مهندسین محاسب در ایران پل ممتد به صورت خورجینی را پیشنهاد مینمایند لذاباید در جهت عمود بر پل موازی با تیرچه ها درست در محل گره (محل برخورد پل و ستون) تیر آهن دیگری کشیده شود که به آن اصطلاحا باد بند میگویند. شماره بادبندها وسیله محاسبه بدست میاید ولی در هر حال از شماره پل کمتر است.

معمولا در ستونهای میانی چهار پل به یک ستون ختم میشود (دو عدد پل اصلی و دو عدد پل فرعی) که ممکن است پل ها بصورت خورجینی از بال تیر عبور کند و یا از وسط آن رد بشود که در صورت دوم باید از ورق بست دو تکه استفاده شود. در ستونهای کناری و گوشه چنین حالتی پیش نمی آید.

طبق تعریف به تکیه گاهی ساده گفته میشود که هیچ گونه مقاومتی در مقابل دوران یا هر حرکت یگر پل نداشته باشد و تکیه گاه صلب تکیه گاهها مقدور نیست زیرا مثلا برای داشتن تکیه گاه ساده باید تکیه گاه فاقد سطح بوده و مانند نوک سوزن تیز باشد در این صورت اگر پل را فقط روی نبشی زیر سری قرار دهیم به مقدار قابل ملاحظه ای از حرکتهای آن جلوگیری کرده ایم و همینطور برای تکیه گاه صلب که ایجاد آن بر طبق تعریف مقدور نیست.

حال اگر بخواهیم تکیه گاهی صلب ایجاد نمائیم به نسبت شدت صلبیتی که میخواهیم داشته باشیم میتوانیم از نبشی بالا سری- نبشی زیر سری و بالاسری با لچکی – دستک کوتاه و بلاخره ممان گیر استفاده نمائیم .

با توجه به این که محدودیت های معماری مانند در – پنجره و نماسازی به محاسب اجازه نصب بادبند را در هر نقطه که صلاح باشد نیدهد لذا باید در بعضی نقاط بجای باد بند به

طرق دیگر در ساختمان صلبیت ایجاد نمود. مانند گره های صلب آزمایشات بعمل آمده نشان میدهد که نصب چهار عدد صفحه تقویتی در گره خورجینی در فاصله لبه پل تا ستون مانند شکل، کمک زیادی به صلبیت گره مینماید طول جوش در این گره از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

یکی دیگر از گره های ممان گیری مطابق شکل فوق میباشد در این گروه ممانهای وارده وسیله صفحات بالا و پائین تحمل شده و نیروهای برشی میتواند به وسیله جان پل تحمل شود ولی از انجا که ممکن است جان پل بوسیله لانه زنبوری کردن ضعیف شده باشد یا آنکه پل چند میلیمتر کوتاه بریده شده و با ستون در تماس نباشد برای تحمل برشی ناچارا باید صفحه های برشی گذاشته شود و یا از نبشی تو دلی استفاده گردد.

در این طریقه بعد و طول جوش صفحات ممان گیر بسیار مهم میباشد بدین لحاظ باید کلیه صفحه های ممان گیر قبل از نصب بوسیله یک پخ ۴۵ درجه برای ایجاد بعد جوش مناسب آماده شود.

در ساختمانهای فلزی هر تیر یا تیرچه میباید دو تکیه گاه داشته باشد گاهی نیز سقفها را میتوانیم به صورت طره اجرا نمائیم در این صورتباید حداقل دو برابر طول طره در داخل سقف ادامه داشته باشد در موارد استثنائی که تیر اهن طره به پل ختم می شود و ادامه آن

بعللی مقدور نباشد در این صورت طرا دارای یک تکیه گاه خواهد بود در این حالت میتوان بوسیله دستک از بالا یا دستک از پائین برای تیر طره تکیه گاهی ایجاد نمود یادآور می شود استفاده از دستک وسیله مطمئنی نبوده و فقط در موارد بسیار استثنایی مجاز میباشد دستک از بالا بصورت کششی کار میکند و باید در جوشکاری آن دقت بعمل آید دستک از پائین بصورت فشاری کار میکند و باید مانند ستون زاویه دار محاسبه شود.

