

مقدمه ای بر مبانی اسکلت فلزی و کاربردها

ناصر فرجی *

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۲ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

چکیده

دگرگونی در نظام آموزش رشته های فنی و مهندسی بسیار با اهمیت بوده و تأثیر شگرفی در ایجاد تحول در نظام صنعتی کشور خواهد داشت، خوشبختانه در عصر کنونی صنعت ساختمان سازی چنان پا به عرصه پیشرفت نهاده است که ساختمان های بسیار مرتفعی با اسکلت های بتونی یا فلزی در طرح ها و متدهای جدید در مدت زمان نه چندان طولانی ساخته و عرضه می شوند. هرگز نمی توان بر این اصل استوار بود که تنها با قدرت تخیل و تفکر می توان اندیشه ای را تحقق بخشید و همچنین بدون در نظر گرفتن معلومات علمی و تفکر بر پایه علوم و تجربیات گذشتگان اذان داشت که می توان استادکار ماهری شد. اجرای ساختمانی اسکلت فلزی به آگاهی از یکسری مسائل فنی که به علم رشته های مختلف ساختمان بستگی دارد، نیازمند است. بدیهی است عدم توجه به مسائل تئوری معماری، محاسباتی و تأسیساتی در اجرا و ساخت اشکالات را در پی خواهد داشت که به زودی به تعمیر ساختمان منتهی خواهد شد که باید در اسرع وقت ساختمان را به وسیله تعمیر محافظت کنیم و ضمن اجرای اصولی تعمیر، عمر مفید ساختمان را تداوم بخشیم. چرا که در بعضی مواقع، اشتباه در تعمیر ساختمان خسارت مالی و جانی جبران ناپذیری در بر خواهد داشت.

واژگان کلیدی

اسکلت فلزی، ساخت و ساز، عملیات عمرانی

۱. کارشناسی عمران، شهرداری داراب.

مقدمه

احداث ساختمان بمنظور رفع احتیاج انسانها صورت گرفته و مهندسين، معماران مسئوليت تهيه اشكال و اجراء مناسب بنا را برعهده دارند؛ محور اصلي مسئوليت عبارت است از: الف) ايمني، ب) زيبائي، ج) اقتصاد. با توجه به اينكه ساختمان هاي احداثي در کشور ما اکثراً بصورت فلزی يا بتنی بوده و ساختمانهای بنایی غير مسلح با محدوديت خاص طبق آئين نامه ۲۸۰۰ زلزله ايران ساخته ميشود، آشنائي با مزایا و معایب ساختمانها می تواند درتصميم گيري مالکين، مهندسين نقش اساسی داشته باشد.

فرض کنيد يک پروژه اسکلت فلزی را بخواهيم به اجرا در آوريم، مراحل اوليه اجرايی شامل ساخت پی مناسب است که در کليه پروژه ها تقريباً يکسان اجرا می شود، اما قبل از شرح مختصر مراحل ساخت پی، بايد توجه داشت که ابتدا نقشه فنداسيون را روی زمين پياده کرد و برای پياده کردن دقيق آن بايستی جزئیات لازم در نقشه مشخص گرديده باشد. از جمله سازه به شکل يک شبکه متشکل از محورهای عمود بر هم تقسيم شده باشد و موقعيت محورهای مزبور نسبت به محورها يا نقاط مشخصی نظير محور جاده، بر زمين بر ساختمان مجاور و غيره تعيين شده باشد. معمولاً محورهای يک امتداد با اعداد ۱، ۲، ۳ و... شماره گذاری می شوند و محورهای امتداد ديگر با حروف C-B-A و... مشخص می گردند. همچنين بايد توجه داشت ستونها و فنداسيونهای را که وضعيت مشابهی از نظر بار وارد شده دارند، با علامت يکسان نشان می دهند: ستون را با حرف C و فنداسيون را با حرف F نشان ميدهند. ترسيم مقاطع و نوشتن رقوم زیر فنداسيون، رقوم روی فنداسيون، ارتفاع قسمت های مختلف پی، مشخصات بتن مگر، مشخصات بتن، نوع و قطر کلي که برای بریدن ميلگرد ها مورد نیاز است بايد در نقشه مشخص باشد. قبل از پياده کردن نقشه روی زمين اگر زمين ناهموار بود يا دارای گياهان و درختان باشد، بايد نقاط مرتفع ناترازی که مورد نظر است برداشته شود و محوطه از کليه گياهان و ريشه ها پاک گردد. سپس شمال جغرافيايی نقشه را با جهت شمال جغرافيايی محلی که قرار است پروژه در آن اجرا شود منطبق می کنيم (به اين کار توجه نقشه می گویند) پس از اين کار، يکی از محورها را (محور طولی يا عرضی) که موقعيت آن روی نقشه مشخص شده است، بر روی زمين، حداقل با دو ميخ در ابتدا و انتها، پياده می کنيم که به اين امتداد محور مبنا گفته می شود؛ حال ساير محورهای طولی و عرضی را از روی محور مبنا مشخص می کنيم (بوسيله ميخ چوبي يا فلزی روی زمين) که با دوربين تئودوليت و برای کارهای کوچک با ريسمان کار و متر و گونيا و شاغول اجرا می شود. حال اگر بخواهيم محل فنداسيون را خاکبرداری کنيم به ارتفاع خاکبرداری احتياج داريم که حتی اگر زمين دارای پستی و بلندی جزئی باشد نقطه ای که بصورت مبنا (B.M) بايد در محوطه کارگاه مشخص شود (اين نقطه بوسيله بتن و ميلگرد در نقطه ای که دور از آسیب باشد ساخته می شود).

مزایای ساختمان فلزی

مقاومت زياد: مقاومت قطعات فلزی زياد بوده و نسبت مقاومت به وزن از مصالح بتن بزرگتر است، به اين علت در دهانه های بزرگ سوله ها و ساختمان های مرتفع، ساختمانهای که برزمينهای سست قرارميگیرند، حائز اهميت فراوان ميباشد.

خواص یکنواخت: فلز در کارخانجات بزرگ تحت نظارت دقیق تهیه میشود، یکنواخت بودن خواص آن میتوان اطمینان کرد و خواص آن بر خلاف بتن با عوامل خارجی تحت تاثیر قرار نمی گیرد، اطمینان در یکنواختی خواص مصالح در انتخاب ضریب اطمینان کوچک مؤثر است که خود صرفه جویی در مصرف مصالح را باعث میشود.

دوام: دوام فولاد بسیار خوب است، ساختمانهای فلزی که در نگهداری آنها دقت گردد. برای مدت طولانی قابل بهره برداری خواهند بود - خواص ارتجاعی: خواص مفروض ارتجاعی فولاد با تقریبی بسیار خوبی مصداق عملی دارد. فولاد تا تنشهای بزرگی از قانون هوک بخوبی پیروی مینماید. مثلاً ممان اینرسی یک مقطع فولادی را میتوان با اطمینان در محاسبه وارد نمود. حال اینکه در مورد مقطع بتنی ارقام مربوطه چندان معین و قابل اطمینان نمی باشد.

شکل پذیری: از خاصیت مثبت مصالح فلزی شکل پذیری آن است که قادرند تمرکز تنش را که در واقع علت شروع خرابی است و نیروی دینامیکی و ضربه ای را تحمل نماید، در حالیکه مصالح بتن ترد و شکننده در مقابل این نیروها فوق العاده ضعیف اند. یکی از عواملی که در هنگام خرابی، عضو خود خبر داده و از خرابی ناگهانی و خطرات آن جلوگیری میکند.

پیوستگی مصالح: قطعات فلزی با توجه به مواد متشکله آن پیوسته و همگن می باشد و ولی در قطعات بتنی صدمات وارده در هر زلزله به پوشش بتنی روی سلاح میلگرد وارد میگردد، ترکهایی که در پوشش بتن پدید می آید، قابل کنترل نبوده و احتمالاً ساختمان در پس لرزه یا زلزله بعدی ضعف بیشتر داشته و تخریب شود.

