مقدمه

تقریباً هر ۱۰ سال یک زلزله مخرب در ایران رخ می دهد و آخرین زلزله دی ماه ۱۳۸۲ در بم بود که دهها هزار نفر تلفات داشت.

مقابله با خسارات با زلزله از دو جنبه اهمیت دارد یکی محل وقوع زلزله و دیگری شدت آن که پیشرفتهای قابل توجهی در آن حاصل شده است ولی از لحاظ زمان وقوع زلزله پیش بینی آن غیرممکن است و مشکلات زیادی را به وجود آورده است.

اجرای ساختمان

استاندارد ۲۸۰۰ ایران : که قسمتی از آن در مورد زلزله می باشد که این فیلم مربوط به آن می باشد این فیلم تمام مراحل اجرای ساخت یک ساختمان تجربی با مصالح بنایی را در مقیاس واقعی نشان می دهد و یک سری قوانین و قواعد برای ساختمانهای غیرمسلح (بنایی) مقاوم در برابر زلزله را ارائه می دهد.

ساختمان دو قسمت مجزا دارد : در یک قسمت کلاً اجزای فلزی و کلاف های افقی و قائم فلزی است و در قسمت دیگر با کلافهای قائم و افقی بتن آرمه در تراز ۴ و ۶ متر ساخته می شود ابعاد ساختمان نمایش داده شده ۴ × ۶ متر است با تیغه ای به طول یک متر عمود بر یکی از طولهای آن ضخامت یکی از دیوارها ۳۵cm و ضخامت بقیه دیوارها ۲۲cm است و ضخامت تیغه ۱۰cm است.

عرض پی نسبت به عرض دیوار، مقاومت زمین و بار وارده

عرض پی باید مقداری بیشتر از عرض دیواری که روی آن قرار می گیرد باشد این مقدار اضافی عرض بستگی به میزان بار وارده از ساختمان بر پی و جنس و مقاومت زمین زیر پی دارد بدین معنی که عرض پی نسبت مستقیم با میزان بار وارده دارد یعنی هر چه میزان بار بیشتر باشد عرض پی هم زیادتر خواهد بود عرض پی نسبت عکس با مقاومت زمین زیر پی دارد یعنی هر چه مقاومت زمین زیر پی کمتر باشد سطح پی و در نتیجه عرض پی بیشتر خواهد بود در مواقعی که در افزایش طول محدودیت داشته باشیم برای ثابت ماندن سطح پی باید به عرض آن اضافه کرد. اگر با توجه به مقاومت مجاز خاک شناژ یا کلاف بتنی زیر دیوار بتواند وزن دیوار را تحمل کند پی دیوار به حساب می آید.

عمق پی

به منظور مصون ماندن پی از آسیب پذیری در برابر فشار و ضربه و نیز عوامل طبیعی همچون یخ زدگی روی پی باید مقداری پایین تر از کف تمام شده ساختمان و کفهای مجاور باشد این مقدار پایین تر بودن را عمق پی یا عمق یخ زدگی پی می گویند در پی های خارجی ساختمان این عمق بیشتر و در پی های داخلی می توان این عمق را کمتر در نظر گرفت.

عمق پی بستگی به شرایط ساختمانی و موقعیت ساختمان و نیز شرایط اقلیمی دارد بدین معنی که در ساختمانهای بزرگ و صنعتی که رفت و آمد وسایل نقلیه و ماشین آلات

کارگاهی مانند جرثقیل و... وجود دارد چون نیروی ضربه ناشی از این ماشین آلات روی پی به مراتب بیشتر از ساختمانهای سادهٔ مسکونی است که در آن رفت و آمد ماشین آلات بسیار کم و نیروها ضربه ای نیستند و از طرفی در مناطق باران خیز مانند شهرهای شمالی کشور و نیز مناطق پر برف و کوهستانی کشور مانند شهرهای شمال غربی و غرب به دلیل طولانی بودن دوره یخ بندان باید عمق پی بیشتر باشد تا پی ساختمان از خطر یخ زدگی مصون بماند که در این مناطق عمق پی تا ۱۲۰ سانتی متر است ولی در مناطق معتدل و یا گرمسیر و ساختمانهای معمولی می توان عمق پی را تا ۵۰cm تقلیل داد به غیر از عوامل فوق عوامل دیگری در تعیین عمق پی مؤثرند که از آن جمله بالا و یا پایین بودن سطح آبهای زیرزمینی و جنس خاک زیر پی است. و از هر طرف حداقل ۵cm بتن بتواند پوشش محافظ آن باشد بهتر است خرکهای جانبی را با سیم به شبکه ثابت نگه داریم به جای خرکهای فلزی می توان کفشکهای فلزی یا ساخته شده از ملات یا بتن را به کاربرد حالا که شبکه ها بخوبی در جای خود مستقر شده اند نوبت نصب صفحات فلزی زیر کلاف های قائم فلزی است.

نصب صفحه کف ستونی و بولت

ستونها یا کلافهای قائم یک ساختمان نقش انتقال دهنده بارهای وارد شده را به پی به صورت نیروی فشاری، کششی، برشی یا لنگر خمشی به عهده دارد.

در این میان صفحه فلزی از یک سو با ستون و از سوی دیگر با بتن درگیر شده باشد بنابراین صفحه واسطه ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی سبب می گردد

توزیع نیروهای کلاف قائم در حد قابل تحمل برای بتن باشد. کار اتصال صفحه زیر ستونی با بتن به وسیله میله مهار (بولت) صورت می گیرد و برای ایجاد اتصال انتهای آن را خم می کنیم و مقدار طول بولت را محاسبه و تعیین می کند حداقل نظر این میله های مهاری میلگرد نمره ۲۰ است.

۹ صفحات فلزی متناسب با بستر صفحه به ابعاد تیرآهن کلاف قائم انتخاب می شود در این فیلم برای این پی از ورقهای فولادی ۲۰ × ۲۰ سانتی متری که ۱۰cm ضخات دارد صفحات فلزی با چهار بولت به قطر ۱۴ میلی متر روی بتن کلاف افقی تثبیت خواهند شد برای جاگذاری دقیق صفحات ریسمان کشی می کنیم تا نقطهٔ وسط صفحه ها با نقطه تقاطع دو ریسمان منطبق شود پس از اطمینان از قرارگیری درست صفحات به وسیله ریسمان کشی آنها را با سیم به شبکه میلگردها تثبیت و بعد از تراز شدن پیچ کنیم .

ضوابط و توصیه های آیین نامه در مورد آرماتوربندی

۱- تمام آرماتورهای باید به صورت سرد خم شوند مگر این که مهندس مسئول به شکل دیگری اجازه دهد.

۲- هنگامی که بتن ریخته می شود آرماتورهای فلزی باید از گل، روغن، یا سایر پوششهای غیرفلزی که چسبندگی بتن و آرماتور را کاهش می دهند پاک شده باشند (تحقیقات نشان داده است که یک مقدار در حد معمول زنگ، چسبندگی را افزایش می دهد)

۳- تلرانس (رواداری) ارتفاع d و حداقل پوشش بتنی در اعضا خمشی، دیوارها و اعضای فشاری یا کوچکتر مساوی ۲۰ و یا بزرگتر از ۲۰ باشد.

۴- تلرانس بر روی موقعیت طولی خمها و انتهای آرماتورها باید ۵ ± سانتی متر باشد بجز در انتهای غیر پیوسته اعضا (انتهایی که عضو ادامه پیدا نمی کند) که در آن تلرانس ۱/۲۵ ± سانتی متر است.

۵- برای بتن آرماتورها نباید میلگردهای متقاطع را به هم جوش داد مگر این که مهندس مسئول اجازه دهد.

۶- حداقل فاصله آزاد بین میلگردهای موازی در یک ردیف نباید از هیچ یک از دو مقدار d یا ۲/۵ سانتی متر کمتر باشد (فاصله آزاد میلگردها باید بزرگتر یا مساوی ۴/۳ برابر قطر بزرگترین دانه شن موجود در مصالح بتن باشد.

۷- در موردی که آرماتورهای موازی در دو یا چند ردیف قرار می گیرند میلگردهای ردیف بالایی باید مستقیماً روی میلگردهای ردیف پایینی واقع شوند و فاصلهٔ آزاد بین ردیفها باید حداقل برابر با ۲/۵ سانتی متر باشد.

۸- در اعضای فشاری مسلح شده به آرماتور مارپیچ یا تنگ فاصله آزاد بین میلگردهای طولی نباید از هیچ یک از دو مقدار d ۱/۵ و یا ۳/۸ سانتی متر کمتر باشد.

۹- محدودیت فواصل آزاد بین میلگردهای باید برای فاصله آزاد بین یک وصله پوششی تماسی و وصله های به میلگردهای مجاور نیز رعایت شود.

۱۰- در دیوارها و دال ها فاصله بین آرماتورهای خمشی اصلی نباید از هیچ یک از مقادیر سه برابر ضخامت دیوار یا دال و ۴۵ سانتی متر بیشتر گردد.

۱۱- حداقل پوشش بتن، بتنی که روی زمین ریخته شود و به طور دائم در تماس با آن باشد ۷/۵ cm باشد.

۱۲- در ستونها شیب قسمت مایل میلگرد انتظار خم شده نسبت به محور ستون نباید از ۱ به ۶ بیشتر گردد.

۱۳- قسمتهایی از میلگرد انتظار خم شده که بالا و پایین محل خمها قرار دارند باید موازی با محور ستون باشند.

۱۴- در محل خمهای میلگردهای انتظار خم شده باید آنها را به وسیله تنگهای عرضی، مارپیچ یا قسمتهایی از سیستم کف به طور افقی مهار نمود.

۱۵- میلگردهای انتظار خم شده باید قبل از جایگذاری در قالبها خم شده باشند.

۱۶- هر گاه یک وجه ستون به اندازه ۷/۵ سانتی متر یا بیشتر عقب می نشیند میلگردهای طولی نباید به صورت خم شده به کار برده شوند.

۱۷- مارپیچ ها باید از میلگردها یا سیم یکپارچه که به طور یکنواخت پیچیده شده تشکیل شوند و به گونه ای ساخته شوند که جابجایی و جایگذاری آنها را بدون تغییر ابعاد از مقادیر مورد نظر میسر سازد.

۱۸- برای ساختمانها با بتن ریزی درجا قطر دور پیچ ها نبایداز ۱/۰سانتیمتر کمتر باشد.

۱۹- فاصلهٔ آزاد بین دورپیچ ها نباید از ۷/۵ سانتیمتر بیشتر و از۲/۵ سانتیمتر کمتر باشد.

۲۰- مهار آرماتور دور پیچ باید به وسیله ۱/۵ درو پیچیدن اضافی میلگرد یا سیم مارپیچ در هر یک از دو انتهای مارپیچ تأمین شود.

۲۱- وصله های موجود در آرماتور مارپیچ باید از نوع وصله های پوششی به طول ۴۸d یا حداقل ۳۰ سانتی متر یا از نوع جوشی باشد.

۲۲- در هر طبقه مارپیچ ها باید از بالای دال یا پی تا تراز پایین ترین آرماتور افقی در اعضای نگه داشتهٔ فوقانی امتداد یا سبز

۲۳- هر گاه کلیه وجوه ستون به تیرها یا براکت ها اتصال نداشته باشد باید از بالای محل قطع مارپیچ ها تا کف دال یا پهنه تنگهایی قرار داد.