اگر بخاطر محدودیتهای معماری و یا دلایل دیگر نخواهیم برای دهانه های بزرگ از خرپا استفاده کنیم میتوانیم مطابق شکل بوسیله دستک طول پل را کم کرده و در نتیجه نمره انرا پائین بیاوریم فقط باید توجه نمود که در محل برخورد دستک با پل نیروی برشی ایجاد می شود و در محل برخرود دستک با ستون نیز ممان ایجاد میگردد و خود دستک نیز مانند ستون زاویه دار عمل میکنند بهر حال این قاب باید با دقت و شرایط جدید طراحی گردد.

نبشی بالا سری و زیر سری دستک ها باید در محل ساخته شود زیرا زاویه دستک با پل غیر ۹۰ میباشد و برای این نبشی باید حتما از لچکی استفاده گردد.

در ایران اغلب مهندسین محاسب برای مقابله با نیروهای زلزله از باد بند استفاده مینمایندسطح مقطع و شکل پروفیل بادبند طبق محاسبه بدست میاید و میتوان برای باد

بند از نبشی- ناودانی و یا تیر آهن I استفاده نمود راحت ترین و قابل استفاده ترین نوع بادبند مطابق شکل فوق میباشد ولی انکان اجرا آن در تمام ساختمان بعلت محدودیت های مهماری مانند وجود در یا پنجره ممکن نیست بدین لحاظ باد بند را به اشکال مختلف اجرا مینمایند که چند نمونه آن در صفحات بعد پیشنهاد شده است.

انتخاب پروفیل برای بادبند باید به گونه ای باشد که حتما امکان اجرا طول جوش لازم را بما بدهد زیرا بادبندها رامعمولا بصورت عضو کششی محاسبه مینمایند طول جوش در تمام اجزا مخصوصا اجزا کششی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بدین مناسبت در محل برخورد پروفیلهای باد بند با ستون های اطراف و همچنین محل برخورد باد بندها به یکدیگر صفحات فلزی قرار میدهند تا این صفحات امکان طول جوش مناسب را بما بدهد ابعاد این صفحات با توجه به طول جوش و نیروهای کششب بوسیله محاسبه بدست میاید ولی ابعاد آن در حدود ۴۰×۴۰ یا ۵۰×۵۰ و به ضخامت ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر است.

ناودانی نیز از پروفیلهای است که امکان طول جوش لازمر را در بادبندها میسر می سازد اگر بخاطر کمی جا و محدودیت های معماری مجبور باشیم لبه های ناودانی را ببریم بهتر این در محل برخورد آنها از یک عدد صفحه که ابعاد آن با محاسبه بدست میاید استفاده نمائیم.

رایج ترین پروفیل برای بادبند که مهندسین محاسب در ایران پیشنهاد مینمایند در ساختمانهای معمولی دو عدد نبشی است. با توجهبه بالهای نبشی که سطحی صاف است امکان طول جوش مورد نیاز را میسر می سازد در هر قاب باد بندی شده بوسیله نبشی و یا سایر پروفیلها در فاصله دو طبقه میباید پنج عدد صفحه بکار برده شود یکی رد وسط و چهار عدد در گوشه ابعاد صفحات با محاسبه بدست میاید ولی حداقل ضخامت آن ۱۰ میلیمتر و ابعاد آن در حدد ۴۰×۴۰ سانتیمتر است.

با توجه به اینکه بخاطر داشتن فضاهای بزرگ تر دیوارهای پارتیشن را ۸ و یا حداکثر ۱۰ سانتیمتری طراحی مینمایند و اغلب موقع بادبندها از دیوار پارتیشنها عبور می نمایند در این صورت امکان عبور دو عدد نبشی ۱۰ و یا ناودانی ۱۰ از پشت همدیگر مقدور نیست زیرا کلفتی بادبندها از باد دیوار جلوتر خواهد آمد بدین لحاظ ناچارا باید یکی از بادبندها را روی صفحه وسط قطع کرده و انرا از طرف مقابل ادامه دهیم.

اگر ضخامت تیغه ای که بادبند از آن عبور میکند کم باشد و بخواهیم بادبند را با تیر اهن اجرا نمائیم در این صورت لبه های تیر آهن از تیغه بیرون خواهد آمد.

اگر محاسبه جواب بدهد میتوانیم نیمی از بال تیر آهن ها را قطع نمائیم تا جان تیر آهن ها روی هم قرار بگیرد البته بواسطه قطع بال نقطعه ضعفی در این گره بوجود خواهد آمد.

اگر ضخامت دیوار جواب بدهد برای طول جوش کافی بعد از قطع نیمی از بال میتوانیم صفحه فلزی بین دو بازوی باد بند قرار دهیم.