مقاومت متعادل مصالح، مقاومت: مصالح فلزی در کشش و فشار یکسان و در برش نیز خوب و نزدیک به کشش و فشار است. در تغییر وضع بارها، نیروی وارده فشاری، کششی قابل تعویض بوده و همچنین مقاطعی که در بار گذاری عادی تنش برشی در آنها کوچک است، در بارهای پیش بینی شده، تحت اثر پیچش و در نتیجه برش ناشی از آن قرار میگیرند. در ساختمانهای بتنی مسلح مقاومت بتن در فشار خوب، ولی در کشش و یا برش کم است. پس در صورتی که مناطقی احتمالاً تحت نیروی کششی قرار گرفته و مسلح نشده باشد تولید ترک و خرابی مینماید.

انفجار: در ساختمانهای بارهای وارده توسط اسکلت ساختمان تحمل شده، از قطعات پرکننده مانند تیغه ها و دیواره ها استفاده نمی شود. نیروی تخریبی انفجار سطوح حائل را از اسکلت جدا می کند و انرژی مخرب آشکار میشود، ولی ساختمان کلاً ویران نخواهد گردید. در ساختمانهایی بتن مسلح خرابی دیوارها باعث ویرانی ساختمان خواهد شد.

تقویت پذیری و امکان مقاوم سازی: اعضاء ضعیف ساختمان فلزی را در اثر محاسبات اشتباه، تغییر مقررات و ضوابط، اجراء و ... میتوان با جوش یا پرچ یا پیچ کردن قطعات جدید، تقویت نمود و یا قسمت یا دهانه هائی اضافه کرد.

شرایط آسان ساخت و نصب: تهیه قطعات فلزی در کارخانجات و نصب آن در موقعیت، شرایط جوی متفاوت با تهمیدات لازم قابل اجراء است.

سرعت نصب: سرعت نصب قطعات فلزی نسبت به اجراء قطعات بتنی مدت زمان کمتری می طلبد.

پرت مصالح: با توجه به تهیه قطعات از کارخانجات، پرت مصالح نسبت به تهیه و بکارگیری بتن کمتر است. وزن کم: میانگین وزن ساختمان فولادی را می توان بین ۲۴۵ تا ۳۹۰ کیلوگرم بر مترمربع و یا بین ۸۰ تا ۱۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب تخمین زد، درحالی که در ساختمانهای بتن مسلح این ارقام به ترتیب بین ۴۸۰ تا ۷۸۰ کیلوگرم بر مترمربع یا ۱۶۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد.

اشغال فضا: در دو ساختمان مساوی از نظر ارتفاع و ابعاد، ستون و تیرهای ساختمانهای فلزی از نظر ابعاد کوچکتر از ساختمانهای بتنی میباشد، سطح اشغال یا فضا مرده در ساختمانهای بتنی بیشتر ایجاد میشود.

ضریب نیروی لرزه ای: حرکت زمین در اثر زلزله موجب اعمال نیروهای درونی در اجزاء ساختمان میشود، عبارت دیگر ساختمان بر روی زمینی که بصورت تصادفی و غیر همگن در حال ارتعاش است، بایستی ایستایی داشته و ارتعاش زمین را تحمل کند. در قابهای بتن مسلح که وزن بیشتر دارد، ضریب نیروی لرزه ای بیشتر از قابهای فلزی است. تجربه نشان میدهد که خسارت وارده بر ساختمانهای کوتاه و صلب که در زمینهای محکم ساخته شده اند، زیاد است. درحالیکه در ساختمانهای بلند و انعطاف پذیر، آنهایی که در زمینهای نرم ساخته شده اند، صدمات بیشتری از زلزله دیده اند. عبارت دیگر در زمینهای نرم که پیوند ارتعاش زمین نسبتاً بزرگ است، ساختمان های کوتاه نتایج بهتری داده اند و برعکس در زمینهای سفت با پیوند کوچک، ساختمان بلند احتمال خرابی کمتر دارند.

عکس العمل ساختمانها در مقابل حرکت زلزله بستگی به مشخصات خود ساختمان از نظر صلبیت و یا انعطاف پذیری آن دارد و مهمترین مشخصه ساختمان در رفتار آن در مقابل زلزله، پیوند طبیعی ارتعاش ساختمان است.

معایب ساختمانهای فلزی

ضعف در دمای زیاد: مقاومت ساختمان فلزی با افزایش دما نقصان می یابد. اگر دمای اسکلت فلزی از ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد برسد، تعادل ساختمان به خطر می افتد.

خوردگی و فساد فلز در مقابل عوامل خارجی: قطعات مصرفی در ساختمان فلزی در مقابل عوامل جوی خورده شده و از ابعاد آن کاسته میشود و مخارج نگهداری و محافظت زیاد است.

تمایل قطعات فشاری به کمانش: با توجه به اینکه قطعات فلزی زیاد و ابعاد مصرفی معمولاً کوچک است، تمایل به کمانش در این قطعات یک نقطه ضعف بحساب می رسد.

جوش نامناسب: در ساختمانهای فلزی اتصال قطعات به همدیگر با جوش، پرچ، پیچ صورت میگیرد. استفاده از پیچ و مهره و تهیه، ساخت قطعات در کارخانجات اقتصادی ترین، فنی ترین کار می باشد که در کشور ما برای ساختمانهای متداول چنین امکاناتی مهیا نیست. اتصال با جوش بعلاوه مهارت جوشکاران، استفاده از ماشین آلات قدیمی، عدم کنترل دقیق توسط مهندسین ناظر، گران بودن هزینه آزمایش جوش و ... برزگترین ضعف میباشد.

تجربه ثابت کرده است که سوله های ساخته شده در کارخانجات در صورت رعایت مشخصات فنی و استاندارد، این عیب را نداشته و دارای مقاومت سازه ایی بهتر در برابر بارهای وارده و نیروی زلزله است.

نکات کلی در اجرای اسکلت فلزی

درز انبساط:

برای جلوگیری از خرابیهای ناشی از انبساط و انقباض ساختمان بر اثر تغییر درجه حرارت محیط خارج یا جلوگیری از انتقال بار ساختمان قدیمی مجاور به ساختمانی که جدید احداث می شود، همچنین در مواردی که ساختمان بزرگ است و از چند بلوک متصل به هم تشکیل می شود، باید به کار بردن درز انبساط در محل مناسب پیش بینی شود. حداقل فاصله ای از ساختمان با اجزای ساختمانی که باید در آن درز انبساط پیش بینی شود، به نوع ساختمان، تعداد طبقات، مصالح مصرفی و آب و هوای محل بستگی دارد. بنابراین باید با مطالعه کافی محل اندازه آن را مهندس طراح تعیین کند. در کلیه ساختمانهای فلزی که طول آنها بیشتر از ۵۰ متر باشد، باید در طول ساختمان درز انبساط پیش بینی کرد. این طول مربوط به ساختمانهای فلزی و بدون پوشش محافظ است که نباید از ۵۰ متر و یا در ساختمانهایی با پوشش محافظ و در حالات خاص نباید از ۱۰۰ متر تجاوز کند. برای پوشاندن و پر کردن فواصل درز انبساط از موادی استفاده

می کنند که قابلیت ارتجاعی داشته باشد. باید دقت شود که فاصله درز انبساط به هیچ وجه با مصالح بنایی یا ملات پر نگردد. اگر در هنگام استقرار اسکلت فلزی، ستونهایی که در مجاورت یک درز انبساط قرار دارند به طور موقت به وسیله قطعات فلزی متصل شده اند، پس از استقرار باید این اتصالات بریده شوند تا ساختمان در محل درز انبساط به کلی از قسمت مجاور خود جدا باشد.

درز انقطاع:

برای جلوگیری از خسارت و کاهش خرابی ناشی از ضربه ساختمانهای مجاور به یکدیگر، بویژه در زمان وقوع زلزله، ساختمانهایی که دارای ارتفاع بیش از ۱۲ متر یا دارای بیش از ۴ طبقه هستند، باید به وسیله درز انقطاع از ساختمانهای مجاور جدا شوند. همچنین حداقل عرض درز انقطاع در تراز هر طبقه برابر ارتفاع آن تراز از روی شالوده است. این فاصله در محلهای لازم با مصالح کم مقاومت که در هنگام زلزله در اثر برخورد دو ساختمان به آسانی مصالح مزبور خرد می شوند، پر کرد.