۲۴- در ستونهای دارای سرستون مارپیچ ها باید تا ترازی امتداد یا بند که قطر یا عرض سرستون مساوی با دو برابر قطر یا عرض ستون باشند.

۲۵- تمام میلگردهای ستون ها باید با تنگهای جانبی محصور شوند برای میلگردهای طولی با قطر ۱۰ ϕ و برای ۳۴ ϕبه بالا حداقل میلگرد ۱۲ ϕ به کار برده شود می توان از سیم آجدار یا شبکه سیمی جوش شده با مساحتی معادل استفاده نمود.

۲۶- فاصله قائم بین تنگها نباید از هیچ یک از مقادیر ۱۶ برابر قطر میلگردهای طولی ۴۸ برابر قطر میلگرد یا سیم تنگ و کوچکترین بعد عضو فشاری تجاوز نماید.

۲۷- تنگها باید به گونه ای ترتیب یابندکه تمام میلگردهای گوشه و نیز میلگردهای طولی به طورحداقل یک در میان در گوشه یک تنگ با زاویه داخلی حداکثر ۱۳۵ درجه قرار گرفته به طور جانبی نگه داشته شوند همچنین هیچ میلگردی نباید از میلگردهای دو طرف خود که در گوشه این تنگها قرار گرفته اند فاصله آزادی بیش از ۱۵ سانتی متر داشته باشند هنگامی که میلگردهای طولی روی محیط یک دایره قرار می گیرند می توان از تنگ به شکل یک دایره کامل استفاده کرد.

در هر طبقه فاصله قائم تنگهای واقع شده در بالای دال یا پی از سطح فوقانی دال یا پی نباید از نصف یک فاصله تنگ بیشتر شود و باید در طول عضو و با فاصله تعیین شده به گونه ای قرار گیرند که فاصله آخرین تنگ از پایین ترین آرماتور افقی موجود در دال یا پهنه طبقه فوقانی از نصف یک فاصله آرماتور (تنگ) بیشتر نشود.

۲۹- آرماتور فشاری موجود در تیرها باید با تنگها یا خاموتها و یا بوسیله شبکه جوش شده از سیم با سطح مقطع معادل محصور شوند چنین تنگها یا خاموتهایی باید در تمام طولی که آرماتور فشاری احتیاج است به کار برده شوند.

۳۰- آرماتور عرضی برای اعضاء خمشی قابها که در معرض معکوس شدن جهت تنش یا پیچش در تکیه گاهها قرار دارند باید تشکیل شود از تنگهای بسته، خاموتهای بسته یا مارپیچهایی که دور آرماتور خمشی می پیچند.

۳۱- در دالهای سازه ای که آرماتور خمشی تنها در یک جهت قرار داده می شود باید برای تنش های ناشی از افت و حرارت و در جهت عمود بر آرماتور خمشی آرماتورهایی تدارک دید.

۳۲- نسبت سطح مقطع آرماتور افت و حرارت به کل مساحت بتن به قطر میلگرد و تنش جاری شدن آن بستگی دارد اما به هر حال نباید از ۰/۰۰۱۴ کمتر گردد.

۳۳- فاصله بین آرماتورهای افت و حرارت نباید از هیچ یک از مقادیر پنج برابر ضخامت دال و ۴۵ سانتی متر بیشتر گردد.

خم ۱۳۵ درجه به علاوه طول مستقیم

خم ۹۰ درجه به علاوه خم طول مستقیم

نکته : عمق پی حداقل مساوی ۱/۳ ضخامت دیوار است و در هیچ حالتی کمتر از ۲۵ سانتی متر نباشد.

انواع میلگردهای مورد مصرف در بتن

میلگردها با توجه به بتن آلیاژ و شکل ظاهری انواع مختلفی دارند که در ایران برای مصرف در بتن از سه نوع آن در قطرهای مختلف استفاده می کنند.

۱- میلگردهای نرمه با مقطع دایره و سطح کاملاً صاف که اصطلاحاً به آن «میلگرد ساده» می گویند تنش حد جاری شدن این میلگرد kg/cm^2 ۲۲۰۰ است.

۲- میلگردهای آجدار و آجدار تابیده با دو آلیاژ سخت و نیمه سخت موجود است نوع سخت آن با تنش حد جاری شدن kg/cm^2 ۵۰۰۰ و نوع نیمه سخت آن دارای حد جاری شدن ۳۴۰۰ تا ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است.

۳- برای بتنهای پیش تنیده و پس تنیده از کابلهای فولادی با تنشهای بسیار بالا استفاده می کنند امروزه در مواردی که عوامل جوی سبب ایجاد خوردگی در میلگردهای فولادی و در نتیجه باعث ترکیدن بتن می شوند استفاده می کنند.

قلاب انتهای میلگردهای اصلی در بتن

برای افزایش چسبندگی بین میلگردها و بتن باید در انتهای میلگردهای فولادی قلاب ایجاد کرد حداقل اندازه قلابهای استاندارد در حالتهای متفاوت اجرایی بدین شرح هستند:

۱- خم ۱۸۰ درجه به اضافه طول مستقیم (حداقل ۴ برابر قطر میلگرد) مشروط بر این که طول مستقیم از ۶ سانتی متر کمتر نباشد.

۲-خم ۱۳۵درجه به اضافه طول مستقیم(حداقل ۸ برابر قطر میلگرد)در انتهای آزاد میلگرد

۳- خم ۹۰ درجه به اضافه طول مستقیم(حداقل ۱۲ برابر قطر میلگرد)در انتهای آزاد میلگرد

میلگردهای کف زیر دیوار ازمیلگردهای طولی و خاموتهای بسته یا تنها تشکیل می شود. انتهای میلگردهای طولی به اندازهٔ ۹۰ درجه خمش دارند و آجدار بهتر است به قطر ۱۲ میلی متر باشد و اگر ساده باشد قطرشان ۱۴ میلی متر باشد برای کلافهایی که عرض کمتر از ۳۵ سانتی متر دارند ۴ میلگرد و بیش از ۳۵ سانتی متر دارند ۶ میلگرد یا بیشتر به کار می رود.

مهار خاموتها (تنگ یا میلگرد عرضی)

هدف از کارگذاشتن آرماتور عرضی در اعضا جذب برش و پیچش می باشد این آرماتورها به هر منظوری که به کار گرفته شده باشند باید به گونه ای مناسب مهار شوند.

مطابق آیین نامه آرماتور عرضی (جان) تا آن جا که ممکن است و همچنین براساس ضوابط مربوط به پوشش بتنی آرماتورها به وجوه فشاری و کششی مقطع نزدیک شوند تا به نحو مطمئن تری ترکهای قطری محتمل را محدود کنند.

مقررات خم قلابهای تنگ (خاموتها)

الف) خم ۹۰ درجه با طول بعد از خم به اندازه 6 d از مرکز خم

ب) خم ۱۳۵ درجه با طول بعد از خم به اندازه 6d از مرکز خم

برای زیر دیوار ۳۵cm کلاف ۳۵ cm× ۲۵ و در زیر دیوار ۲۲ cm یا تیغه ۱۰ cm عرض و ارتفاع کلاف حداقل ۲۵ cm × ۲۵ است.

حداقل قطر خاموت در شناژها با عرض کمتر از ۴۰ سانتی متر برابر ۶ میلی متر و برای عرض بیشتر از ۴۰ میلی متر و کمتر از ۶۰ سانتی متر برابر ۸ میلی متر و برای عرض بیشتر از ۶۰ سانتی متر برابر ۱۰ میلی متر است.

حداکثر قطر خاموت مصرفی ۱۲ میلی متر است و اکثراً میلگردهای خاموت به قطر ۶ میلی متر می باشند .

- تنگها متناسب با شکل کلاف به شکل مربع یا مستطیل اند و میلگردهای طولی را محصور می کنند فاصله بین دو تنگ باید از ارتفاع کلاف بهتر باشد و اگر ارتفاع کلاف کمتر باشد. و اگر ارتفاع کلاف از ۲۰cm بیشتر باشد فاصلهٔ میان تنگها به هیچ وجه نباید از ۲۰cm تجاوز کند.
- روی میلگردهای طولی جای تنگها را علامت می زنیم و بعد از کار گذاشتن تنگها آنها را با سیم فلزی مهار می کنیم.
- برای دیوارهای ۲۲cm تنگهای مربع شکل و برای دیوارهای ۳۵cm تنگهای مستطیل شکل پیش بینی شده است.

میلگرد گذاری ساده شالوده

در عمل میلگردها به صورت شبکه ای در کف شالوده قرار داده می شود میلگردها را در جاهای از پیش تعیین شده ثابت می کنیم شبکه ها در داخل قالب چنان قرار می گیرند که از هر طرف حداقل 5cm از دیوارهای قالب و کف آن فاصله دارند تا بتن تمام میلگردها را بپوشاند و باعث چسبندگی و انتقال مناسب نیرو از فولاد به بتن و بلعکس شود.

شبکه ها در داخل قالب چنان قرار بگیرند که از هر طرف 5cm فاصله باشد. در جاگذاری شبکه ها باید توجه کرد که در گوشه ها و محل اتصال کلاف ها به یکدیگر انتهای میلگردها در هم دیگر قفل و اتصال شوند برای اتصال مطمئن تر و شکل پذیرتر کلاف ها می توان در انتهای آنها میلگردهایی به شکل U قرار داد در واقع دو میلگرد U شکل در گوشه بر روی دو شبکه میلگردهای طولی عمود بر هم قرار می گیرند و با سیم به یکدیگر و به میلگردهای طولی هر دو شبکه متصل می شوند.

از خرکها برای تنظیم فاصله ثابت بین میلگردهای کلاف از کف به ضخامت دیوارهٔ قالب زیر دیوار را بتن ریزی کنیم باید ریشه ریشه میلگردهای کلاف قائم بتن آرمه را در جای خاک قرار دهیم.

ابتدا یک تنگ را به وسیله شبکهٔ کلاف افقی تثبیت می کنیم تا چهار میلگرد به شکل ۱ و به طول 40cm و به قطر ۱۰ میلی متر در آن جای گیرد و تنگ دیگری در انتهای میلگردها آنها را محصور می کند و در موقع بتن ریزی کلاف های افقی تغییر شکل نداده و

از محل خود خارج نشوند این تنگ ها فقط برای تثبیت ریشه ها در موقع بتن ریزی به کار می رود و پس از بتن ریزی می تواند در آورده شود و به جای آن تنگهای اصلی قرار بگیرد در شرایطی که بتونیر وجود نداشته باشد بتن کلاف می تواند به صورت دستی اما با دقت کافی و با شن و ماسه شسته و دانه بندی شده بدون گرد و خاک ساخته شود.

بتن ریزی

برای تهیه بتن ساختمان مذکور شن و ماسه را با هم مخلوط کرده و ۳۰۰ کیلوگرم سیمان به کار می بریم ضخامت فشاری بتن ساخته شده حدود kg/cm^2 ۲۰۰ برای نمونه استوانه ای ۲۸ روزه است در فاصلهٔ قالب کلاف زیر دیوار در اطراف شبکه فلزی میلگردها ورق های نایلونی پهن می شود تا مانع جذب آب بتن توسط خاک گردد.