اگر ضخامت دیواری که بادبند از آن عبور میکند باندازه کافی باشد بهتر است نیمی از بالهای تیر اهن را قطعه نکنیم و باید یک صفحه فلزی بین دوبازوی باد بند قرار دهیم تا طول جوش لازم تامین گردد.

در ساختمانهای آجری اگر بخواهیم قسمتی از سقف را بصورت طره (کنسول) اجراء نمائیم باید تیرآهن کنسول دو برابر طول طره در سقف مجاور خود ریشه داشته باشد. اگر تیررزی سقف بما اجازه ندهد که به این طریق عمل نمائیم می توانیم مطابق شکل بالا با عوض کردن جهت تیرریزی، سقف طره دار را اجراء نمائیم در این حالت باید طول طره و طول امتداد آن در سقف مساوی باشد.

در ساختمانهای آجری اغلب دیوارها مخصوصا دیوارهای خارجی ساختمان حمال می باشند و اگر بخواهیم در دیواری محلی برای کار گذاشتن در، یا پنجره باز کنیم باید بالای آن دو عدد تیرآهن که نمره آن با محاسبه بدست می آید کار بگذاریم به این آهنها اصطلاحا نعل درگاه می گویند رج آجرچینی بالای پنجره از روی نعل درگاه ادامه پیدا می کند آهنهای نعل درگاه باید بهمدیگر متصل شود تا یکپاره عمل نماید. برای اتصال آنها به یکدیگر بهتر است آنها را بوسیله میله گرد بهمدیگر جوش بدهیم برای داشتن طول جوش کافی باید میله گردها را روی قسمت داخلی بال پائین نعل درگاه جوش بدهیم.

در ساختمانهای بنائی بهتر است زیر سر پل های اصلی یک بالشتک بتونی قرار دهیم این بالشتک باید به صفحه ای مانند صفحه زیر ستون مجهز باشد تا بتوانیم پل را به آن جوش بدهیم این جوشکاری در هنگام وقوع زلزله مانع سقوط سقف می گردد. اگر صفحه زیر

ستون در دسترس نباشد می توانیم بجای آن از یک قطعه سر تیرآهن به طول ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر استفاده نمائیم بهتر است در نزدیک کف این بالشتک یک شبکه میله گرد ۱۰ یا ۱۲ میلیمتری گذاشته شود. اگر در ساختمان شناژ بالا اجرا می شود اجراء بالشتک بتونی لازم نیست.

در ساختمانهائی که اسکلت اصلی آن آجری می باشد اگر بخواهیم سقف طاق ضربی اجراء نمائیم و اگر بخواهیم تکیه گاه طاق ضربی را دیوار حمال قرار دهیم. باید آجر محل تلاقی و دیوار را چند سانتیمتر عقب ترکار بگذاریم تا بدین وسیله جای پای طاق را تعبیه کرده باشیم. طاق ضربی نامطمئن ترین نوع طاق در مقابل نیروهای زلزله می باشد. زیرا با کوچکترین حرکت سطح اتکاء طاق کنار رفته و طاق فرو می ریزد. برای آنکه با نیروی زلزله و تغییر شکل سقف تا اندازه ای مقابله کنیم، بهتر است روی هر قسمت از طاق محدود به چهار ستون یا چهار دیوار حمال میله گردی بصورت ضرب در کشیده و آنرا به کلیه آهنهای سقف جوش بدهیم، تا شکل چهارگوش سقف به مثلث تبدیل گردد (مثلثت تنها شکلی است که با وجود ثابت بودن اضلاع تغییر شکل نمی دهد) در نتیجه به مقدار قابل ملاحظه ای در مقابل نیروی زلزله مقاومت خواهد نمود. در سقف های طاق ضربی

آخرین آهن باید به آهن ماقبل آخر بوسیله میله گرد در دو نقطه بسته شود. تا مانع کنار رفتن آهن آخر و فرو ریختن طاق بشود به این آهنها میله مهار می گویند.