نحوه اتصال ستون فلزی با آجر کاری:

هنگامی که آجر کاری با ضخامت ۲۲ سانتی متر بالاتر در مجاور ستون فلزی قرار می گیرد باید حداقل یک قطعه اتصال در هر متر ارتفاع دیوار به ستون جوشکاری شود و در داخل ملات قرار گیرد.

ستون و جزئیات اجرایی آن:

ستون عضوی است که معمولاً به صورت عمودی در ساختمان نصب می شود و بارهای کف ناشی از طبقات بوسیله تیر و شاتیر به آن منتقل می گردد و توسط آن به شالوده و سپس به زمین انتقال می یابد.

شکل ستون ها: شکل سطح ستونها معمولاً به مقدار و وضعیت بار وارد شده بستگی دارد. برای ساختن ستونهای فلزی از انواع پروفیل ها و ورق ها استفاده می شود که عموماً ستونها از لحاظ شکل ظاهری به دو گروه تقسیم می شوند:

الف: نیمرخ (پروفیل) نورد شده شامل انواع تیر آهن ها و قوطی ها: بهترین پروفیل نورد شده برای ستون، تیر آهن بال پهن یا قوطی های مربع شکل است، زیرا از نظر مقاومت بهتر از مقاطع دیگر عمل می کند. ضمن اینکه در بیشتر مواقع عمل اتصالات تیرها به راحتی روی آنها انجام می گیرد.

ب) مقاطع مرکب: هرگاه سطح مقطع و مشخصات یک پروفیل به تنهایی برای ایستایی یک ستون کافی نباشد از اتصال چند پروفیل به یکدیگر ستون مناسب آن (مقاطع مرکب) ساخته می شود.

علل استفاده از مقاطع مرکب در ستونها:

۱ در صورتی که سطح مقطع نیمرخ های نورد شده تکافوی سطح لازم را برای ستون نکند، با ساختن مقطع مرکب سطح لازم ساخته می شود.

۲ نیاز اجباری به مقاطع با شکلهای هندسی خاص از نظر اتصالات دیگر به ستون.

چگونگی ساخت ستون (مقاطع مرکب):

الف) اتصال دو پروفیل به یکدیگر به طریق دبله کردن

ب) اتصال دو پروفیل با یک ورق سراسری روی بالها

ج) اتصال دو پروفیل با بستهای فلزی (تسمه)

شیوه ساخت ستون به طریق دبله کردن:

ابتدا دوتیر آهن در کنار یکدیگر و بر روی سطح صاف به هم چسبیده گردند سپس دوسر ستون راجوش داده و ستون برگردانده می شود و مانند قبل جوشکاری صورت می گیرد. آنگاه ستون معکوس و در قسمت وسط جوشکاری می شود. همین کار را در سوی دیگر ستون انجام می دهند و به ترتیب جوشکاری ادامه می یابد تا جوش مورد نیاز ستون تامین گردد. این شیوه جوشکاری برای جلوگیری از پیچش ستون در اثر حرارت زیاد جوشکاری ممتد می باشد. در صورتی که در سرتاسر ستون به جوش نیازی نباشد، دست کم طول جوشها باید به این ترتیب اجرا گردد:

الف) حداکثر فاصله بین طولهای جوش در طول ستون به صورت غیر ممتد از ۶۰ سانتی متر تجاوز نکند.

ب) طول جوش ابتدایی و انتهایی ستون باید برابر بزرگترین عرض مقطع باشد و به طور یکسره انجام گیرد.

ج) طول موثر هر قطعه از جوش منقطع نباید از ۴ برابر بعد جوش یا ۴۰ میلی متر کمتر باشد.

د) تماس میان بدنه دو پروفیل نباید از یک شکاف ۱/۵ میلیمتری تجاوز کند اگر این شکاف از ۱/۵ میلیمتر بیشتر، اما از ۶ میلی متر کمتر باشد. ضمناً بررسی های فنی نشان دهد که مساحت کافی برای تماس وجود ندارد در آنصورت این بادخور باید با مصالح پرکننده مناسب شامل تیغه های فولادی با ضخامت ثابت پر شود.

شیوه ساخت ستون با یک ورق سراسری روی بالها:

در مقاطع مرکبی که ورق اتصال بر روی دو نیمرخ متصل می شود تا مقطع مرکب تشکیل بدهد فاصله جوشهای مقطع (غیر ممتد) که ورق را به نیمرخ ها متصل می کند، نباید از ۳۰ سانتی متر بیشتر شود. اندازه حداکثر فاصله فوق الذکر در مورد فولاد معمولی به صورت $24t$ (ضخامت ورق = t) در می آید.

ساخت ستون به روش قید (بست اتصال):

متداولترین نوع ستون در ایران ستونهای مرکبی است که دوتیر آهن به فاصله معین از یکدیگر قرار می گیرند و قیدهای افقی یا چپ و راست این دو نیمرخ را به هم متصل می کند. البته بستهای چپ و راست که شکلهای مثلی را بوجود می آورند، دارای مقاومت بهتری نسبت به قیدهای موازی می باشند. در این مورد این گونه ستونها، بویژه ستون با قید موازی مسائل زیر بایستی رعایت کرد:

الف) ابعاد بست افقی ستون کمتر از این مقادیر نباشد:

L : طول وصله حداقل به فاصله مرکز تا مرکز دو نیمرخ باشد.

B : عرض وصله از ۴۲ درصد طول آن کمتر نباشد.

T : ضخامت وصله از $1/35$ طول آن کمتر نباشد.

ب) در اطراف کلیه وصله ها و در سطح تماس با بال نیمرخها عمل جوشکاری انجام گیرد.

ج) فاصله قیدها و ابعاد آن بر اساس محاسبات فنی تعیین می شود.

د) در قسمت انتهایی ستون باید حتماً از ورق با طول حداقل برابر عرض ستون استفاده کرد تا علاوه بر تقویت پایه، محل مناسبی برای اتصال با بندهای فلزی به ستون به وجود آید.

ه) در محل اتصال تیر یا پل به ستون لازم است قبلاً ورق تقویتی به ابعاد کافی روی بالهای ستون جوش شده باشد.

ستونها با مقاطع دایره ای:

معمولاً مقاطع دایره ای (لوله ای) از قطر ۲ تا ۱۲ اینچ برای ستونها مورد استفاده قرار می گیرند. مقطع لوله در مواقعی که وسیله اتصال جوش باشد، آسانتر به کار می رود. کاربرد لوله بیشتر در پایه های بعضی منابع هوایی، دکلهای مختلف و خراباسازیهای سبک است. این مقطع ها بطور کلی مقاومترند، برای اینکه ممان اینرسی آنها در تمام جهات یکسان است. با تغییر ضخامت مقاطع لوله ای می توان اینرسی های مختلف را بدست آورد.

روش نصب نبشی بر روی کف ستونها (بیس پلیت) برای استقرار ستون:

هنگام محاسبه ابعاد کف ستونها باید حداقل فاصله میله مهار از لبه کف ستون و محل جاگذاری نبشی با ضخامت جوش لازم برای نگه داشتن ستون، همچنین ضخامت پلیت انتهایی ستون و ابعاد ستون را با دقت بررسی کرد سپس با توجه به موارد یادشده، به نصب نبشی و استقرار ستون به این صورت اقدام نمود. بر روی بیس پلیت ها محل کف ستون و محل آکس را کنترل می کنیم سپس نبشی های اتصال را به صورت عمود برهم بر روی بیس پلیت جوش داده، آنگاه ستون را مستقر و اقدام به نصب دیگر نبشی های لازم کرده و آنها را به بیس پلیت جوش می دهیم. از مزایای عمود برهم

بودن دو نبشی روی بیس پلیت علاوه بر سرعت عمل واستقرار بهتر به علت تماس مستقیم ستون به بال نبشی، اتصال جوشکاری به گونه ای درست تر و اصولی صورت می گیرد. روشن است که قبل از جوشکاری باید ستونها را هم محور و قائم نموده و عمود بودن در دوجت کنترل گردد. پس از نصب ستونها با توجه به ارتفاع ستون و آزاد بودن سر ستون ممکن است تا زمان نصب پلها ستونها در اثر شدت باد و وزن خود حرکتی داشته باشند که احتمالاً تاثیر نامطلوب و ایجاد ضعف در جوشکاری و اتصالات کف ستونها خواهد داشت به این دلیل باید پس از نصب، فوراً به مهاربندی موقت ستونها به وسیله میلگرد یا نبشی به صورت ضربدری اقدام کرد.