بتن ساخته شده با دقت در قالب کف زیر دیوارها ریخته می شود بتن ریزی به صورت پیوسته و در یک روز صورت می گیرد برای تراکم دادن بتن عمل ضربه زدن به صورت افقی انجام می شود در فضای داخل میلگردهای فلزی و در گوشه ها به وسیله ویبره و با دقت کافی همه جا را همگن و یکنواخت می کنند.

مراقبت از بتن

مراقبت از بتن با مرطوب نگه داشتن سطح آن برای مدت حداقل ۳ روز لازم است برای این کار پوشاندن سطح آن با گونی خیس و مرطوب نگه داشتن دائمی آن راه مناسبی است.

شناژ قائم در ساختمانهای با مصالح بنایی

برای مقاوم کردن ساختمانهایی با مصالح بنایی در مقابل زلزلـه و نشـستهای نامتقـارن از شناژ قائم اسـتفاده مـی شـود وظیفـه ایـن شـناژها کـلاف کـردن شـناژهای تحتـانی و فوقـانی ساختمان و ایجاد ارتباط کامل بین اعضای تحمل کننده بارهای فشاری است.

میلگرد گذاری شناژ قائم

ابتدا در پی ریشه هایی جهت آرماتورهای شناژ قائم تعبیه می شود پس از اجرای دیـوار و ایجاد فضایی برای شناژ قائم بوسیله چهار میلگرد طولی اتصال به میلگردهای انتظـار برقـرار شده و پس از تکمیل و اجرای کامل میلگردهـای طـولی و نگهدارنـده عرضـی (خاموتهـا) بـا بستن دو طرف شناژ بتون ریزی انجام مـی گیـرد میلگردهـای شـناژ قـائم در محـل اتـصال بـا شناژهای افقی به اندازه لازم و طول استاندارد در نظر گرفته شده و نقـش میلـه هـای انتظـار را بازی می کنند.

در کلیه ساختمان های با مصالح بنایی دو طبقه و همچنین در ساختمانهای یک طبقـه بـا اهمیت زیاد کارگذاری کلافهای قائم فلزی در گوشه های اصلی سـاختمان و نقـاط تقـاطع و داخل دیوارها ضروری است فاصلهٔ حداکثر تا 5cm استوانه ای را در مـورد جـا و تعـداد آنهـا باید رعایت گردد در اطراف بازشوهای بزرگ نیـز کـلاف قـائم بـه کـار مـی رود بـرای ایـن منظور می تـوان از تیـرآهن حـداقل نمـره ۱۰ و یـا پروفیـل فـولادی معـادل آن اسـتفاده کـرد مشروط بر آنکه اتصال دیوار به کلاف فولادی به وسیله میلگردهای افقی بخوبی تـأمین شـود

در آماده سازی تیرآهن ها اندازه گیری دقیق ابعاد آنها و تعیین جای نبشی های اتصال اهمیت زیادی دارد نبشی های لازم برای نصب کلافهای افقی فلزی در محل خود روی کلاف قائم فلزی نصب می شود. به هنگام آماده کردن مراحل بعدی در تمام مدت مراقبت از بتن گونی خیس باید استفاده شود.

همچنان که نشان داده شده برای نصب کلاف قائم فلزی روی کلاف افقی بتنی از صفحات فولادی یعنی کف ستون استفاده کردیم بعد از بتن ریزی کلاف افقی صفحه ها را باز می کنیم تا بتن زیر صفحه بدقت تفکیک گردد.

پس از تسطیح بتن صفحه مجدداً کار گذاشته می شود و فقط زمانی که از تراز کردن صفحه و قرار گیری آن در ارتفاع مناسب مطمئن شدیم می توانیم میل مهارهای را کاملاً حفظ کنیم بین تیر آهنها قطعات کوچک میلگرد یا تسمه جوش قرار می دهیم تا بعد از نصب شان بتوان به آسانی از آن بالا رفت روی صفحه کف ستون نبشی های لازم برای اتصال کلاف قائم فلزی جوش داده می شود نصب کلاف قائم فلزی پس از آنکه بتون کلاف افقی زیر دیوار به اندازهٔ کافی برای تحمل وزن این کلاف قائم خود را گرفت آغاز می شود پس از قرار دادن کلاف قائم فلزی در محل خود به طور متقارن روی صفحه از قائم بودن آن به وسیله شاغول اطمینان حاصل می نمائیم کلاف قائم فلزی را می توانیم تا ارتفاع کامل دیوار یکپارچه اجرا کنیم.

از متصل کردن کلاف به صفحه می توان از حرکت کلاف جلوگیری کرد آنگاه نبشی های یک طرفه تیرآهن به خوبی به تیرآهن و صفحه آن جوش داده می شود تا اتصال کامل کلاف به صفحهٔ زیر آن تأمین گردد.

کلافهای قائم فلزی داخل دیوار نقاطی که در تقاطع دیوارهای عمود بر هم قرار ندارند نباید به صورتی نصب گردند و به دیوار درگیر شوند که بتوانند مقاومت کافی در مقابل حرکت دیوار عمود بر صفحهٔ دیوار تأمین کنند نگهداری انتهای تیرآهن نیز نظیر کلاف قائم فولادی روی صفحات می توان استفاده کرد و بعد از کار آنها را باز کرد.

نتیجه

بتن آرمه بودن کلاف زیر دیوار در ساختمانهای با مصالح بنایی ضروری است اما در تراز روی دیوار و سقف به جای کلاف بتن آرمه می توان از تیرآهن نمره ۱۲ یا پروفیلهای فولادی با سطح مقطع معادل استفاده کرد مشروط بر آنکه کلاف فولادی با تیرهای سقف بخوبی متصل شود و همچنین این کلاف به نحو مناسبی به دیوار مهار گردد.

ضوابط آیین نامه ای در مورد ستونها

هیچ یک از ابعاد مقطع ستون نباید از ۲۵ سانتی متر کمتر انتخاب شود.

نسبت طول آزاد ستون به بعد کوچک آن نباید از ۲۵ سانتی متر بیشتر باشد.

۳- در صد مناسب فولاد بین یک تا چهار درصد می باشد در موارد استثنایی بویژه از نظر جا دادن و متراکم نمودن بتن که به اشکالی به وجود نیاید با توجه به موضع قطع و آرماتورها می توان حداکثر آن را تا شش درصد افزایش داد.

۴- توزیع آرماتور در مقطع باید حتی المقدور به صورت متقارن انجام شود تا امکان اشتباه در اجرا به حداقل برسد.

۵- فاصله آزاد بین آرماتورهای طولی نباید از ۵۰ سانتی متر کمتر و از ۳۵ سانتی متر بیشتر باشد.

۶- حداقل تعداد آرماتورهای طولی در مقاطع دایره ای ۶ و در مقاطع چند ضلعی به تعداد گوشه هاست.

۷- در مواردی که ابعاد ستون فوقانی کاهش می یابد آرماتورهای ستون تحتانی خم شده به موازات محور ستون فوقانی ادامه می یابند قسمت مایل در فاصله ای برابر ۷/۵ سانتی متر بالاتر از سطح تحتانی دال یا تیر متصل به ستون شروع و به ۷/۵ سانتی متر پایین تر از سطح فوقانی دال یا تیر متصل به ستون خم می شود شیب قسمت مایل آرماتور نسبت به محور ستون نباید از ۱ به ۶ تجاوز کند.

۸- فاصله تنگها در دو انتهای ستون در طولی برابر بیشترین مقدار ۱/۶ طول ستون بزرگترین بعد مقطع ستون ۵۰ سانتی متر نباید بیشتر از مقادیر زیر در نظر گرفته شود :

الف) نصف کوچکترین بعد مقطع ستون

ب) هشت برابر کوچکترین قطر میلگردهای طولی

ج) بیست و چهار برابر قطر تنگها

تنگهای ستون باید با همین فاصله در محل تلاقی با تیر ادامه یابد و فاصله تنگها در سایر نواحی ستون حداکثر به دو برابر مقادیر فوق و حداکثر ۳۰ سانتی متر محدود می گردد.

۹- حداقل قطر آرماتورهای طولی ۱۴ ϕ و تنگ ۶ ϕ است.

۱۰- پوشش آزاد بتن حداقل ۲/۵ سانتی متر است.

ضوابط آیین نامه ای مربوط به شالوده ها

۱- شیب مجاز بین دو شالوده تکی $\frac{1}{300}$ است و نشست مجاز نسبی دو شالوده $\frac{1}{300}$ (L فاصله محور تا محور دو شالوده مجاور هم) است.

۲- حداقل عمق شالوده های تکی از روی شبکه تحتانی ۳۰ سانتی متر است مگر در لبه کناری شالوده که می تواند تا ۱۵ سانتی متر تقلیل یابد مشروط به آنکه در زیرستون ضخامت شالوده ۳۰ سانتی باشد.

۳- شناژها وظیفه کلاف کردن شالوده ها را به عهده دارند تا از جابجایی نسبی آنها در سطح افق جلوگیری کنند و مقطع شناژ معمولاً براساس حداقل ۵ درصد بار بیشتر ستونهای مجاور به صورت کششی طرح می شود آیین نامه بتن ایران حداقل ارتفاع آن را تا ۳۰ سانتیمتر با چهار میلگرد آجدار طولی از نوع ۲ ϕ و خاموت حداقل ۵ ϕ به فواصل ۲۵ سانتیمتر پیشنهاد می کند (عرض آن تابع دیوارها و ملاحظات محاسباتی است اما کمتر از ۳۰ سانتیمتر توصیه نمی شود).

۴- حداقل درصد فولاد شالوده ها در واحد سطح مقطع آن حدود ۰/۰۰۲ می باشد (دو در هزار سطح مقطع)

۵- فاصله آرماتورهایی که در شالوده به کار می رود نباید از ۱۰ سانتی متر کمتر اختیار شود و حداقل قطر آرماتور مصرفی ۱۰ ϕ باشد.

۶- میلگرد طولی کلافها اگر حداقل ۲۰ برابر قطر خود از محور ستون عبور کنند مهار آنها تأمین می گردد.

در سپاهان شهر از ساختمانی بازدید کردیم که کافرمای این پروژه ، شرکت نماد ساختمان و پیمانکار آن مهندس مسائلی است. تاریخ تحویل زمین در قرارداد ۸۱/۱۱/۱۵ و شروع به کار پیمانکار در تاریخ ۸۲/۲/۱ بوده است که طبق مفاد این قرارداد باید ساختمان تا تاریخ ۸۳/۳/۱ به اتمام برسد. (البته این قرارداد فقط در مورد سفت کاری ساختمان است یعنی هنوز در مورد نازک کاری آن هیچ توافقی نشده بود)

در متن قرارداد ، مدت تجهیز کارگاه ۴۶ روز و سفت کاری آن به مدت یک سال و شش ماه و انجام کارهای متفرقه و برچیدن کارگاه به مدت ۲۵ روز تعیین شده است.