در بعضی از ساختمانهای اسکلت فلزی یا اسکلت آجری، فاصله بین تیرچه های فلزی را با آجر و ملات گچ و خاک بصورت طاق ضربی پر می کنند. طاق ضربی به نسبت سقف تیرچه بلوک و سقف بتونی در مقابل نیروهای ناشی از زلزله ضعیف تر می باشد. برای پر کردن اختلاف ارتفاع ضخامت تیرآهن و سقف از بتون سبک استفاده می شود روی بتون سبک با ملات ماسه سیمان موزائیک یا سنگ فرش می شود اگر لایه آخر پارکت باشد فرش کف باید به موزائیک ارزان قیمت خاتمه پیدا کند و قبل از نصب پارکت باید موزائیک آب ساب شود برای زیر پارکت می توان از ماسه سیمان لیسه ای با درز انبساط استفاده نمود. در ساختمانهای چندین طبقه برای جلوگیری از سرایت صدا به طبقات دیگر بهتر است در کف یک لایه عایق صوتی بکار برده شود.

می دانیم کلیه مصالح ساختمانی بجز فولاد بهیچ وجه نیروهای کششی را تحمل نمی کنند. در این صورت وجود بتون در منطقه کشش (دال یا هر عضو دیگر) علاوه بر آنکه کمکی به تحمل نیروهای وارده نمی نماید بلکه بار مرده سقف یا دال را بالا می برد که برای تحمل آن ناگزیر از بکار بردن فولاد بیشتر هستیم بدین لحاظ در سقف های تیرچه

بلوک، بتون ناحیه کشش حذف شده است و فقط آن مقدار بتون که باید فولادهای کششی را در خود جای دهد نگهداری می شود (بتون پاشنه تیرچه) حذف بتون کششی در سقفهای تیرچه بلوک که بوسیله بلوک جایگزین می شود سبب گردیده است این نوع سقفها از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه باشد و در نتیجه روز به روز بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. خلاصه آنکه سقف تیرچه بلوک عبارت است از تعدادی تیر T شکل که پهلوی همدیگر قرار گرفته اند.

اجزاء تشکیل دهنده سقفهای تیرچه بلوک عبارتند از تیرچه – بلوک – بتون بالا یا بتون درجا که در بالای سقف قرار گرفته و موجب اتصال تیرچه ها به همدیگر و یکپارچه کار کردن آنها می گردد یادآور می شوم که این بتون در قسمت فشاری سقف قرار دارد.

بلوک قطعه ای است سفالی یا بتونی که بین تیرچه ها قرار گرفته و هیچ نوع باری را تحمل نمی کند و فقط بمنزله قالبندی بتون بالا و همچنین قالبندی گونه های جان تیر T شکل برای بتون درجا می باشد.

ابعاد بلوک ۲۵×۲۰×۴۰ است و اگر بار سقف زیاد و یا دهانه بزرگ باشد که مجبور باشیم از تیرچه با خرپای بلند استفاده کنیم در این صورت باید بلوک با ارتفاع ۲۵ سانتیمتر بکار برده شود.

برای سقفهائی که بعلل محاسباتی مجبور هستیم با ضخامت زیادتر اجرا نمائیم باید از بلوکهای دو تکه استفاده شود ارتفاع این بلوکها وقتیکه روی هم قرار می گیرند بر حسب محل مصرف تا ۳۵ سانتیمتر هم می رسند بدلی آنکه این بلوکها بصورت کام و زبانه هستند وقتیکه رویهم قرار می گیرند یکپارچه عمل می نمایند.

وزن بلوک سفالی در حدود ۷ تا ۱۰ کیلوگرم و وزن بلوک بتونی در حدود ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم می باشد در هر حال وزن بلوک باید به اندازه ای باشد که یک کارگر بتواند به راحتی آنرا جابجا کند البته وزن بلوک هر قدر کمتر باشد بهتر است زیرا در این صورت بار مرده سقف کمتر خواهد شد.

سطح بالائی بلوک قالب بتون بالا را تامین مینماید و سطح زیرین آن برای گچ و خاک و سفیدکاری اطاقها می باشد و سطوح اطراف، قالب جان تیر T شکل بتون درجا می باشد و زاویه α سطح مقطع بیشتر جان تیر T شکل را تامین می نماید. خاصیت مکندگی بلوک نباید از ۲۰٪ بیشتر و از ۱۳٪ کمتر باشد زیرا در غیر این صورت یا کلیه آب ملات را مکیده و آن را فاسد می نماید و یا تمایلی به مکیدن آب ملات نداشته در نتیجه گچ و خاک و سفیدکاری به آن نمی چسبد و طبله می کند. مصالح مصرفی برای تهیه بلوک می تواند از یونولیت یا مقوا و غیره باشد ولی چنین بلوکهایی در ایران رایج نیست و بیشتر از بلوک

سفالی یا بتونی استفاده می شود بهر حال جنس بلوک باید طوری باشد که با بتون در جا ترکیب شیمیایی نداشته باشد.