طویل کردن ستونها:

سازه های فلزی را اغلب در چندین طبقه احداث می کنند، طول پروفیلها برای ساخت ستون محدود است. با در نظر گرفتن بار وارده و دهانه بین ستونها و نحوه قرار گرفتن ستونهای کناری، مقاطع مختلفی برای ساخت ستونها بدست می آید. ممکن است در هر طبقه، ابعاد مقطع ستون با طبقه دیگر تفاوت داشته باشد، بنابراین باید اتصال مقاطع با ابعاد مختلف برای طویل کردن با دقت زیادی انجام شود. محل مناسب برای وصله ستونها به هنگام طویل کردن آنها حداقل در ارتفاع ۴۵ تا ۶۰ سانتیمتر بالاتر از کف هر طبقه یا ۱/۶ ارتفاع طبقه می باشد. این ارتفاع اندازه حداقلی است که از نظر دسترسی به محل اجرای جوش و نصب اتصالات مورد نیاز برای ادامه ستون یا اتصال بادبندی لازم است.

نحوه طویل کردن ستونها:

ابتدا سطح تماس دو ستون را بخوبی گونیا می کنند و با سنگ زدن صاف می نمایند تا کاملاً در تماس با یکدیگر یا صفحه وصله قرار گیرد. در صورتی که پروفیل دو ستون یکسان نباشد، باید اختلاف نمره دو ستون را با گذاردن صفحات لقمه (هم سو کننده) بر ستون فوقانی را پر نمود. سپس صفحه وصله را نصب کرد و جوش لازم را انجام داد. اگر ابعاد مقطع دو نیمرخ که به یکدیگر متصل می شوند، تفاوت زیاد داشته باشد،

بطوری که قسمت بزرگی از سطح آن دو در تماس با یکدیگر قرار نگیرد، در این صورت باید یک صفحه تقسیم فشار افقی بین دو نیمرخ به کار برد. این صفحه معمولاً باید ضخیم انتخاب شود تا بتواند بدون تغییر شکل زیاد، عمل تقسیم فشار را انجام دهد. کلیه ابعاد وضخامت صفحه و مقدار جوش لازم را باید طبق محاسبه و بر اساس نقشه های اجرایی انجام داد.

انواع اتصال ستون به فنداسیون در قاب سوله:

اتصالات در سیستم قابها با اینرسی غیریکنواخت، با اتصالات ستونهای معمولی اسکلت فلزی متفاوت است. اتصالات در تکیه گاه ستونها در قابها با اینرسی غیریکنواخت به شکل متحرک بسیار خفیف و به شکل تکیه گاههای (خطی مفصلی یا ریلی، نقطه ای یا کششی و پیچی یا مفصلی ساده) انجام می گیرد.

۱ اتصال خطی مفصلی یا ریلی:

به این ترتیب که ستون بر صفحه شیاردار متصل می شود. در زیر این صفحه، صفحه بیس پلیت که در ناحیه وسط آن فولادی قوی به شکل برجسته که در شیار صفحه بالایی واقع می شود قرار می گیرد و به این صورت ستون به شکل ریلی دارای حرکت خواهد بود.

۲ اتصال نقطه ای یا کفشکی:

در این حالت نیز ستون به صفحه فولادی قوی جوش می شود و در وسط صفحه تورفتگی به شکل مقعر جوش می گردد. در مقابل تورفتگی مقعر، برجستگی (محدب) کاملاً به اندازه تورفتگی، بر صفحه بیس پلیت قرار دارد. تورفتگی مقعر در بالا و برآمدگی محدب در پایین قرار دارد تا سبب جمع شدن آب در زیر ستون نگردد.

۳ اتصال پیچی یا مفصلی ساده:

ابتدا پای ستون به صفحه بیس پلیت جوش می شود و بولت گذاری در این نوع اتصال تنها از دو عدد بولت یا مهره و واشر فنی صورت می گیرد. بدیهی است بولتها تنها در جهت محور Y قرار می گیرند تا اتصال مفصلی حاصل شود. نمونه دیگر از اتصال ساده در پای ستون به وسیله نبشی و بولت که به این نبشی ها تنها به جان ستون جوش می شوند. انواع اتصال در گوشه:

۱ از End plate در مورد اتصال استفاده می شود.

محاسن آن:

الف) بی نیازی از تقویت قطری جان ب) نشیمن مناسب تیر در موقع نصب.

معایب آن:

الف) نیاز به ورقهای نسبتاً ضخیم در End plate قطری.

ب) ورق کششی ممان مقاوم را ایجاد می کند.

۲- محاسن آن:

الف) استفاده از ورق نسبتاً نازک کششی ب) بازوی نسبتاً بلند برای ایجاد ممان مداوم.

معایب آن:

الف) معمولاً به تقویت قطری جان نیازی نیست. ب) برای نشیمن تیر باید قطعه ای به ستون جوش شوند.

۳ اتصال معروف به اتصال ساعتی:

از جمله محاسن آن راحتی سوراخکاری، راحتی حمل و نصب بی نیازی آن به ورق تقویتی قطری جان.

معایب آن: برش ایجاد شده در بال و تغییرات ناگهانی ضخامت بال در گوشه ها.

شاهتیرها (پلها):

شاهتیرها عضوهای فلزی افقی هستند که با اتصالات لازم به ستونها متصل می شوند و به وسیله آنها بار طبقات به ستونها انتقال می یابد. شاهتیرهای فلزی ممکن است به صورتهای زیر بکار روند:

الف) تیر آهن معمولی به صورت تک یا دوبله

ب) تیر آهن بال پهن

ج) تیر آهن معمولی با ورق تقویتی روی بالها و یا بال و جان

د) پلهای لانه زنبوری از تیر آهن معمولی یا تیرهای بال پهن

ه) تیر ورق (گیر دار) ترکیب تیر آهن معمولی با ورق یا تیر آهن بال پهن با ورق و یا از ترکیب ورق ها درست می شود. تیر ورق همانطور که از اسم آن پیداست توسط ورق ساخته می شود و از پروفیل های معمولی در ساخت آن استفاده می شود.

و) خرپاها

ساخت پلها و شاهتیرها:

هرگاه در شاهتیرهای فلزی به جای تیر تکی از تیرهای دوبله استفاده شود، باید دوتیر در محل بالها به یکدیگر به گونه ای مطلوب اتصال داشته باشند چنانچه پلها (شاهتیرها) برای لنگر خمشی موجود کفاف ندهد، آنها را با اضافه بودن تسمه یا ورق تقویت می نمایند. در مورد ورق تقویتی در تیرهای معمولی باید نکات زیر را رعایت کرد:

۱ حداکثر ضخامت ورق تقویتی $0/8$ ضخامت بال تیر باشد.

۲ ورقهای تقویتی به طور کامل با بالها تماس و اتصال داشته باشد.

۳ ضخامت جوش $0/75$ ضخامت ورق باشد.

۴ ورق تقویتی از هر دو طرف در قسمت عرض نیز جوش شود.

۵ جوشکاری به شیوه صحیح انجام گیرد.

۶ ابعاد ورق طبق محاسبات تعیین شده باشد.

اتصال چند پل در یک محل به ستون:

مواقعی که باتوجه به پوشش سقف اقدام به نصب پل در دوجبه عمود بر هم در محل ستون می شود، یک پل به بالهای ستون و پل دیگر به جان ستون متصل خواهد شد. در نتیجه، ستون از دوجبه تحت تاثیر بار قرار خواهد گرفت که باید با توجه به بار وارد شده و دهانه پل، همچنین تعیین نوع گیرداری پلها در محل ستون اقدامات لازم برای اتصال صحیح و مطلوب به عمل آید. اگر برخورد پل در خارج ستون باشد، باید آن ناحیه را از نظر نیروی خارج از مرکز، همچنین نحوه اتصالات صحیح و اصولی به ستون به دقت بررسی و کنترل کرد.