زیربنای ساختمان ۱۸۷۰۰ متر است و ساختمانی مسکونی است که سه قسمت دارد. یک قسمت میانی و دو قسمت کناری (گودی) که به صورت قرینه هستند. ساختمان پنج طبقه است و در هشت بلوک است که چهار بلوک وسط و چهار بلوک در قسمت کناری است. کل ساختمان ۱۲۸ واحد است. واحدها از ۶۰ متر تا ۹۰ متر هستند و ساختمان دارای پارکینگ است. [البته دو گودیها شش طبقه اند (دو طبقه پارکینگ) و قسمت میانی پنج طبقه است.] دو تنهٔ گوشه، سه متر نسبت به چهار تنهٔ وسط پائین تر است. رامپ آن بتنی است. فونداسیون آن ۱۷ نوع تیپ دارد از نظر ابعاد و آرماتور. بخشی از جزئیات در داخل نقشه وجود دارد مثل نوع بتن و... نقشهٔ آلس ستونها، تیپ ستونها و فاصله ستونها را از همدیگر نشان می دهد. بعضی از ستونها در نقشهٔ تیپ ستونها، دارای سنجاقی هستندیعنی به علت ازدیاد میلگرد، علاوه بر یک خاموت، یک خاموت دیگر هم داشته باشند که دو

خاموت بصورتی جای می گیرند که تقریباً روی هر میلگرد یک قسمت خاموت قرار می گیرد. ابعاد خاموتها را براساس نقشه دارند و بعد با استفاده از آچار مخصوص، آنها را خم می کنند.

برای اجرای سقف، ابتدا کف کشی می کنند سپس آرماتوربندی می کنند و بعد از تیرچه گذاری و قراردادن بلوک، روی آنها آرماتورهای حرارتی را به صورت رفت و برگشت جای می دهند. آنگاه منفی ها را در سر تیرچه قرار می دهند. در دالهای سازه ای که آرماتور خمشی تنها در یک جهت قرار داده می شود، باید برای تنشهای ناشی از افت و حرارت و در جهت عمود بر آرماتور خمشی، آرماتورهای تدارک دید. نسبت سطح مقطع آرماتور افت و حرارت به کل مساحت بتن، به قطر میلگرد و تنش جاری شدن آن بستگی دارد، اما به هر حال نباید از ۰/۰۰۱۴ کمتر گردد و منفی ها برای اتصال بیشتر تیرچه ها با شناژ است.

بازدید دوم مربوط به زمین بود که خاکبرداری در آن انجام شده بود و آرماتورهای شناژ آن در محل خود قرار داده شده بودند و فونداسیون آن اجرا شده بود. ظاهر این فونداسیون نشان می داد که آنجا یک ساختمان است که یا به صورت آمفی تئاتر است یا یک سالن ورزشی است. یک ساختمان در واقع به صورت سالن است.

پی های این ساختمان بصورت منفرد اجرا شده است. در واقع یک مش آرماتوربندی در قسمت کف پی قرار گرفته است و یک شناژ ارتباطی (آرماتوربندی به صورت طولی)

بین تمام فونداسیونها جای گرفته است. آرماتوربندی طولی در واقع شناژ پی است. و در قسمت وسط قرار گرفته است.

سیستم این ساختمان به صورت اسکلت فلزی است، با توجه به بیس پلیت ها و بولتهایی که وجود دارد. بیس پلیت به ابعاد ۴۰ × ۴۰ و ضخامت آن به اندازه ۱/۴ یا ۱/۲ میلی متر است. در ساختمانها براساس ابعاد (مشخصات) ستون، ابعاد بیس پلیت را انتخاب می کنند و مقاومت فشاری که به آن منتقل می شود، تعیین می گردد. در واقع یک ستون در وسط بیس پلیت قرار می گیرد و یک لنگر خمشی حساب می شود. براساس لنگر خمشی که وجود دارد، محاسبه می کنند که ابعاد بیس پلیت چقدر باشد و براساس برش، ضخامت بیس پلیت مشخص می شود. یعنی ابعاد بیس پلیت دقیقاً با توجه به مقاومت خمشی و ضخامت بیس، براساس نیروی برشی تعیین می شود و علت اینکه میلگردهای خمشی در قسمت پایین قرار می گیرند بخاطر مسئلهٔ مقاومت خمشی است.

خاک این منطقه ماکادوم و مقاومت آن ۲/۵ تا ۳ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است.

در اطراف همهٔ میلگردها یک سری خرکهایی قرار می دهند بخاطر اینکه فاصله رعایت شود و فاصله آنها باید ۳ تا ۵ سانتی متر تا قالب باشد (برای پوشش بتن). برای پوشش بتن در زیر پی یک سری بالشتکهای بتنی در زیر آرماتورها قرار می دهند که بتن کاملاً زیر آرماتورها را بپوشاند.

ارتفاع شناژها بصورت معمول ۴۰ سانتی متر است. ارتفاع فونداسیون براساس نیروی برشی بدست می آید. با توجه به مقاومت برشی که بتن دارد، حساب می کنند که مسلماً نیروی برش را نیز محاسبه می کنند.

ارتفاع فونداسیون از ارتفاع شناژ بیشتر است. ارتفاع فونداسیون به صورت معمول ۶۰ تا ۷۰ سانتی متر است و براساس اینکه نیروی محوری ستون چقدر باشد، بدست می آید.

رویهٔ بتن صاف می شود برای اینکه ضخامت شناژ را نسبت به فونداسیون کم کنند. عمدتاً کف شناژ را بالاتر می برند در بعضی مواقع بصورت پلکانی درست می کنند یعنی کف شناژ و فونداسیون یکی است ولی رویه آنها یکی نیست و رویهٔ شناژ پائین تر قرار می گیرد و این یکی از بهترین و راحت ترین و اصولی ترین حالتها برای اجرا است.

در مورد ساختمانهایی که بیش از چندین میلگرد خورده اند اصولاً باید هر میلگرد یکی در میان در گوشهٔ خاموت قرار گیرد. میلگردهایی در کف بیس پلیت کار گذاشته اند تا خود صفحه بیس پلیت را مهار کنند. بعد از بتن ریزی صفحه را برداشته و قسمت فضای خالی را سیمان گروتین می ریزند تا تراز شود و ارتفاع تنظیم شود. سیمان گروتین عمدتاً سیمان های تزریقی هستند تا سیمان از نرمی خاصی برخوردار باشد و بیس پلیت کاملاً روی سیمان بنشیند. در پی سدها برای آب بندی پی سد، سیمان گروتین را توسط دستگاههایی با فشار بالا وارد محفظه های سد می کنند تا آب از آن محفظه ها وارد نشود. ساختمانی که قرار است پیاده شود اگر چهارگوش باشد در چهار گوشهٔ آن بنچ مارک قرار می گیرد که

اصطلاحاً به آنها بنچ مارکهای مسطحاتی و بنچ مارکهای ارتفاعی می گویند. بنچ مارکهای مسطحاتی برای پیاده کردن ساختمان اتس و در گوشه ها قرار می گیرد و با توجه به آنها، آکس های ساختمان و محورهای ساختمان مشخص می شود.

بعضی مواقع در وسط ساختمان هم از چندین بنچ مارک استفاده می کنند و این بنچ مارکها ارتفاعی هم هستند بلحاظ اینکه ارتفاع را نسبت به آن می سنجند و ارتفاع صفحه زیر ستون را نسبت به بنچ مارک می سنجند تا چقدر بالاتر باشد و چقدر پائین تر باشد و کف تمام شده را نسبت به آن بنچ مارک می سنجند و کف تمام شده معمولاً همان کف بیس پلیت است در هر صورت سعی می شود که بیس پلیتها در سطح تمام شده قرار بگیرد.

بتن مگر عمدتاً دارای ضخامت ۱۰ cm است.

قالب این ساختمان، آجری است و بعد از آرماتورگذاری، پلاستیک قرار داده می شود تا موقع بتن ریزی، شیوهٔ بتن توسط دیوارها جذب نشود. در بعضی مواقع چون ارتفاع پی زیاد است دو تیکه بتن ریزی می کنند. برای اینکه ارتفاع فونداسیون ۲ متر است و اگر کلاً بتن ریزی کنند حجم بتن ریزی آن زیاد می شود و هزینهٔ آن بالا می رود. برای اینکار از سیستم پدستال استفاده می کنند. ستون بارش را به فونداسیون و کف منتقل می کند و برای این کار از سیستم پدستال استفاده می کنند و این سیستم بتنی است.

بولتها باید از میلگرد ۲۸ تا ۳۰ میلی متر استفاده شوند.

قسمت تراز با پی های مجاور را از ابتدا قالب بندی و بتن ریزی می کنند و بعد قسمت بالایی را قالب بندی می کنند و دوباره بتن ریزی می کنند. این روش هزینه را پایین می برد.

سطح مبنای ساختمان

چون سطوح یک ساختمان نسبت به سطوح زمین دارای ارتفاع متفاوتی هستند، باید در طول مدت اجرا و در هر زمان بتواند ارتفاع نقاط مختلف ساختمان را تعیین و یا کنترل کرد تا از کارهای اضافه یا اشتباهات احتمالی جلوگیری شود. هر ساختمان نیاز به یک سطح مشخص دارد که به آن سطح مبنا یا BM می گویند و معمولاً برای تثبیت و جلوگیری از انهدام و از بین رفتن آن را محافظت می کنند.

پی کنی

پی کنی در ساختمان به دو منظور انجام می شود :

قسمت تراز با پی های مجاور را از ابتدا قالب بندی و بتن ریزی می کنند و بعد قسمت بالایی را قالب بندی می کنند و دوباره بتن ریزی می کنند. این روش هزینه را پایین می برد.

سطح مبنای ساختمان

چون سطوح یک ساختمان نسبت به سطح زمین دارای ارتفاع متفاوتی هستند، باید در طول مدت اجرا و در هر زمان بتواند ارتفاع نقاط مختلف ساختمان را تعیین و یا کنترل کرد تا

از کارهای اضافه یا اشتباهات احتمالی جلوگیری شود. هر ساختمان نیاز به یک سطح مشخص دارد که به آن سطح مبنا یا BM می گویند و معمولاً برای تثبیت و جلوگیری از انهدام و از بین رفتن آن را محافظت می کنند.

پی کنی

پی کنی در ساختمان به دو منظور انجام می شود :

۱- دسترسی به زمین سخت و مقاوم، زیرا بارهای ساختمان نهایتاً به زمین منتقل می شود و در نتیجه زمین ریزی باید مطمئن باشد و نشستن نکند.

۲- برای محافظت پی ساختمان و جلوگیری از اثرات جوی مانند یخ زدگی و نیروهای جانبی پس از پیاده کردن نقشه روی زمین، شروع به پی کنی می کنیم.

پی کنی در زمینهایی که از نظر جنس و مقاومت زمین و نیز وجود آبهای سطحی و عمقی با هم تفاوت دارند، فرق می کند ابعاد پی کنی به ابعاد پی و عمق پی کنی به ارتفاع پی و شرایط اقلیمی بستگی دارد. به هر حال در هر نوع آب و هوایی عمق پی کنی نباید از ۵۰ سانتیمتر کمتر شود.

پی سازی و هدف آن

بارهای وارد از سقف ساختمان به ستونها و یا دیوارها و سپس به مسنی و نهایتاً به پی ساختمان وارد می شود. پی نیز بارهای وارده را به زمین منتقل می کند. پس پی عامل انتقال

کلیه بارهای ساختمان به زمین است. پس باید به گونه ای اجرا شود که بتواند صدها تن وزن ساختمان و اشیایی که در آن قرار دارد را تحمل کند. غیر از طرح و اجرا باید به جنس مصالح پی توجه کرد که مصالح از مرغوب ترین نوع آن باشد و نحوهٔ ساخت آن کاملاً اصولی و فنی باشد. ابعاد پی بستگی به مقاومت زمین و نیروهای وارد بر پی و جنس و مقاومت مصالح آن دارد.