رایج ترین نوع تیرچه که در ایران مورد مصرف دارد و اکثر قریب به اتفاق مهندسین ایرانی از آن استفاده می کند تیرچه با خرپا می باشد این نوع تیرچه ها تشکیل شده است از خرپا که اغلب از میله گرد ساخته می شود. بتون پاشنه و اگر برای ریختن بتون از قالب سفالی استفاده شود به آن تیرچه با کفشک گفته می شود. تیرچه پیش فشرده نیز در بعضی از ساختمانها مورد استفاده قرار می گیرد میله گرد بکار رفته در این نوع تیرچه ها با حد روانی بالا بوده و در ساختن این نوع تیرچه ها قبل از آنکه بتون ریزی تیرچه انجام شود میله گردهای بکار برده در تیرچه را تحت کشش قرار می دهند و آنگاه بتون ریزی تیرچه را انجام داده و پس از سخت شدن بتون میله گردها را آزاد می نمایند و بدین وسیله بتون تیرچه قبل از بارگذاری تحت فشار قرار می گیرد.

اجزاء تشکیل دهنده خرپای تیرچه عبارتند از میله گرد بالا – میله گرد مارپیچ یا میله گرد عرضی – آهن پائین یا میله گردهای کششی – میله گردهای بالا به منزله عضو بالای خرپا بوده و قطر آن نباید از ۶ میلیمتر کمتر و از ۱۲ میلیمتر بیشتر باشد (توصیه می شود که از میله گرد ۱۰ یا ۱۲ آجدار استفاده شود) ارتفاع خرپای تیرچه باید به اندازه ای باشد

که میله گرد بالا قدری بالاتر از سطح بلوک قرار گرفته و در بتون پوشش (بتون بالا) قرار گیرد میله گرد عرضی عضو مورب خرپا را تامین می نماید و نیروهای برشی سقف را تحمل می کند حداقل سطح مقطع میله گردهای عرضی نباید از ۰/۰۰۱۵bwt کمتر باشد که در آن bw عرض جان تیر و t فاصله دو میله گرد عرضی متوالی از همدیگر است. زاویه میله گردهای عرضی با آهن پایین بین ۳۰ تا ۴۵ درجه می باشد. قطر آهن عرضی بین ۵ تا ۱۰ میلیمتر است حداکثر فاصله میله گردهای عرضی از یکدیگر ۲۰ سانتیمتر می باشد.

آهن پایه یا میله گردهای کششی ممانهای مثبت وسط دهانه را تحمل می کنند. حداقل تعداد میله گردهای پایین که سرتاسر طول تیرچه را طی می کند دو عدد است و قطر آن نباید از ۸ میلیمتر کمتر و از ۱۶ میلیمتر بیشتر باشد حداقل سطح مقطع میله گردهای کششی برای فولادهائی که حد جاری شدن آن پایین است ۰/۰۰۲۵ و فولادهائی که حد جاری شدن آن بالا است ۰/۰۰۱۵ سطح مقطع جان تیر می باشد و حداکثر سطح مقطع آن نباید ۲/۵٪ سطح مقطع جان تیر بیشتر باشد.

اگر ضخامت بتون پاشنه تیرچه ۵/۵ سانتیمتر یا بیشتر باشد می توان از فولادهای کششی به قطر ۱۸ تا ۲۰ میلیمتر هم استفاه نمود.

حداقل فاصله میله گردهای کششی از همدیگر باید ۵ میلیمتر بیشتر از بزرگترین دانه بتون مصرفی باشد برای تأمین چسبندگی بیشتر بین فولاد و بتون توصیه می شود که کلیه میله گردها آجدار باشد.

برای تامین تکیه گاه بلوک، بتون پاشنه باید مسطح و صاف ریخته شود حداقل پهنای بتون پاشنه ۱۰ سانتیمتر است یا $\frac{۱}{۳/۵}$ ضخامت کل سقف می باشد و حداکثر آن ۱۶ سانتیمتر می باشد ضخامت بتون پاشنه ۴/۵ تا ۵/۵ سانتیمتر است بهر حال باید به اندازه ای باشد که کلیه آهنهای کششی در بتون آن غوطه ور باشند حداقل فاصله تار خارجی آهنهای کششی از کف بتون پاشنه ۱۵ میلیمتر و از لبه های کناری بتون ۱۰ میلیمتر و از سطح فوقانی آن ۱۰ میلیمتر است اگر از تیرچه در هوای آزاد استفاده شود باید حتا سقف از زیر بوسیله اندود ماسه و سیمان حداقل به ضخامت ۱۵ میلیمتر پوشیده شود. فاصله میله گردهای کششی در بتون پاشنه باید حداقل ۵ میلیمتر بیشتر از درشت ترین دانه بتون باشد. بتون پاشنه باید ریزدانه بوده و عیار آن ۴۰۰ الی ۵۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب شن و ماسه باشد.