روش نصب پلها در طبقات:

محل نصب پلها در اسکلت فلزی بسیار مهم است، زیرا پلها تحمل کننده بار سقف از طریق تیرها هستند. با توجه به مقدار بار وارد شده و دهانه، ارتفاع آنها مشخص می شود و معمولاً از ضخامت سقف و ارتفاع تیرها بیشتر است. بنابراین با توجه به نقشه های معماری و تقسیم فضاها، پلها باید در جایی طراحی و نصب شوند که به علت ارتفاع زیاد ایجاد اشکال در کف

نکنند سعی شود به صورت آویز در سقف مشخص نباشد. به این دلیل، معمولاً پلها در زیر دیوارهای جداکننده بین فضاها نصب می شوند که علاوه بر بار وارد شده باید وزن دیوارهای جداکننده بر روی آنها در محاسبه منظور شود. روشهای اتصال پل به پل:

اتصال دو پل که دارای یک ارتفاع هستند به روش زبانه کردن آنها انجام می گیرد که این روش از نظر اتصالات بهتر است. در صورت امکان پل با دهانه بزرگتر در داخل پل با دهانه کوچکتر زبانه می شود. نصب ورق اتصال در جان و روی بال پل کوچکتر برای برش ضروری است. در این حالت، به علت کوتاه بودن دهانه، لنگر خمشی کمتری ایجاد شده در نتیجه، نمره یا سطح مقطع پلها کاهش می یابد.

عمل زبانه کردن در تیرها و پلها: در اسکلت فلزی محل برخورد یا تقاطع قطعات از نظر رفتاری نسبت به یکدیگر و عکس العمل قطعه باربر در محل اتصال (تقاطع) حائز اهمیت است، زیرا باید به محل برخورد توجه کرد که در کدام یک از نواحی که تحت تاثیر کشش، فشار و برش واقع می گردد نحوه اتصال درست و مطلوب را انتخاب و عمل کنیم که ضعف در قطعه باربر ایجاد نشود.

نکات فنی و اجرایی مربوط به خاکبرداری

داشتن اطلاعات اولیه از زمین و نوع خاک از قبیل: مقاومت فشاری نوع خاک بویژه از نظر ریزشی بودن، وضعیت آب زیر زمینی، عمق یخبندان و سایر ویژگیهای فیزیکی خاک که با آزمایش از خاک آن محل مشخص می شود، بسیار ضروری است. در خاکبرداری پی هنگام اجرا زیر زمین ممکن است جداره ریزش کند یا اینکه زیر پی مجاور خالی شود که با وسایل مختلفی باید شمع بندی و حفاظت جداره صورت گیرد؛ به طوری که مقاومت کافی در برابر بارهای وارده داشته باشد یکی از راه حلهای جلوگیری از ریزش خاک و پی ساختمان مجاور، اجرای جز به جز است که ابتدا محل فنداسیون ستونها اجرا شود و در مرحله بعدی، پس از حفاری تدریجی، اجزای دیگر دیوار سازی انجام گیرد.

نکات فنی و اجرایی مربوط به خاکریزی و زیر سازی فنداسیون: چاههای متروکه با شفته مناسب پر می شوند و در صورت برخورد محل با قنات متروکه، باید از پی مرکب یا پی تخت استفاده کرد یا روی قنات را با دال بتن محافظ پوشاند. از خاکهای نباتی برای خاکریزی نباید استفاده کرد. ضخامت قشرهای خاکریز برای انجام تراکم ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر است. برای انجام تراکم باید مقداری آب به خاک اضافه کنیم و با غلتکهای مناسب آن را متراکم نمایی، البته خاکریزی و تراکم فقط برای محوطه سازی و کف سازی است و خاکریزی زیر فنداسیون مجاز نمی باشد. در برخی موارد، برای حفظ زیر بتن مگر، ناچار به زیر سازی فنداسیون هستیم، اما ممکن است ضخامت زیر سازی کم باشد (حدود ۳۰ سانتیمتر) در این صورت می توان با افزایش ضخامت بتن مگر زیر سازی را انجام داد و در صورت زیاد بودن ارتفاع زیر سازی، می توان با حفظ اصول فنی لاشه چینی سنگ با ملات ماسه سیمان انجام داد.

بتن مگر چیست؟

بتن با عیار کم سیمان زیر فنداسیون که بتن نظافت نیز نامیده می شود معمولاً به ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر و از هر طرف ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر بزرگتر از خود فنداسیون ریخته میشود.

قالب بندی فنداسیون چگونه است؟

قالب بندی باید از تخته سالم بدون گره به ضخامت حداقل ۲.۵ سانتیمتر یا ورقه های فلزی صاف یا از قالب آجری (تیغه ۱۱ سانتیمتری آجری یا ۲۲ با اندود ماسه سیمان برای جلوگیری از خروج شیر بتن) صورت گیرد. لازم به یادآوری است که پی های عادی می توان با قرار دادن ورقه پلاستیکی (نایلون) در جداره خاکبرداری از آن به عنوان قالب استفاده کرد.

تذکر: در آرماتور بندی فاصله میله گردها تا سطح آزاد بتن در مورد فنداسیون نباید از ۴ سانتیمتر کمتر باشد.

تیرها

تیرهای لانه زنبوری:

دلیل نامگذاری تیرهای لانه زنبوری، شکل گیری این تیرها پس از عملیات (بریدن و دوباره جوش دادن) و تکمیل پروفیل است. این تیرها در طول خود دارای حفره های توخالی (درجان) هستند که به لانه زنبوری شبیه است به همین سبب به این گونه تیرها ((تیر لانه زنبوری)) می گویند.

هدف از ساختن تیرهای لانه زنبوری:

هدف این است که تیر بتواند ممان خمشی را با خیز نسبتاً کم، همچنین وزن کمتر در مقایسه با تیر نورد شده مشابه تحمل کند. برای مثال با رجوع به جدول تیر آهن ارتفاع پروفیل IPE 18 را که ۱۸ سانتی متر ارتفاع دارد، می توان تا ۲۷ سانتی متر افزایش داد.

محاسن و معایب تیر لانه زنبوری:

با تبدیل تیر آهن معمولی به تیر لانه زنبوری:

۱ مدول مقطع و ممان اینرسی مقطع تیر افزایش می یابد.

۲ مقاومت خمشی تیر نیز افزوده می گردد. در نتیجه، تیری حاصل می شود با ارتفاع بیشتر، قویتر و هم وزن تیر اصلی.

۳ با کم شدن وزن مصالح و سبک بودن تیر، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود.

۴ از فضاهای ایجاد شده (حفره ها) در جان تیر می توان لوله های تاسیساتی و برق را عبور داد.

در ساختن تیر لانه زنبوری که منجر به افزایش ارتفاع تیر می شود، باید استاندارد کاملاً رعایت گردد. در غیر اینصورت، خطر خراب شدن تیر زیر بار وارد شده حتمی است.

از جمله معایب تیر لانه زنبوری، وجود حفره های آن است که نمی تواند تنش های برشی را در محل تکیه گاه پل به ستون یا اتصال تیر آهن تودلی (تیر فرعی) به پل لانه زنبوری تحمل کند. بنابراین، برای رفع این عیب، اقدام به پر کردن بعضی حفره ها با ورق فلزی وجوش می کنند تا اتصال بعدی پل به ستون یا تیر فرعی به پل به درستی انجام شود. تیر لانه زنبوری در ساختمان اسکلت فلزی می تواند بصورت پل فقط در یک دهانه یا بصورت پل ممتد به کار رود. برای ساختن تیر لانه زنبوری دو شیوه موجود است:

الف) شیوه برش پانیر

ب) شیوه برش لیسکا

روشهای مختلف برش تیر آهن:

۱ برش به روش کوپال: با استفاده از دستگاه قطع کن سنگین که به گیوتین مخصوص مجهز است، تیر آهن به شکل سرد در امتداد خط منکسر قطع می شود.