آماده سازی پی

قبل از پی سازی باید کف پی را آماده کرد بدین صورت که کف پی باید کاملاً مسطح و عاری از هر گونه مواد زاید باشد. همچنین نباید با خاک دستی یا با مصالح غیر مقاوم پر شده باشد. برای تسطیح و آماده سازی نهایی کف پی آن را با بتن سبک (مگر) یعنی با بتونی که در هر متر مکعب ساخته شدهٔ آن حدود ۱۵۰ کیلوگرم سیمان باشد، تسطیح می کنیم. وظیفهٔ بتن مگر پر کردن حفره هایی است که هنگام پی کنی در زمین به وجود آمده است و همچنین به وجود آوردن سطح کاملاً تراز، برای انجام عملیات پی سازی است.

انواع پی سازی از نظر مصالح مصرفی

پی ها معمولاً از نظر مصالح مصرفی به پنج دسته تقسیم می شوند که عبارتند از پی های شفته آهکی- آجری- سنگی- بتونی و فلزی

۱- پی های شفته آهکی

پی سازی با شفته آهک ساده ترین و ابتدایی ترین نوع پی سازی است. این پی را برای ساختمانهای کوچک و کم ارتفاع مانند ساختمانهای یک یا دو طبقه به کار می برند و امروزه مصرف زیادی ندارد و بیشتر در پی سازی ساختمانهای روستایی به کار می رود، زیرا دوام و مقاومت این پی خصوصاً در محلهای مناسب، چندان مطلوب نیست. قبل از پیدایش سیمان و پی های بتونی از این پی استفاده می شد.

مصالح مصرفی در این پی عبارت است از : خاک، دانه های سنگی، خمیر و یا گرد آهک که با آب مخلوط می کنند.

۲- پی های سنگی :

این پی از سنگهای طبیعی و در نقاطی که سنگ فراوان در دسترس باشد ساخته می شود. سنگی که برای پی سازی انتخاب می شود باید سالم و بدون پوسیدگی باشد و معمولاً از انواع سنگهای لاشه ای شکسته باشد. از سنگهای قلوه ای و مدور نباید برای پی سازی استفاده کرد، زیرا روی هم می لغزند و حالت ناپایداری در پی بوجود می آورند. اگر از سنگهای قلوه ای برای پی سازی استفاده می شود باید آنها را شکست.

۳- پی های آجری :

از پی های آجری در مواقعی استفاده می کنند که ساختمان کوچک و بار وارده نیز کم باشد. این پی نیز مانند پی های سنگی به اندازهٔ ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر از طرفین عریضتر از دیوار روی آن است. برای این منظور لازم است که عرض پی کنی نیز ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر از عرض دیوار بیشتر باشد. چون زاویه پخش بار در پی های آجری در حدود ۴۵ درجه است. برای صرفه جویی در مصرف آجر بهتر است آن را به شکل پلکانی چید. این پی معمولاً با آجر و ملات ماسه و سیمان یا ماسه آهک ساخته می شود.

۴- پی های بتونی :

بتون را می توان یکی از مقاومترین و مستحکم ترین سنگهای مصنوعی دانست، لذا پی هایی که با بتون ساخته می شود، بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می آیند. امروزه پی ساختمانهای سنگین و چند طبقه را با بتون مسلح می سازند. برای ساختمانهای سبک و یک طبقه نیز پی های بتونی غیرمسلح از نوع نواری آن بسیار مناسب خواهد بود.

زاویه پخش بار در پی های بتونی بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است، لذا می توان ایـن گونـه پـی هـا را پلکانی یا به صورت هم ناقص ساخت و از مصرف اضافی بتن صرفه جویی کرد.

پی بتونی پلکانی

پی بتونی با شیب ۳۰ درجه

۵- پی های فلزی :

در صورتی که بارهای وارده بر ستون ، سنگین بوده و یا ظرفیت باربری مجاز خاک، کوچک باشد، گاهی برای ستونهای فولادی از شالوده هایی با شبکهٔ فولادی استفاده می شود. این نوع شالوده بخصوص در مورد بارهای نچندان سنگین، با شالوده های بتون مسلح که اغلب اقتصادی تر نیز هستند، جایگزین شد.

٦- پی های شمعی :

اگر پی کنی و پی سازی در عمق ۱۰ متر و بیشتر باشد، به دلیل سستی خاک پی کنی و پی سازی به روشهای معمولی ساده امکان پذیر نیست، بلکه باید از پی های شمعی استفاده کرد. بدین روش که شمعهای مقاومی از جنس چوب یا فلز و یا بتون در محل پی سازی می کوبند تا سطح مقاومی برای تحمل بارهای وارده به وجود آید. نوک کلیه شمعها تیز بوده و این شمعها را با دستگاهی بنام شمع کوب در داخل زمین می کوبند. بهترین نوع شمع، شمعهای بتونی پیش ساخته یا درجا هستند و آنها را به صورت استوانه ای به طول های ۱۰ تا ۳۰ متر و قطر ۲۵ تا ۴۰ سانتی متر می سازند.

بررسی ابعاد پی

طول و عرض و ارتفاع پی ها به بارهای وارده از طرف ساختمان بر پی و مقاومت خاک محل ساختمان بستگی دارد.

الف] طول پی : طول پی به اندازهٔ طول دیواری است که روی آن ساخته می شود.

ب] عرض پی : معمولاً عرض پی قدری بزرگتر از عرض دیواری است که روی آن ساخته می شود. زیرا اولاً هر چه سطح بار بزرگتر باشد فشار وارد بر آن کمتر است. در ثانی فرض بر این است که بار وارده به وسیلهٔ دیوار یا ستون بر پی با زاویهٔ ۴۵ درجه منتقل می شود.

ج] ارتفاع پی : از روی بار وارده بر پی و مقاومت زمین و پی محاسبه می شود.

فونداسیون

فونداسیون یا شالوده قسمتی از یک سازه است که غالباً زیرتر از سطح زمین قرار می گیرد و نیروهای ناشی از سازه را به پی (خاک یا بستر سنگی) انتقال می دهد.

عملکرد فونداسیون

تقریباً تمامی خاکها تحت تأثیر نیرو به مقداری قابل ملاحظه فشرده می شوند که این مسئله باعث نشست سازه استوار بر آن می شود.

دو اصل اساسی در طراحی شالوده ها باید رعایت شود :

۱- نشست کلی سازه به مقدار قابل قبول و جزئی معدود شود.

۲- قسمتهای مختلف سازه تا حد امکان نباید دارای نشستهای نامساوی باشند.

در عمل برای معدود کردن نشست، نیروهای ناشی از سازه را باید به لایه ای منتقل کنیم که دارای مقاومت کافی باشد و برای کاهش تنش فشاری، نیروهای وارده از سازه را در سطح وسیعی گسترده کرده به پی وارد می کنیم.

انواع شالوده

شالوده ها در حالت کلی به شالوده های دیوار و ستون تقسیم بندی می شوند. شالوده دیوار یک نوار از بتن مسلح به عرض بزرگتر از ضخامت دیوار است، (حداقل عرض ۵۰ سانتی متر) که بار دیوار را به سطح گسترده تری منتقل می کند. (شالوده نواری). شالوده های منفرد معمولاً به صورت مربع و گاهی به صورت مستطیل هستند.

در بعضی از شالوده ها ممکن است مقطع به شکل ذوزنقه باشد. در بعضی حالتها، شالوده به صورت مرکب (برای انتقال بار دو تا چند ستون) ساخته می شوند. در مواردی که مقاومت زمین در حد متعارضی باشد از شالوده های ساده و مرکب استفاده می شود و زمانی که زمین مقاومت کافی ندارد از شالوده های گسترده یا صفحه ای استفاده خواهد شد. شالودهٔ گسترده (رادیه) یک دال بتن مسطح یکپارچه است که در تمام سطح زیر ساختمان گسترده شده است.

انواع شالوده ها

شناژ ارتباطی

در فونداسیونهای منفرد، برای انتقال نیروهای جانبی (باد، زلزله) به زمین و یکپارچه کردن آنها و جلوگیری از نشستهای نامساوی زمین، فونداسیونها را به وسیلهٔ کلاف افقی (شناژ افقی) به یکدیگر متصل می کنند. معمولاً مقطع شناژها ، مربع یا مستطیل است و با حداقل چهار عدد میلگرد راسته در طول و خاموت در عرض به فونداسیونهای مجاور مرتبط می شود.

آرماتوربندی

یافتن شبکه ای از آرماتورها به صورت حصیر، قفسه، تکی سادهو قلابدار را آرماتوربندی می گویند. شبکهٔ مذکور باید خواسته های محاسباتی را برآورده سازد. به طور کلی می توان گفت که وظیفهٔ اصلی آرماتورها در بتن تحمل تنشهای کششی ثابت یا زمانی (بروز سوانح طبیعی مانند زلزله و نظایر آن) و وظیفهٔ بتن تحمل تنشهای فشاری است.

طول مهاری آرماتوربندی

حداقل طول، میلگرد مستقیم، داخل بتن است که سبب می شود تنشهای آرماتور در اثر نیروی کششی به حد جاری شدن (تسلیم شدن) برسد به طوری که میلگرد از داخل بتن کنده نشود. در این حالت، عاملی که باعث انتقال نیرو از آرماتور به بتن می شود تنش چسبندگی بین بتن و فولاد است که در طول مهار شده و به معاذات محیط میلگرد به وجود می آید.

هدف از به کار بردن فولاد در بتن

بتن جسمی شکننده است که در مقابل نیروهای فشاری، مقاومتی در خور پسند است، اما مقاومت آن در مقابل نیروهای کششی ناچیز است و به همین دلیل در محاسبات بتن آرمه، این مقاومت در نظر گرفته نمی شود. مقاومت بتن در مقابل نیروهای برشی، تقریباً ۱/۱۰۰ مقاومت فشاری آن در نظر گرفته می شود. با توجه به این که قطعات بتنی، تواماً تحت تأثیر انواع نیروهای فشاری، برشی و کششی قرار می گیرند، لازم است قطعات بتنی، برای مقاومت کافی در مقابل این نیروها، با عنصر مناسبی مسلح گردند. با در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی مواد مختلف، فولاد با داشتن ضریب انبساط طولی ۰/۰۰۰۰۱۲ ، همچنین متناسب بودن ضریب ارتجاعی آن با ضریب ارتجاعی بتن و محاسن دیگر از قبیل فراوانی، شکل پذیری و

غیره مناسب ترین عنصر برای این منظور است. فولاد بیشتر به صورت انواع میلگـرد همـراه بـا بتن، بتن آرمه (بتن مسلح) را تشکیل می دهد.

انواع میلگردهای مورد مصرف در بتن

میلگردها با توجه به نوع آلیاژ و شکل ظاهری ، انواع مختلفی دارند که در ایـران بـرای مصرف در بتن، از سه نوع آن در قطرهای مختلف استفاده می کنند.

۱- میلگردهای نرمه با مقطع دایره و سطح کاملاً صـاف کـه اصـطلاحاً بـه آن «میلگـرد ساده» می گویند.

۲- میلگردهای آجدار و آجدار تابیده (TOR) با دو آلیاژ سخت و نیمه سخت موجـود است.