اگر به دلایلی محاسباتی یا آئین نامه ای مجبور باشیم در ناحیه کشش بیش از دو میله گرد قرار دهیم می توانیم برای صرفه جوئی میله گرد سوم را کوتاه تر از دو میله گرد دیگر

در نظر بگیریم طول این میله گرد با توجه به منحنی ممان تعیین می گردد. برای استقرار میله گرد میانی باید از میله گرد اتصال استفاده کنیم. این میله گرد در عرض عضو کششی خرپای تیرچه قرار گرفته و به میله گردهای کششی جوش می شوند. قطر آن ۶ تا ۸ میلیمتر کافی است طول آن به اندازه عرض خرپای تیرچه می باشد تعداد آن در هر متر طول ۲ عدد کافی است.

حداکثر فاصله دو تیرچه نباید از ۷۰ سانتیمتر بیشتر باشد ولی اغلب قریب به اتفاق مهندسین ایرانی فاصله دو تیرچه را ۵۰ سانتیمتر محاسبه می نمایند. بهمین دلیل کلیه بلوکهائی که در بازار ایران موجود است ۴۰ سانتیمتر می باشد (محور تا محور تیرچه ۵۰ سانتیمتر). حداقل ضخامت سقف اگر تکیه گاه تیرچه را ساده محاسبه نمائیم $\frac{۱}{۲۰}$ دهانه می باشد و اگر تکیه گاه را گیردار یا نیمه گیردار محاسبه کنیم می توانیم ضخامت سقف را تا $\frac{۱}{۲۶}$ دهانه نیز اجراء نمائیم.

برای بار یکنواخت و بارهای استاتیک سقف تیرچه بلوک مناسب می باشد ولی برای بارهای دینامیک و بارهای متمرکز مانند پارکینگ و غیره نباید از سقف تیرچه بلوک استفاده نمود. حداکثر تا دهانه ۸ متر را برای سقفهای تیرچه بلوک مجاز دانسته اند ولی عملا بهتر است از دهانه های ۶/۵ متر بیشتر با سقفهای تیرچه بلوک پوشیده نشود.

حداکثر بار تا ۸۰۰ کیلوگرم بر متر مربع را می توان به وسیله سقف تیرچه بلوک پوشانید برای بارهای بیشتر بهتر است از دو تیرچه کنار هم استفاده گردد.

ضخامت بون پوشش حداقل ۵ سانتیمتر یا $\frac{۱}{۱۲}$ فاصله محور تا محور تیرچه ها می باشد

ضمنا با توجه به اینکه بتون پوشش در ناحیه فشار قرار دارد و هیچگونه کششی را تحمل نمی کند پس در این صورت به هیچ گونه میله گردی احتیاج ندارد ولی عملا دوسری میله گرد چپ و راست در آن قرار می دهند که به آن میله گرد حرارتی می گویند. این میله گردها تنشهای اتفاقی و همچنین تنشهای افت حرارتی را تحمل می نماید اگر میله گرد بالای تیرچه طوری واقع شود که قدری بالاتر از سطح بلوک در بتون پوشش قرار گیرد می توان از آن بجای میله گرد حرارتی استفاده نمود در این صورت یک سری میله گرد حرارتی عمود بر جهت تیرچه کافی می باشد. ولی برای تیرچه های پیش تنیده که میله گرد خرپائی ندارد حتما باید دو سری میله گرد چپ و راست حرارتی گذاشته شود. فاصله میله گردهای حرارتی از همدیگر ۱۳ اینچ می باشد ولی بهتر است فاصله آنها از یکدیگر از ۳۰ سانتیمتر تجاوز نکند میله گردهای حرارتی باید ۲ سانتیمتر پایین تر از سطح فوقانی بتون پوشش قرار گیرند.