۲ برش به روش برنول: برش در این حالت به صورت گرم انجام می گیرد. به این صورت که کارگر ماهر برش را با شعله بنفش رنگ قوی حاصل از گاز استیلن و اکسیژن، بوسیله لوله برنول انجام می دهد.

بریدن تیرهای سبک بوسیله ماشینهای برش اکسیژن شابلن دار نسبتاً ساده است. در ایران تیرهای لانه زنبوری را بیشتر با دست تهیه می کنند.

پلهای مرکب:

در بارهای سنگین و احتمالاً چ دهانه زیاد که پروفیل استاندارد در بازار کافی یا اقتصادی نباشد، همچنین مقطع تیر لانه زنبوری که با تسمه یا ورق تقویت شده است، برای بار وارد شده و دهانه خمشی کافی نباشد، از تیرهای مرکب استفاده می شود. تیر مرکب در چندین حالت اجرا می گردد:

۱ تیر مرکبی که از بریدن پروفیل های معمولی ایرانی IPE از وسط جان تیر و اتصال صفحه و ورق مناسب به دو قسمت بریده شده ساخته می شود. این روش برای پروفیل های نمره ۲۰ به بالا اقتصادی خواهد بود.

۲ تیر مرکبی که از سه صفحه (قطعات تقویتی) تشکیل می گردد.

در این حالت، در پروفیل های معمولی از فولاد جان تیر نسبت به فولاد بالها برای مقابله با خمشی چندان استفاده نمی شود، بلکه سعی می گردد حتی الامکان جان تیر را نازکتر و ارتفاع آن را زیاد کنند.

- تیر پوشش:

نوع سقف پوشش سقف در طبقات اسکلت فلزی با توجه به کاربرد ساختمان تعیین می شود که معمولاً سقف های بتن آرمه یا طاق ضربی مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً تیر آهن پوشش از پروفیل های IPE و inp استفاده می شود. فاصله تیرها بین ۶۵/ تا ۱/۱ متر و طول را حداکثر تا ۵ متر در نظر می گیرند. البته خیز باید مورد توجه باشد.

- زبانه کردن تیرهای پوشش:

تیرهای فلزی پوشش باید به شیوه ای مطلوب به همدیگر یا به پلها اتصال یابند بهترین حالت، شیوه زبانه کردن با توجه به محل وناحیه برخورد تیر آهن به تیر آهن دیگر است که باید از روش ایجاد زبانه استفاده کرده، اتصال را انجام داد.

اتصال تیر پوشش به پل به وسیله نبشی:

معمولاً در اتصال تیر پوشش به پل از حالت جوش و نبشی استفاده می شود. هرچه بتوانیم محل اتصال را تا حدودی گیردار بوجود آوریم، لرزش در تیر پوشش کمتر خواهد بود. مساله خیز به نحو مطلوبتری حل خواهد شد. البته اگر طبق محاسبات نحوه اتصال نیم گیردار انجام دهیم، در مصرف پروفیل صرفه جویی خواهد شد.

مهار کردن تیرهای پوشش:

تیرهای پوشش را علاوه بر اتصال درست به تکیه گاه بایستی از نظر حرکات جانبی و پیچش، کمانش قطری، لهیدگی مورد کنترل قرار داد و آنها را مهار کرد. در اسکلت فلزی معمولاً تیرهای پوشش را با گذاردن میلگردها بصورت ضربدری وجوش به بال تیر آهن واتصال به قسمت های پوشش تکیه گاه اسکلت را مهار کرده وبادبند افقی تشکیل می شود. در دهانه کناری از میلگرد های افقی که مانع رانش دهانه ابتدایی وانتهایی می شود، استفاده می کنند.

لقمه ها وپرکننده ها:

طبق آیین نامه سازه های جوشی، پرکننده (لقمه) با ضخامت ۶ میلی متر ویا بیشتر باید به اندازه کافی از لبه های ورق وصله بیرون باشد تا به قطعه ای که به آن نصب می شود، به حد کافی جوش داده شود. به طوری که بتواند نیروی ورق وصله را که به ورق پر کننده وارد می شود، منتقل نماید. لبه های پرکننده هایی که ضخامت آنها از ۶ میلی متر کمتر است. باید با لبه های ورق وصله هم باد باشند. در این حالت اندازه جوش باید مساوی مجموع اندازه جوش لازم برای حمل نیروی وصله به اضافه ضخامت ورق پرکننده در نظر گرفته شود.

هدف از طویل کردن پلها وتیرهای پوشش:

در پوشش سقف یا در پلها به دلایلی مجبور به طویل کردن آنها هستیم که چند مورد از آنها عبارتند از:

۱ طول استاندارد پروفیل یا تیر آهن که ممکن است برای اجرا کافی نباشد.

۲ به علت تغییر اندازه تیر آهن یا پروفیل وجود وصله الزامی می شود.

۳ به علت کاهش ضایعات تیر آهن ممکن است مجبور به وصله کارگاهی باشیم.

مراحل ساخت فنداسیون ساختمانهای اسکلت فلزی

اجرای فونداسیون ساختمان باید به طور کاملاً فنی و دقیق روی زمین با مقاومت کافی و کنترل شده، با خاک کاملاً متراکم و دارای دانه بندی و جنس مطلوب باشد تا احیاناً مسئله نشست و لغزش در پی رخ ندهد. به جرات می توان گفت که خرابی در فونداسیون ساختمان ها، همواره به سبب گسیختگی خاک زیر آن صورت می گیرد و واژگونی در اثر بلندشدن پی بندرت پیش می آید. در انتها، شایان ذکر اینکه، اگرچه ممکن است برای مالکان، پیمانکاران، سازندگان و

شرکت های بیمه از نظر هزینه های اجرایی، تفاوت چندانی بین فروریختن کامل یا آسیب دیدگی جزئی سازه وجود نداشته باشد که منجر به عدم کارایی آن شده که نیاز به تخریب کامل و جایگزینی داشته باشد، ولی برای ساکنان ساختمان ها این تفاوت بسیار حیاتی و در واقع مرز بین زندگی و مرگ است. بنابراین، رعایت نکات فوق هر چند که نتواند مانع آسیب دیدگی جزئی ساختمان ها شود ولی، اگر از تخریب صد در صد آنها جلوگیری کند، در این صورت بازهم در کارمان موفق بوده ایم و تا حدودی به اهدافمان رسیده ایم. ولی در پیش گرفتن مسیر رعایت قوانین و مقررات و بندهای آئین نامه های اجرایی به یک جا ختم می شود و آن جایی است که با ساخت سازه های مقاوم در برابر زمین لرزه و سایر نیروهای خارجی و داخلی وارد بر ساختمان ها، تلفات و خسارات جانی و مالی تا حد بسیار زیادی کاهش پیدا خواهد کرد.

برای اجرای یک پروژه اسکلت فلزی نخست ساخت پی مناسب است که در کلیه پروژه ها تقریباً یکسان اجرا می شود، باید توجه داشت که از قبل نقشه فنداسیون را روی زمین پیاده کرد و برای پیاده کردن دقیق آن بایستی جزئیات لازم در نقشه مشخص گردیده باشد.