۳- برای بتنهای پیش تنیده و پس تنیده ، از کابلهای فولادی (سـیم بکـسل) بـا تنـشهای بسیار بالا استفاده می کنند.

پوشش بتن روی میلگردهای فولادی

چون میلگردهای فولادی به عوامل خورنده جوی (رطوبت و رطوبتهای اسیدی) بسیار حساس هستند؛ بنابراین، باید با پوشش کافی بتن روی آنها، از زنگ زدگی آنها جلوگیری کرد. همچنین چون فولاد در برابر آتش سوزی، از مقاومت خوبی برخوردار نیست، در زمان آتش سوزی، پوشش بتن، محافظ مناسبی برای فولاد است. پوشش بتن روی میلگردها برابر است با فاصلهٔ بین رویه میلگردها تا نزدیکترین سطح آزاد بتن.

خاموت

آرماتوری که به منظور مقاومت در برابر تنشهای برشی و پیچشی در یک عضو ساختمانی به کار می رود، خاموت گویند. خاموتها معمولاً به صورت میلگردها، سیمها یا شبکه های جوش شده از سیم (صاف یا آجدار) می باشند که به صورت اشکال یک شاخه، U , L یا بسته خم شده اند و به صورت عمود یا تحت زاویه نسبت به آرماتور طولی قرار داده می شوند.

انواع خاموتها

۱- خاموتهای باز (تک شاخه- دو شاخه- چند شاخه)

۲- خاموتهای بسته

حداکثر و حداقل فاصلهٔ خاموتها

حداقل فاصله خاموتها نمی تواند از ۱۰۰ میلی متر کمتر باشد و حداکثر فاصله خاموتها در آئین نامه های جدید بطور خیلی خلاصه از رابطهٔ زیر پیروی می کند :

h : ارتفاع مقطع تیر

$$I_{max} = \text{حداقل} \begin{cases} \dfrac{h}{4} \\ \\ ۳۰\ \text{Cm} \end{cases}$$

پایه (Pedestal)

به عضو فشاری قائم با نسبت ارتفاع مهار نشده (آزاد) به حداقل بعد جانبی کمتر از ۳ اطلاق می شود.

$$\frac{h}{b} \begin{matrix} \text{ارتفاع} \\ \text{طول} \end{matrix} \leq ۳$$

صفحات بیس پلیت (کف ستونها)

این صفحات که به عنوان صفحه تقسیم فشار در زیر ستون و روی فونداسیون قرار می گیرند، عامل اتصال ستون فلزی به پی است. نیروهای وارده از طبقات به ستون، توسط این صفحات به فونداسیون منتقل و سپس به زمین اعمال می شوند این صفحات به وسیله حداقل چهار عدد میلگرد (بولت Bolt) به فونداسیون متصل می گردند.

مشخصات کلی در مورد ساختمان ساخته شده

این ساختمان که مؤسس آن آقای پورقدیری بوده است که قبلاً ساختمانی ۵ طبقه بوده است.

نقشه های سازه ای این ساختمان توسط اداره نوسازی ارائه شده است. این ساختمان دارای ۶۴۰۰ متر زیربناست که از یک طرف مجاور خیابان است و از طرف دیگر مجاور همسایه است این ساختمان بعلت نزدیکی به رودخانه باید در محاسبات ارتفاع شناژها و تعداد میلگردها و دیگر اصول ساختمان سازی دقت زیادی می شده است.

فونداسیون و شناژ

در ساختمان اجرا شده ضخامت بتن مگر ۱۰cm است که ابتدا توسط کدهایی که در نقشه وجود دارد عملیات خاک برداری را انجام می دهند که در اینجا ارتفاع خاکبرداری درست زیر بتن مگر ادامه پیدا می کند که به اندازهٔ ۷۰ سانتی متر خاک برداری می کنیم که ۶۰cm برای شناژها و ۱۰ سانتی متر برای ضخامت بتن مگر در نظر گرفته شده است.

بعد از اینکه بتن مگر را بتن ریزی کردند روی بتن مگر آرماتوربندی می کنند که از میلگردهایی به قطر ۱۴ به فاصلهٔ ۲۸ سانتی متری در دو شبکه استفاده کرده اند.

بدلیل اینکه ایـن سـاختمان مجـاور رودخانـه اسـت و بـرای اینکـه از نشـست سـاختمان جلوگیری شود ارتفاع شناژ را زیاد در نظـر مـی گیرنـد کـه مقاومـت فـشاری آخـرین گمانـه $۰/۸ kg/m^3$ است.

بعد از آرماتوربندی کار قالب بندی را انجام می دهند و بعد بـتن ریـزی مـی کننـد کـه ستونهای طبقه زیرزمین را نیز قالب بندی و آرماتوربندی می کنند.

جزئیات میلگرد گذاری در اتصال کلاف بتونی به شناژ قائم

دیوارهای بتونی زیرزمین

در تعیین ضخامت دیوارهای زیرزمین علاوه بر نیروهای وارده باید فشار جانبی خاک نیز در نظر گرفته شود حداقل ضخامت دیوارهای زیرزمین ۲۰ سانتی متر و در نقاط مرطوب حداقل ۳۰ سانتیمتراست همیشه دیوار زیرزمین دارای ضخامت بیشتر از دیوارهای بالای آن باشد.

در ساختمان اجرا شده بخاطر اینکه آب به داخل ساختمان نفوذ نکند از دیوارهای بتونی زیرزمین استفاده می کنیم که ضخامت آن را ۲۵ سانتی متر و ارتفاع آن را ۲ متر در نظر می گیریم. و همچنین زیرزمین در مجاورت ساختمان همسایه قرار می گیرد از دیوار بتونی استفاده می کنیم و پشت آن را شفته ریزی می کنیم.

تعریف ستون و عملکرد آن

در عضوهایی که به طور عمده تحت تأثیر فشار محوری قرار دارند از نظر اقتصادی به صرفه است که قسمت اعظم بار به وسیله بتون تحمل می شود اما به دلیل مختلف همیشه فولاد در ستون بتونی به کار برده می شود (در عمل عضوهای بسیار کمی تحت تأثیر نیروهای محوری خالص قرار دارند) واگذاری قسمتی از تحمل نیروهای فشاری به فولاد، صرفه جویی در مقطع ستون بتنی است به طور کلی وظیفه ستون بتونی تحمل فشارهای محوری و گاهی جانبی و انتقال آن به قسمت پایین تر است.

انواع ستون از نظر شکل مقطع

الف) ستونهای با مقطع مربع (برای سهولت در باز و بسته کردن قالب، پخهای کوچکی در لبه های ستون ایجاد می شود) حداقل ابعاد ۲۰ × ۲۰ سانتی متر

ب) ستونهای با مقطع مربع مستطیل (حداقل ابعاد ۴۰ × ۲۰ سانتی متر)

ج) ستونهای با مقطع چند ضلعی منظم (با طول حداقل ضلع ۲۰ سانتی متر)

د) ستونهای با مقطع دایره (استوانه ای) (حداقل قطر مقطع ۲۵ سانتی متر)

تذکر : ابعاد حداقل برای مقابله با تأثیرات کمانش در نظر گرفته شده است.

ه) حداقل تعداد میلگرد در هر یک از مقاطع ستونها : مقطع مربع ۴ میلگرد، مقطع مربع مستطیل ۶ تا ۸ میلگرد ، مقطع ۶ ضلعی منتظم ۶ میلگرد (در چند ضلعی های منتظم حداقل تعداد میلگرد برابر تعداد اضلاع است) مقطع دایره حداقل ۶ میلگرد.

و) حداقل قطر میلگردهای اصلی و خاموت ستونهای بتونی در مقاطع مختلف :

۱) در مقاطع دایره و چند ضلعی منتظم حداقل ۱۲ میلی متر

۲) در مقاطع مربع و مربع مستطیل حداقل ۱۴ میلی متر

۳) قطر خاموت حداقل ۸ میلی متر

۴) در حالت دورپیچی دور ستونهای دایره ای شکل حداقل ۱۰ میلی متر

تذکر : لازم به یادآوری است که قطر واقعی میلگردهای ستون برحسب شرایط و بارهای وارده باید به دقت طراحی و محاسبه شوند و اعداد فوق حداقل قطرها را بیان می کند.

ستون در ساختمان اجرا شده

بعد از ساخت ریشه ستون، ستون را بصورت مقاطع دایره ای و مربع مستطیل می سازند که ستونهای با مقاطع دایره ای در داخل ساختمان و با مقاطع مربعی شکل در کناره های آن ساخته شده است. توی ستون های دایره ای خاموتها بصورت مارپیچ است که از کف بتن شروع شده و به فاصلهٔ نزدیک ۵ سانتی متر بصورت مارپیچ بالا می برند.

حدود یک متر از زیر سقف به پایین و یک متر از کف به بالا که قانوناً L /۴ است تراکم خاموتها بیشتر است.

ستونهای مربع مستطیل یک در میان در خاموتها قرار می گیرد که این کار بخاطر مسئله برش انجام می شود.

داخل ستونهای مربع شکل باید همهٔ میلگردهای عمودی درگیر خاموت شوند و هیچ یک از میلگردهای داخل ستون نباید آزاد باشد. تراکم خاموتها در نقشه مشخص می شوند مثلاً بعضی جاها از ۱۰cm و بعضی جاها ۲۰cm خاموتها با هم فاصله دارند.

در Seu ستونها ابتدا کمان بیس پلیت ها مشخص می شود.

- بعلت انجام کارهای معماری شبکه های تقویتی برای اطراف هر ستون اجرا شده است اصولاً در ته چاه آسانسور ۴ تا ستون ساخته شده و دارای ۴ بیس پلیت اجرا شده است داخل دیوارهای چاه آسانسور پلیتهای شاخک داری اجرا شده است.
- ارتفاع ستونها در این ساختمان ۲/۷۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است.

وظایف تنگ در ستون

برای مقابله با نیروی کمانش میلگرد در ستون و جلوگیری از بیرون زدگی میلگردهای طولی ستون، از تنگ یا خاموت استفاده می شود تنگ در مقابل نیروهای برشی و عرضی مقاومت خوبی دارد در محلهایی که صفحه ستون نمایان می شود لازم است که اتصالی از میل مهارها ایجاد شود میل مهارها به وسیله تنگهایی که در قسمت پایین قفسه فولادی بسته شده اند استقرار می یابند این نحوه اجرا از خمیدگی میلگردهای ستون در دو انتهای آن جلوگیری می کند.

طبق استاندارد ACI در ستونهای گرو، فاصله خالص بین مارپیچ های دور ستون حداقل ۲/۵ و حداکثر ۷/۵ سانتی متر است و قطر حداقل میلگرد دور پیچ مساوی ۱۰ میلیمتر می باشد مهار میلگردهای دورپیچ با ۱/۵ دور اضافه پیچیدن در هر دو انتهای یک واحد دورپیچ حاصل می شود طول وصله برابر ۲۸ ϕ و حداقل ۳۰cm است پوشش بتون روی میلگردهای دورپیچ حداقل برابر ۳/۸ سانتی متر است.

میلگرد انتظار در پی و طبقات

حداقل طول میلگرد انتظار در پی ۶۰ϕ یا ۶۰cm است حداقل طول میلگرد انتظار در طبقات برابر ۵۰cm است.