حداقل قطر میله گردهای حرارتی برای فولادهای با حد روانی پایین ۵ و برای فولادهای با حد روانی بالا ۴ میلیمتر است ولی توصیه می شود از میله گرد آجدار ۸ یا ۱۰ میلیمتر استفاده شود. حداقل سطح مقطع فولادهای حرارتی در جهت امتداد تیرچه ۱/۲۵ در هزار و در جهت عمود بر آن ۱/۷۵ در هزار سطح مقطع بتون پوشش می باشد. حداقل فاصله دو بلوک (تامین کننده جان تیر T شکل) ۶/۵ سانتیمتر است ولی عملا با توجه به اینکه عرض تیرچه ۱۰ سانتیمتر می باشد این فصاله در حدود ۷/۵ سانتیمتر است در محاسبه تیرچه ها آنرا با تکیه گاه ساده محاسبه می نمایند در این صورت فقط ممان مثبت وسط دهانه را تحمیل می نماید و در تکیه گاه ها احتیاج به میله گرد ندارد ولی عملا برای مقابله با نیروهای احتمالی روی آهن بالای هر تیرچه یک عدد میله گرد ۱۰ یا ۱۲ آجدار بطول $\frac{۱}{۵}$ دهانه قرار می دهند که اصطلاحا در کارگاه به آن آهن منفی می گویند. برای تیرچه های کناری آهن منفی باید به گونیا ختم شود و این خم باید روی پل فلزی یا متصل به میله گردهای تیر بتونی باشد همچنین در وسط سقف اگر دو تیرچه دو طرف یک پل مقابل همدیگر واقع شوند باید روی هر دو یک آهن ممان منفی قرار دهند و اگر دو تیرچه دو طرف پل مقابل همدیگر نبودند باید مانند تیرچه های کناری عمل نموده و برای هر کدام یک آهن ممان منفی جداگانه قرار دهند. علاوه بر آن باید انتهای هر تیرچه به یک

عدد قلاب ختم گردد که این قلاب از روی پل شروع شده و با زاویه ۴۵ درجه به بتون پاشنه تیرچه برسد و در حدود ۵۰ سانتیمتر روی بتون پاشنه باید ادامه پیدا کند قطر آهن قلاب حداقل ۱۰ می باشد.

بعد از چیدن تیرچه و بلوک روی سقف میله گردهای حرارتی را می چینند قطر میله گرد حرارتی حداقل ۶ میلیمتر و فاصله آنها از یکدیگر حداکثر ۳۰ سانتیمتر و جهت آنها عمود بر میله گرد بالای تیرچه می باشد. اگر از تیرچه پیش فشرده استفاده نمائیم باید میله گرد حرارتی حتما در دو جهت چپ و راست چیده شود آنگاه میله گرد ممان منفی را به آهن بالای تیرچه متصل می نمایند طول میله گرد ممان منفی در حدود دهانه است. باید تیرچه های دو طرف یک پل طوری چیده شود که آهن بالای آنها مقابل همدیگر واقع گردد تا گذاشتن میله گرد ممان منفی میسر باشد و اگر تیرچه های دو طرف یک پل مقابل همدیگر قرار نگرفت باید برای هر تیرچه یک میله گرد جدا بطول حدود ۲ متر (تقریبا $\frac{۱}{۵}$ دهانه) طوری روی تیرچه قرار دهند که حداقل ۷۵ سانتی متر آن توی بتون دهانه مقابل واقع شود. بعد آهنهای قالب را قرار می دهند. این آهنها از روی پل شروع شده و با زاویه ۴۵ درجه خم می گردد تا به کف تیرچه برسد و در حدود ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر نیز روی تیرچه ادامه پیدا می کند اگر برای آهن قلاب و آهن ممان منفی از میله گرد

ساده استفاده شود باید به قلاب ختم گردد و اگر از آهن آجدار استفاده شود باید به گونیا ختم شود. با توجه به اینکه تیرچه ها با تکیه گاه ساده محاسبه می شوند طبق محاسبه هیچ گونه ممانی را در تکیه گاه تحمل نمی کنند و در آن نقطه احتیاج به فولاد ندارند ولی عملا برای ممان های احتمالی مخصوصا برای مقابله با نیروی زلزله در تکیه گاهها از میله گردهای ممان منفی و قلاب استفاده می نمایند و برای تنش های حاصل از افت حرارتی از میله گردهای حرارتی استفاده می گردد.