از جمله سازه به یک شبکه متشکل از محورهای عمود بر هم تقسیم شده باشد و موقعیت محورهای مزبور نسبت به محورها یا نقاط مشخصی نظیر محور جاده، بر زمین بر ساختمان مجاور و غیره تعیین شده باشد. ترسیم مقاطع و نوشتن رقوم زیر فنداسیون، رقوم روی فنداسیون، ارتفاع قسمت های مختلف پی، مشخصات بتن مگر، مشخصات بتن، نوع و قطر و طول کلی که برای بریدن میلگردها مورد نیاز است باید در نقشه مشخص باشد. قبل از پیاده کردن نقشه روی زمین اگر زمین ناهموار باشد یا دارای گیاهان و درختان باشد باید نقاط مرتفع ناترازی که مورد نظر است برداشته شود و محوطه از کلیه گیاهان و ریشه ها پاک گردد پس از این مرحله برای پیاده کردن نقشه فنداسیون اسکلت فلزی بایستی شمال جغرافیایی نقشه را با جهت شمال جغرافیایی محلی که قرار است پروژه در آن اجرا شود، منطبق نمائیم که به این کار توجیه نقشه می گویند. پس از این کار، یکی از محورها را (محور طولی یا عرضی) که موقعیت آن روی نقشه مشخص است، بر روی زمین، حداقل با دومیخ در ابتدا و انتها پیاده می کنیم که به این امتداد محور مبنا گفته می شود. حال سایر محورهای طولی و عرضی را از روی محور مبنا به وسیله میخ چوبی یا فلزی روی زمین مشخص می کنیم. برای خاکبرداری محل فنداسیون ها به ارتفاع خاکبرداری نیازمندیم و در صورتی که اگر زمین دارای پستی و بلندی جزئی باشد باید نقطه ای به صورت مبنا در محل کارگاه مشخص شود که این نقطه بوسیله بتن و میلگرد در نقطه ای که دور از آسیب باشد ساخته می شود.

نکات فنی و اجرایی مربوط به گودبرداری (خاکبرداری):

داشتن اطلاعات اولیه از زمین و نوع خاک از قبیل: مقاومت فشاری نوع خاک بویژه از نظر ریزشی بودن، وضعیت آب زیر زمینی، عمق یخبندان و سایر ویژگیهای فیزیکی خاک که با آزمایش از خاک آن محل مشخص می شود، بسیار ضروری است.

در گودبرداری پی هنگام اجرای زیرزمین ممکن است جداره ریزش کند یا اینکه زیر پی مجاور خالی شود که با وسایل مختلفی باید شمع بندی و حفاظت جداره صورت گیرد. بطوریکه مقاومت کافی در برابر بارهای وارده داشته باشد. یکی از راه حل‌های جلوگیری از ریزش خاک و پی ساختمان مجاور، اجرای جزء به جزء است که ابتدا محل فنداسیون ستونها اجرا شود و در مرحله بعد، پس از حفاری تدریجی، اجزای دیگر دیوار سازی انجام گیرد.

نکات فنی و اجرایی مربوط به خاکریزی و زیرسازی فنداسیون:

چاههای متروکه با شفته مناسب پر می شوند و در صورت برخورد محل با قنات متروکه، باید از پی مرکب یا پی تخت استفاده کرد یا روی قنات را با دال بتن محافظ پوشاند.

از خاکهای نباتی برای خاکریزی نباید استفاده کرد. ضخامت قشرهای خاکریز برای انجام تراکم ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر است. برای انجام تراکم باید مقداری آب به خاک اضافه کنیم و با غلتک های مناسب آن را متراکم نماییم. البته خاکریزی و تراکم فقط برای محوطه سازی و کف سازی است و خاکریزی زیر فنداسیون مجاز نمی باشد. در برخی موارد، برای حفظ رقوم زیر بتن مگر، ناچار به زیر سازی فنداسیون هستیم، اما ممکن است ضخامت زیر سازی کم باشد (حدود ۳۰ سانتی متر) در این صورت می توان با افزایش ضخامت بتن مگر زیرسازی را انجام داد و در صورت زیاد بودن ارتفاع زیر سازی، می توان با حفظ اصول فنی لاشه چینی سنگ با ملات ماسه سیمان انجام داد.

نکات فنی و اجرایی بتن مگر:

بتن با عیار کم سیمان زیر فنداسیون که بتن نظافت نامیده می شود معمولاً به ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر واز هر طرف ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر بزرگتر از خود فنداسیون ریخته می شود.

نکات فنی و اجرایی قالب بندی فنداسیون:

کلیه ضوابط فنی و اجرایی قالب بندی باید بطور کامل رعایت شده و نیز در قالب بندی باید از تخته سالم بدون گره به ضخامت حداقل ۲/۵ سانتی متر یا ورقه های فلزی صاف یا از قالب آجری (تیغه ۱۱ سانتی متر آجری یا ۲۲ با اندود ماسه سیمان برای جلوگیری از خروج شیره بتن) صورت گیرد. لازم به ذکر است که برای پی های عادی می توان با قرار دادن ورقه پلاستیکی (نایلون) در جداره خاکبرداری از آن به عنوان قالب استفاده کرد.

نکات فنی و اجرایی آرماتور بندی و بتن ریزی:

علاوه بر رعایت ضوابط فنی و اجرایی عملیات آرماتور بندی و بتن ریزی، فاصله میلگردها تا سطح آزاد بتن در مورد فنداسیون نباید از ۴ سانتی متر کمتر باشد.

چگونگی اجراء و نصب پیچهای مهار (بولت) و صفحه کف ستونی:

الف: صفحه کف ستونی (Baseplate):

ستونهای یک ساختمان اسکلت فلزی، نقش انتقال بارهای وارد شده را به فنداسیون به صورت نیروی فشاری، کششی، برشی یا لنگر خمشی به عهده دارند. ستون فلزی به علت مقاومت بسیار زیاد تنش های بزرگی را تحمل می کند و بتن قابلیت تحمل این تنش ها را ندارد بنابراین صفحه ستون واسطه ای است که ضمن افزایش سطح تماس ستون با پی، سبب می گردد توزیع نیروهای ستون در حد قابل تحمل برای بتن باشد.

کار اتصال صفحه زیر ستونی با بتن به وسیله میله مهار (Bolt) صورت می گیرد و برای ایجاد اتصال، انتهای آن را خم می کنیم و مقدار طول بولت را محاسبه تعیین می کند. تعداد بولت ها بسته به نوع کار از دو عدد به بالا تغییر می کند، حداقل قطر این میله های مهار میله گرد نمره ۲۰ است. در حالی که صفحه تنها فشار را تحمل می کند، بولت نقش عمده ای ندارد و تنها پایه را در محل خود ثابت نگه می دارد. نکته مهم هنگام نصب ستون بر روی صفحه تقسیم فشار این است که حتماً انتهای ستون سنگ خورده و صاف باشد تا تمام نقاط مقطع ستون بر روی صفحه بیس پلیت بنشیند و عمل انتقال نیرو بخوبی انجام پذیرد. از آن جا که علاوه بر فشار، لنگر نیز بر صفحه زیر ستونی وارد می شود، طول بولت باید به اندازه ای باشد که کشش وارد شده را تحمل نماید که این امر با محاسبه تعیین خواهد شد.

انواع اتصال ستون به شالوده:

جزئیات اتصال ستون فلزی به شالوده بتنی به نیروی موجود در پای ستون بستگی دارد. در ستون با انتهای مفصلی فقط نیروی فشاری و برشی از ستون به شالوده منتقل می شوند. در صورتیکه بخواهیم لنگر خمشی را نیز به شالوده منتقل نماییم نیاز به اتصال گیردار خواهیم داشت.

روش نصب پیچ های مهار:

به طور کلی دو روش برای نصب پیچهای مهار وجود دارد:

الف) نصب پیچ های مهار در موقع بتن ریزی شالوده ها: در این روش، پیچها را در محل های تعیین شده قرار می دهند و موقعیت آنها را بوسیله مناسبی تثبیت می کنند. سپس اطرافشان را با بتن می پوشانند. روشهای گوناگونی برای تثبیت پیچ های مهار در محل خود وجود دارد که به این شرح است:

روش اول: ابتدا به وسیله صفحه نازک مشابه با ورق کف ستونی که شابلن یا الگو نامیده می شود. قسمت فوقانی بولت و قسمت پائین را بوسیله نبشی به یکدیگر می بندیم تا مجموعه ای بدون تغییر شکل به دست آید، آنگاه محورهای طولی و عرضی صفحه الگو را با مداد رنگی مشخص می کنیم، سپس بوسیله ریسمان کار یا دوربین تئودولیت با میخهای کنترل محور کلی فنداسیون را در جهت های طولی و عرضی بدست می آوریم و به کمک شخصی باتجربه در موقعیت مناسب آن قرار می دهیم. سپس بوسیله قطعات آرماتور آن را به میلهگردهای شبکه آرماتور فنداسیون یا به قطعات ورقی که در بتن قرار داده اند جوش داده می شود. به گونه ای که هنگام بتن ریزی، صفحه از جای خود حرکتی نداشته باشد.