زاویه درصد انحراف در آرماتورهای ستون برابر ۱/۱۰ است براساس آئین نامه B.S مقدار فولاد موجود در وصله نباید از ۱۰٪ سطح مقطع ستون بیشتر می باشد و باید حداقل فاصله ای برابر ۱۰ میلی متر بین قفسه های فولادی در وصله وجود داشته باشد.

ارتفاع طبقات

ارتفاع هر طبقه ۳/۵ متر است که در خانه های معمولی ۳ متر است که این ساختمان دارای همکف، زیرزمین، اول و دوم است.

فواصل سقف را در نقشه باید کد بدهند در اینجا کد 000 ± 0 کف حیاط در نظر گرفته می شود که نسبت به آن ارتفاع طبقات را می سنجند.

کف تمام شده در طبقه همکف ۷۵+ سانتی متر یعنی ۵ تا پله ۱۵ سانتی متری می خورد.

سقفهای تیرچه بلوک

برای صرفه جویی در مصرف بتن و سبکتر کردن وزن سقف قسمتی از مقطع کششی را که تأثیر زیادی در مقاومت سقف ندارد حذف می کنند و فقط آن مقدار از سطح مقطع که برای جاگذاری میلگردهای کششی لازم است باقی می گذارند.

این کار بویژه برای کاهش وزن مرده ساختمان اهمیت خاصی دارد فاصله قسمتهای باقیمانده کششی باید به اندازه کافی به هم نزدیک باشند تا مناطق فشاری و کششی باید به اندازه کافی به هم یکپارچه عمل کنند و سقف حالت اولیه خود را از دست ندهد.

گرچه وزن سقف براساس هدف مذبور کم می شود ولی هزینه قالب بندی نسبتاً زیاد می گردد بنابراین یکراه حل مناسب استفاده از مصالح پر کننده سبک در محلهای خالی

سقف است تا هزینه قالب بندی کاسته شود از اینرو سقفهای تیرچه بلوک از راه حلهای مناسب هدف مذکور به شمار می آیند.

در این راه حل برای اجتناب از قالب بندی محلهای خالی و پر کردن آن محل از بلوکهای مشبک و سبک وزن استفاده می شود و به همین دلیل مصالح پر کننده را به فواصل معین روی تیرچه هایی که قبلاً به همین منظور ساخته شده اند نصب می کنند و پس از یافتن شبکه حرارتی و تقویتها می توان عملیات بتن ریزی را انجام داد برای ساخت تیرچه ها، آرماتورهای موردنیاز دال را قبلاً به یک شبکه خرپای با ایستایی کافی به منظور تحمل وزن بلوکها ساخته و این خرپاها را در کنار هم بطور موازی قرار می دهند و فاصله دو خرپا با بلوک پر می شود با بتن ریزی مختصری که در کارگاه در قسمت تحتانی شبکهٔ خرپا انجام می شود تمام قالب کف (زیر سقف) حذف می گردد و تنها به نصب چند ردیف شمع نیاز خواهد بود تا بارهای اضافه بر وزن تیرچه و بلوک را تحمل کنند شکل پاشنه تیرچه به گونه ای است که تکیه گاه کافی و مناسبی را برای نصب بلوکها فراهم می سازد.

مراحل اجرای سقف تیرچه و بلوک

۱- حمل تیرچه بلوک

۲- نصب تیرچه ها

۳- نصب تکیه گاههای موقت (شمع بندی)

۴- نصب بلوکها

۵- آرماتوربندی

۶- تکمیل قالب بندی

۷- آماده سازی برای بتن ریزی

۸- بتن ریزی و متراکم کردن آن

۹- عمل بتن ریزی و عمل آوردن آن

۱۰- باز کردن قالب ها و جمع آوری تکیه گاههای موقت

آرماتوربندی سقف

آرماتوربندی سقف تیرچه بلوک بعد از نصب بلوکها انجام می شود بدیهی است که آرماتوربندی تیرهای بتنی قبل از نصب تیرچه ها باید اجرا شده باشد.

آماده سازی سقف برای بتن ریزی

قبل از بتن ریزی کلیه مواد زاید از لابه لای تیرچه ها و بلوکها، سطوح میلگرد و داخل قالبها پاک شوند و محل بازشوها، سقف کاذب و مجاری موردنیاز دقیقاً با نقشه اجرایی کنترل شوند در این مرحله ابعاد آرماتورها، فواصل، اتصال و پوشش آنها کنترل می شود.

از کنترلهای ضروری دیگر در این مرحله، کنترل یکنواختی سقف و استحکام چهار تراشها و شمعها می باشد بعداز کنترل تمام قسمتها سقف شسته می شود تا علاوه بر پاک

شدن گرد و خاک احتمالی بلوکها سیراب می شوند بتن ریزی و متراکم کردن بتن باید به نحوی باشدکه از بهم خوردن یکنواختی مخلوط جلوگیری شود تمام گوشه ها و فواصل بین آرماتورها به خوبی با بتن پر می شوند و حبابهای هوای محبوس در بتن تا آنجا که مسیر است از آن خارج گردد.

مشخصات سقف در ساختمان اجرا شده

اسلامپ بتن باید در کارهای ساختمانی بین ۷-۵ سانتی متر باشد و یا بین ۹-۷ باشد و اگر از مواد روان کننده استفاده شود بخاطر روان کننده تا ۱۶ می رود. ولیکن از مقاومت آن کم می شود.

در سرستون ها چون تراکم میلگرد زیاد است بنابراین برای کاهش این درگیری از B.V که یک نوع روان کننده است استفاه می شود.

ارتفاع سقف زیرزمین ۷۲+ سانتی متر است که باروسازی ۷۵ سانتی متر می شود تیرهای آن دارای نقشه می باشد و طول و عرض و سایز و شکل میلگرد و نحوه خاموت بندی و عرض و ارتفاع آن را مشخص می کند نقشه تیرها + محورها نشان دهندهٔ :

۱- نوع و تعداد تیرها که تراکم های آن ها در فاصله یک متری ستون است.

۲- اورلبهای آرماتورها مشخص می شود.

۳- از طریق Sec سطح مقطع و نحوه اجرا مشخص شده

۴- ضخامت سقف ۳۵ سانتی متر است و عرض آن ۶۰، ۴۵، ۵۰ سانتی متر و بصورت آویزدار یا بدون آویز است.

آویز بصورت عصایی است و خم در قسمت بالاست و قبل از بتن ریزی انجام می شود با به کار بردن آویز ارتفاع سقف از مجاز آن پایین تر می باشد.

نمونه ای از آویز در سقف کاذب

در ساختمانهای بتنی حمان منفی صیفی زیاد است در سقف بر خلاف تیرهای فلزی که عمدتاً لنگر ماکزیمم که بصورت مفصلی است در وسط دهانه اثر بیشتری دارد در پودر تیرهای بتنی ممان منفی ماکزیمم آن در سرستون هاست لذا میلگرد منفی خیلی شدیدتر می شود و باید حتماً اجرا شود. در بافت اصلی ۶ میلگرد وجود دارد و باید یک سری آرماتورهای تقویتی هم قرار گیرد. خاموتها ۱۰ سانتی متر حالت شاخک دار دارد این شاخکها حتماً در سمت داخل خاموت باید باشد که به صورت گونیا (45^0) می باشد که این کار برای درگیری بتن بهتر است.

برای نصب تیرچه در داخل پودرها و درگیری بیشتر میلگرد هر تیرچه را بصورت اوتکا در می آوریم.

تیرچه ها به صورت دوسر مفصل طراحی می کنند و اگر بخواهیم بارکشی تیرچه را زیاد کنیم و بار را تحمل کند دو سر گیردار می کنیم و سراوتکاها را بلندتر می گیرند.

مزیت بلندتر کردن سراوتکاها :

۱- ممان منفی را تحمل می کند.

۲- کاملاً در بتن قرار بگیرد.

از لحاظ اجرایی باید فاصله اش از آکس هر کدام از پودرها باشد که اگر بلندتر باشد و خاموت بسته شود جا انداختن آن مشکل است.

سرمیلگرد اوتکا شده تا تیرچه دقیقاً مطابق آکس به آکس تیرچه می باشد.

سفره ای در سقف پهن می کنیم و میلگردهای ۱۰ به فاصله ۲۰ سانتی متری در سقف قرار می دهیم و زیر آن کادرهایی قرار می دهیم تا بتن زیر میلگردها هم قرار بگیرد. که ۷ سانتی متر بتن می ریزیم.

کاورها یا بصورت سنگی هستند یا بصورت بیسکویت.

بیسکویت : ۳ سانتی متریمان و شن در قالبهای کوچک ساخته شده و دو تا سیم می گذارند در هر ۲ متر یک بیسکویت قرار می دهیم هنگامی که قالبها را باز می کنند زیر آن کرمو نباشد و بتن بصورت روان باشد که این اصطلاحاً کاور می گویند.

زیر شبکه به فاصلهٔ یک در میان در گره بیسکویت می گذارند در هر یک متر مربع چهار تا لقمه یا بیسکویت کفایت می کند. بین میلگرد و قالب لقمه می گذارند میلگردها به

صورت بالا و پایین قرار گرفته و همچنین میلگردهای تقویتی، تمام تقویتها باید به صورت قلاب باشد.

میلگردهای منفی که از تیرچه ها وصل شده به ازای هر یک متر مربع یک سانتی متر مربع میلگرد حرارتی می گذارند که وزن ۱/۲۶ کیلوگرم به فواصل ۳۰ سانتی متر قرار می دهند.

سقف بعد از سفیدکاری در قسمت هایی آویزدار بارابیتس یا چوب حالت می دهندو برای نور افشانی، تأسیسات کم ارتفاع سقف، نبشی و آجر و... استفاده می شود.

برای اینکه قالبها را به هم وصل کنیم از لوله ها PVC توی سوراخ ها استفاده می کنیم و بولتها را می گذارند و سه مهره می ببندند و بین آن سنجاق می گذارند تا در لیز نخورد و مواقعی که بتن ریزی می شود تکان نخورد.

سالن آمفی تئاتر

سالن آمفی تئاتر به مساحت ۴۵ درجه متر مربع است. ستون سالن ۱۶ عدد است هر طرف ۴ تا ستون است و ستونهای فرعی ۶ تاست و دهنه آن ها بصورت هشت ضلعی است.

دهنه ها ۲۲/۸۰ سانتی متر است و ارتفاع آن ۴/۶۰ سانتی متر است ستونهای بتنی دارای سقف فلزی است که ۴ تا قاب اصلی دارد و از شرق به غرب ۴ تیر فلزی به طول ۲/۸۰ سانتیمتر است و در دهانهٔ تیرهای فرعی از شمال به جنوب به وسیله تکیه گاهها در دل تیرهای

اصلی قرار گرفته است. ارتفاع قاب فلزی در بالاترین قسمت ۹۰ سانتی متر و در کمترین قسمت ۶۳ سانتی متر است. تیرهای یک طرف به صورت ریلی و متحرک است و یک طرف ثابت است.

به خاطر انبساط و انقباض زیاد یک طرف تیر ثابت و طرف دیگر متحرک است و از طرف دیگر سرستونها خراب نشود اینگونه اجرا می شود.

قسمت ثابت تیر که روی بیس پلیت قرار گرفته به هم جوش داده می شود. و طرف متحرک جوش نداده اند.

سقف آمفی تئاتر بصورت کمپوریت اجرا شده و آهن و میلگرد را بوسیلهٔ گل یخ (به حالت Z است) برای بتن ریزی می کردند.