در سقف های تیرچه بلوک اگر اسکلت ساختما فلزی باشد بهتر است کلیه تیرها لانه زنبوری شود زیرا در این صورت بتون دو طرف پل از سوراخ لانه زنبوری عبور کرده و بهم دیگر متصل میگردد و همچنین میتوان آهنهای ممان منفی و حرارتی را حتی المقدور از سوراخهای لانه زنبوری عبور داده و بطور مستقیم و بدو ن انحنا موضعی اجرا نمود اگر ضخامت پل از ۲۵ سانتیمتر بیشتر باشد با توجه به اینکه ضخامت بتون ۵ سانتیمتر است باید بتون اختلاف سطح پل و بلوک با زاویه ۴۵ درجه ریخته شود باید کلیه تیرچه ها با قلاب به تیر متصل گردد برای تحمل ممانهای منفی باید روی اهن بالای کلیه تیرچه ها آهن ممان منفی بسته شود و اگر تیرچه های دو طرف یک پل درست مقابل همدیگر واقع نشدند باید برای هر تیرچه یک اهن ممان منفی یک طرفه گذاشته شود برای تیرچه برای

تیرچه های کناری هم باید آهن ممان منفی یک طرفه گذاشته شود برای انکه تیرچه ها مقابل هم دیگر واقع شوند باید در همه دهانه ها تیرچه چینی از یک سمت شروع شود.

ار دهانه سقفی بیش از سه متر باشد باید در موقع چیدن بلوک درست وسط دهانه عمود بر جهت تیرچه ها فاصله ای در حدود ۱۰ سانتیمتر ایجاد نمود به این فاصله کلاف عرضی می گویند و در این محل باید دو عدد میله گرد حداقل به قطر ۱۰ سانتیمتر یکی در بالا و دیگری ر پائین قرار داد میله گردبالا به اهن بالای تیرچه و میکه گرد پایین به مارپیچ تیرچه بسته میشود در موقع بتون ریزی این فضا که عمود بر جهت تیرچه ها میباشد از بتون پر شده و مانند تیری کمر تیرچه ها را نگه می دارد (این دهانه را دفتر تحقیقات و معیارهای فنی برنامه و بودجه ۴/۲ متر پیشنهاد می نماید) اگر دهانه ای از ۴/۵ متر بیشتر باشد دو کلاف عرضی باید گذاشته شود.

در ساختمانهای آجریاگر بخواهیم سقف تیرچه بلوک اجرا نمائیم باید حتما روی دیوار حمال شناژ افقی اجرا نمائیم پهنای این شناژ مساوی پهنای دیوار و بلندی آن در حدود ۳۵ تا ۴۰ سانتیمتر است و باید حداقل به چهار میله گرد ۱۲ یا ۱۴ مجهز گردد.

اگر سقف تیرچه بلوک در ساختمانهای بتونی اجرا گردد از انجا که ممکن است ارتفاع پلی که سقف به آن منتهی میگردد بلندتر از سقف باشد این اختلاف ارتفاع را در کنار پل

بوسیله بتون باز اویه ۴۵ درجه پر نمائیم و بقیه سطح را با بتون سبک و یا پوکه هم سطح نمائیم.

طول کنسول بتونی باید ۱/۴ طول سقفی باشد که کنسول به آن متکی است سر تیرچه های کنسول باید چند سانتیمتر بالاتر از رگلاژ شود آهن ممان منفی در روی کنسول باید بوسیله محاسبه تعیین گردد. زیرا کلیه بار کنسول وسیله همین آهنها تحمل میگردد.

در موقع رگلاژ تیرچه باید کمر تیرچه ها در حدود ۲ تا۳ سانتیمتر (به نسبت دهانه) از دو سر آن بلندتر باشد تا پس از بتون ریزی و قالب برداری اگر قرار است تیرچه افت کند، مسطح گردد.

عیار بتون روی بلوک ۳۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب شن و ماسه میباشد ضخامت آن در روی بلوک ۵ سانتیمتر است. برای راحتی کار اگر جلو دست بنایی که مشغول پهن کردن بتون روی بلوک میباشد یک عدد آجر فشاری که معمولا ضخامت آن ۵ سانتیمتر است قرار دهند کنترل ضخامت بتون روی بلوک آسان تر میشود . بتون روی تیرچه که در فاصله دو بلوک قرار میگیرد باید کاملا توپر بوده و کرمو نباشد. بهیمن لحاظ در حین بتون ریزی باید انرا با سر تیر چوبی نازکی کوبید و یابا ویبراتور لرزانید ، ویبره کردن بیش از حد بتون باعث تفکیکی اجزا آن میشود.