ضوابط آیین نامه ای سقفهای تیرچه و بلوک

۱- فاصله محور به محور تیرچه ها نباید از ۷۰ سانتی متر بیشتر باشد.

۲- بتن پوششی قسمت بالای بلوکها نباید از ۵ سانتی متر و یا $\frac{1}{12}$ فاصله محور به محور تیرچه های مجاور، کمتر باشد.

۳- عرض تیرچه ها نباید از ۱۰ سانتی متر کوچکتر همچنین از $\frac{1}{3/5}$ برابر ضخامت کل سقف کمتر باشد.

۴- حداقل فاصله دو بلوک دو طرف یک تیرچه پس از نصب نباید از ۶/۵ سانتی متر کمتر باشد.

۵- ضخامت سقف برای تیرهای با تکیه گاه ساده و گیردار به ترتیب نباید $\frac{1}{20}$ از $\frac{1}{26}$ و دهانه کمتر باشد.

۶- حداکثر دهانه مورد پوشش با تیرچه های منفرد نباید از ۸ متر بیشتر شود توصیه می شود برای اطمینان بیشتر دهانه پوشش بیش از ۷۰ متر نباشد.

سقفهای پیش ساخته

نیاز به ساختمان و مسکن در همه جای جهان بخصوص در ایران روز افزون است. شیوه های سنتی در بسیاری موارد جوابگوی این نیازها نیست. افزون بر آن، زلزله خیزی سرزمین ایران کاربست فرم ها و روشهای مناسب ساختمانی را می طلبند. فرمهای پوسته ای بصورت تاقها و گنبدها از دیرباز در ایران ساخته می شده اند و کارآیی آنها در عمل و همچنین از حیث مهندسی به اثبات رسیده است. طرح های حاضر فرم کارآیی پوسته ای را با روشهای جدید پیش ساختن ترکیب کرده است. از این روی انتظار می رود که از نتایج آنها صنعت ساختمان و مسکن بهره فراوان برگیرند.

پوسته های بتنی پیش ساخته امکانات فراوان و ممتازی را در جهت پیش ساختگی در سطح همگانی و بدون نیاز به کارگاههای عظیم و تخصصهای عمیق پدید می آورند. پوسته ها، کاملترین فرم ساختمانی هستند و سبب همین قابلیت فرمی می توان قطعات بزرگ پوسته ای را با ضخامت و وزن کم و تاب زیاد ساخت و آنها را بسهولت جابجا کرد و در محل اجرا، نصب نمود.

روشهای اجرایی که با استفاده از فرمهای پوسته ای ابداع شده از چند روی دارای تازگی و فایده است :

۱- این روشها نیاز به کارگاههای مجهز و سرمایهٔ اولیهٔ تولید (مثل دستگاهها، قالبها و عمل آورنده های خاص را) نداشته و با وسایل ساده قابل اجرا می باشند.

۲- کاربرد این روشها مستلزم تخصصهای متمرکز در یک محل نیست، بلکه عملاً در هر جایی توسط کارگران محلی با تخصصی در سطح پایین قابل اجرا می باشند.

۳- پوسته های پیش ساخته با این روشها در پای کار نیز قابل اجرایند و بنابراین، توان گفت که با استفاده از آنها هزینهٔ گزاف انتقال سازه از یک جای به جای دیگر و فاصله انتقال قطعات پیش ساخته در مناطق کوهستانی و نامناسب حذف خواهد شد.

۴- روشهای اجرای پوسته های پیش ساخته روی هم رفته تازگی دارند و در مجموع با توجه به فرمهای خاص پوسته ای و چگونگی اجرای آن ها می توان گفت که سیستم مورد بحث در مجموع مشتمل بر نوآوریهایی می باشد که بدون شک در ایران تازگی دارد و نظیر آن در جای دیگر ابداع و اجرا نشده است.

پوسته های پیش ساخته با روش حاضر را در محل و در پای کار می توان اجرا کرد و در همانجا بکار برد. این پوسته ها را می توان پس از اجرا بلند کرد و بر روی سقف و یا در امتداد دیوارها جای داد. چنانچه اجرای پوسته مستقیماً بر روی توری و در محل صورت گرفته باشد مرحلهٔ انتقال موضعی نیز حذف شده و پوسته در محل همیشگی خود بصورت سقف و یا دیوارهای حمال باقی خواهد ماند. با بهره گیری از قالب خاکی در شکل دادن به پوسته های پیش ساخته و با کسب تجربیات و ارائه ابداعات چند در این زمینه اینک راه برای گسترش این تکنولوژی بسیار ساده و در عین حال موثر و ارزان و کاربرد آن در تولید انبوه انواع پوسته ها برای منظورهای گوناگون هموار شده است. استفاده از قالب خاکی عملاً هر

گونه محدودیت مربوط به اجرای پوسته ها با شکل هندسی دلخواه را از میان برداشته و نیز تجربیاتی که در جهت اجرای ارزان و ساده انواع پوسته های پیش ساخته به کمک چند نوآوری دیگر حاصل شده ما را برای پیشرفت با شتاب بیشتر در این زمینه آماده ساخته است.

فرمها و روشهای اجرای پوسته های پیش ساخته بتنی و فرو سیمانی که طی سالها پژوهش و تجربه بدانها دست یافته شده و نتیجه آن در این گزارش آمده است کاربردهای فراوانی در صنعت ساختمان ایران خواهد داشت.

مشخصاً موارد کاربرد بر این طرح عبارتند از :

- ساختمانهای پیش ساختهٔ شهری
- ساختمانهای اضطراری و تأسیساتی که پس از وقوع حوادثی مثل زلزله و سیل به سرعت مورد نیاز خواهد بود.
- پناهگاهها
- دیوارهای حائل و ساختمانهای حفاظتی دیگر
- بازسازی مناطق آسیب دیده

قطعات کوچک پیش ساخته پوسته ای

در این قسمت، گزارشی از بررسیهای «آزمایشگاهی- تئوریک» مرتبط با شماری چند از قطعات پیش ساختهٔ پوسته ای خواهد آمد. چندگونه پوسته با انحناء یک و دو جانبه در نظر گرفته شده و از هر کدام تعدادی نمونهٔ آزمایشگاهی به ابعاد حدود ۱ متر در ۱ متر با

ضخامتهای حدود ۳ سانتی متر بطریقی بدیع ساخته شده و سپس این نمونه ها مورد آزمایش قرار گرفته اند.

میزان فولاد در بتن و انحناء پوسته ها از جمله پارامترهایی بوده اند که در این پژوهش تغییر داده شده اند و تأثیر آنها بر روی رفتار پوسته و حالتهای زوال و تاب آن بررسی گردیده است. پوسته های نامبرده با روش عناصر معدود نیز آنالیز شده و محصول آنالیز عددی با نتایج آزمایشگاهای تجربی مقایسه گردیده است.

الف] پوسته های پیش ساخته با انحنا دو جانبه :

یکی از انواع پوسته های بیان شده در این گزارش قطعات پوسته ای با انحناء دو جانبه با قاعده چهارگوش بوده است. ساخت قطعات مزبور بدین سان صورت گرفت که بر روی پارچه ای یا برزنتی (نصب شده بر روی قاب فلزی دوتایی) بتن ریخته شد. در نتیجه، قطعه بتنی، شکل غشایی کشیده را بخود گرفت که خود سطحی فونیکولار بوده و از حیث کارآیی یک فرم ساختمانی بسیار عالی محسوب توانست شد. پس از خشک شدن ، قطعه بتنی از روی پارچه برداشته شده و در جهت دیگر یعنی در بارگذاری فشاری تحت آزمایش واقع گردید. در عمل، و در تولید انبوه، اجرای قطعات بتنی بر روی قالب خاکی از پیش شکل داده شده نیز صورت تواند پذیرفت.

بر روی قطعات پوسته ای که با این روش ساخته شده بودند تغییر فرم سنج های الکتریکی نصب گردید. برای تعیین کمیت و کیفیت میدان نیروی داخلی در پوسته، مشتمل

بر میدان غشایی و میدان خمشی، تغییر فرم سنجهای نامبرده نه تنها در سطح برونی بلکه در سطح درونی پوسته یعنی در دو سطح پوسته چسبانده شدند. این نمونه ها سپس در زیر قاب بارگذاری جای داده شده و بر روی آن توسط جک هیدرولیکی فشاری متمرکز وارد آمد و این فشار تا حد گسیختگی کامل قطعه ادامه و افزایش یافت و بدین سان، تاب نهایی پوسته پیش ساخته نیز تعیین گردید. همچنین با اندازه گیری میزان تغییر فرم نسبی در نقاط معینی از پوسته، و در دو سطح آن، میدان غشایی و خمشی با شیوهٔ تجربی اندازه گیری شد.

ب] قطعه پوسته های استوانه ای :

گونه دیگر قطعات پیش ساخته که در این بررسیها انتخاب و مورد مطالعه «تجربی- نظری» قرار گرفت پوسته های استوانه ای با دیاگرام انتهایی بوده است. در این بخش از تحقیقات ، شماری چند از پوسته های استوانه ای با دهانهٔ حدود ۱ متر و پهنای حدود ۱ متر با دیاگرام انتهایی ساخته شدند و در قاب بارگذاری تا حد زوال بارگذاری گردیدند. در این رشته از کار، تأثیرخیز ، ضخامت و تعداد فولادها در رفتار ارتجاعی و تاب نهایی بررسی شد.

ج] مدل پوسته های زین اسبی :

برای شناخت «تجربی- تئوریک» رفتار سقفهای پوسته زین اسبی، ابتدا مدلهای کوچک به ابعاد ۱ متر در ۱ متر ساخته شد. ابعاد مدل آزمایشگاهی چنین پوسته ای را که بصورت چتری واقع بر یک تک ستون می باشد نشان داده شده است. در دو سطح این مدل بتنی، تعدادی دیسش سنج (تغییر فرم سنج) الکتریکی نصب گردید و سپس مدل نامبرده

بارگذاری شد. این بارگذاری با ریختن مقداری ماسه در درون پوسته و جای دادن ورقی بر روی آن و سپس اعمال فشار توسط جک هیدرولیکی صورت گرفت که نتیجه اش ایجاد فشاری نسبتاً یکنواخت بر تمام نقاط پوسته می بود. بارگذاری مزبور تا مرحلهٔ زوال پوسته زین اسبی ادامه و افزایش یافت.

د) کاربرد قطعات پیش ساخته پوسته ای :

مطالعه بر روی گونه هایی چند از قطعات کوچک پیش ساختهٔ پوسته ای به چند منظور صورت گرفته است این اهداف عبارت بوده اند از :

۱- بررسی شرایط اجرای انواع فرمهای پوسته ای و بهره گیری از آن در ساخت قطعات بزرگ پیش ساخته

۲- انجام آزمایش بر روی مدل آزمایشگاهی از پوسته های بتنی و فروسیمانی

۳- ابداع فرمهای پیش ساختهٔ پوسته ای و ساخت قطعات کوچکی که در پوشش سقفها کاربرد دارند.

یکی از اهداف اصلی در انتخاب قطعات کوچک پوسته ای بتنی و فروسیمانی، با انحناء دو جانبه و یا یک جانبه، آن بوده که بتوان چنان قطعاتی را بصورت عناصر پیش ساخته اجرا نمود و بسهولت آنها را حمل کرده و جای داد.