باید توجه داشت که در موقع بتن ریزی، هوا در زیر صفحه شابلن محبوس نشود که برای این منظور، معمولاً سوراخ بزرگی در وسط شابلن تعبیه می کنند که وقتی بتن از اطراف زیر صفحه را پر می کند هوا از راه سوراخ خارج گردد و با بیرون زدن بتن از وسط صفحه از پر شدن کامل زیر آن اطمینان حاصل شود.

روش دوم: صفحه تقسیم فشار پیش از بتن ریزی پی به طور دقیق در محل خود قرار می گیرد و بوسیله آن بولت ها در جای خود ثابت می شوند. پس از بتن ریزی، صفحه را از جای خود خارج می کنند و یا در کارگاه به طور مستقیم به پای ستون متصل می نمایند و پس از نصب ستون به همراه صفحه مهره ها را محکم می بندند. در این حالت، هر صفحه ای باید کاملاً علامت گذاری شود تا هنگام نصب اشتباهی رخ ندهد.

روش سوم: صفحه را قدری بالاتر از محل اصلی خود نگه می دارند تا محل میله های مهار به طور دقیق تعیین شود، سپس میله مهارها را ثابت می کنند و عمل بتن ریزی را انجام می دهند، در حالیکه صفحه هنوز در جای خود ثابت است. پس از پایان یافتن بتن ریزی صفحه را در تراز مورد نظر نگه می دارند این عمل را می توان بوسیله مهره های فلزی در زیر صفحه ای که میله مهارها از درون آنها عبور کرده اند با پیچاندن و تنظیم آنها تا تراز لازم انجام داد. سپس فاصله های بین زیر صفحه و روی بتن پی با ملات ماسه شسته و سیمان به نسبت یک حجم سیمان به دو حجم ماسه کاملاً پر می گردد یا از ماسه سیمان نرم استفاده می گردد.

ب) نصب پیچ های مهار پی پس از بتن ریزی شالوده:

در این روش، در محل پیچ های مهار بوسیله قالب در داخل بتن فضای خالی ایجاد می کنند که این قالب (جعبه) نامیده می شود. میلگردی را در داخل بتن قرار می دهند و پس از گرفتن و سخت شدن بتن شالوده، جعبه را از محل خود خارج و سپس پیچ مهار را در محل خود درگیر با آرماتور قرار می دهیم و تنظیم می نماییم و اطراف آن را با بتن ریز دانه (با حفظ اصول بتن ریزی) پر می کنیم. لازم به ذکر است که جعبه ای که برای ایجاد فضای خالی لازم برای نصب پیچ مهار بکار می رود باید چنان طرح ریزی و ساخته شده باشد که به سادگی و در حد امکان، بدون ضربه زدن، شکستن و خرد کردن از داخل بتن خارج شود که برای این منظور می توان از جعبه هایی که قطعات آنها به صورت کام وزبانه متصل می شوند یا از جعبه های لولایی و سایر اقسام جعبه ها استفاده کرد. در مواردی که از پیچ های مهار با قالب انتهایی و رکاب یا از پیچ های مهار با انتهای کلنگی استفاده می شود برای سرعت بخشیدن به کار از جعبه های ساخته شده یا ورق های فولادی که در درون بتن باقی می مانند، استفاده می شود باید توجه داشت که این شیوه کار بیشتر برای فنداسیون ماشین آلات صنعتی در کارخانجات کاربرد دارند. در بعضی موارد برای اتصال کف ستون به شالوده، به جای پیچ های مهار از میلگردها یا تسمه هایی استفاده می کنند که به ورق کف ستون جوش داده می

شوند که بدین صورت است که معمولاً در موقع بتن ریزی، مجموعه ورق کف ستون و مهارها را در شالوده کار می گذارند، پس از گرفتن و سخت شدن بتن، ستون را روی

ورق کف ستون قرار می دهند و جوشکاری می کنند هنگام استفاده از این روش، اتصال به این دلایا توصیه نمی شود:

۱ معمولاً در هنگام بتن ریزی، حبابهای هوا در زیر ورق کف ستون محبوس می شوند.

۲ حتی اگر در مواقع بتن ریزی حبابی در زیر ورق نمانده باشد، به علت افت بتن فاصله ای بین ورق کف ستون و بتن شالوده به وجود می آید. بخار آب در این فاصله تقطیر می شود و خطر زنگ زدگی وضعیف شدن کف ستون را پدید می آورد.

۳ براساس تجربه مشخص گردیده است که میلگرد در محل اتصال به ورق کم و بیش ترد و شکننده می شود.

۴ اگر زغال جوش روی نوارهای جوش باقی بماند، آب را به خود جذب می کند و نقطه شروع زنگ زدگی را به وجود می آورد.

۵ امکان تنظیم بعدی ورق کف ستون وجود ندارد و جوش کردن ستون، هنگامی که در کارگاه فلز کاری انجام می پذیرد میسر نیست.

محافظت از کف ستون ها و پیچ های مهاري (مهره وحديده):

کف ستون ها از جمله قطعات ساختمانی هستند که اغلب در معرض شدید رطوبت قرار دارند و باید به نحو مطلوب محافظت شوند. در ساختمانهای معمولی و به طور کلی در ساختمانهایی که پس از پایان یافتن کار اسکلت فلزی دیگر نیازی به بازدید یا تنظیم کف ستونها نیست، اطراف کف ستون را با بتن پر می کنند و در صورتی که قبل از بتن ریزی سطوح فولادی خوب تمیز شده و کل جوش یا زغال جوش برداشته شده باشد، بتن به فولاد می چسبد و آن را کاملاً محافظت می کند. در بعضی دیگر از ساختمانها، کف ستونها را نیز نظیر سایر قطعات به وسیله رنگ محافظت می کنند. در ساختمانهای صنعتی که امکان باز کردن و نصب مجدد آنها وجود دارد، با مواد قیری مخلوط با ماسه نرم از کف ستونها حفاظت می شود. همچنین برای تمیز ماندن حديدهای پیچ های مهاري و دوری از آسیب دیدگی باید قبل از بتن ریزی فنداسیون، قسمت حديدها به وسیله پلاستیک یا گونی یا سیم مناسب بسته شده، پوشش مناسب صورت گیرد.

آزمون آموخته ها در رابطه با اسکلت فلزی

ستونهای ساختمان اسکلت فلزی

ستونها نقش انتقال بارهای وارد از تراز طبقات را به فنداسیون به صورت نیروهای فشاری، کششی و لنگر خمشی به عهده دارند.

چگونگی اتصال فولاد با بتن: حال تنها مشکلی که بین ستون فلزی با فنداسیون بتنی وجود دارد اتصال آنها به یکدیگر می باشد که برای رفع این مشکل از صفحه ستون و بِلت استفاده می شود.

صفحه ستون (بیس پلیت)

با توجه به اینکه ستون فلزی به علت مقاومت بسیار زیاد تنشهای بزرگی را تحمل می کند و بتن قابلیت تحمل این تنشها را ندارد بنابراین صفحه ستون (بیس پلیت) وسیله ای است که سطح تمام ستون با پی را افزایش می دهد و باعث توصیع و تقسیم تنشهایی می شود که از ستون به پی انتقال می یابد.

میل مهار BOLT

حال برای اتصال این صفحه ستونها و یکی کردن آن با بتن پی از میله مهار استفاده می‌شود که برای اتصال این میل مهارها و مهار آنها در بتن از میل گرد آجدار استفاده می‌شود و انتهای آن را خم می‌کند، مقدار این خم و طول و قطر آنرا بسته به میزان نیرو محاسبه می‌کند، تعداد میل مهارها بسته به نوع کارایی از دو عدد به بالا می‌باشد.

طریقه نصب میل مهار: در ابتدا به وسیله صفحه نازکی که شبیه به بیس پلیت می‌باشد (شابلون) قسمت بالایی بلت‌ها را نگه می‌داریم و سپس بوسیله جوش کردن تعدادی تسمه یا نبشی به بالا و پایین بلت‌ها آنها را ثابت نگه می‌دارند تا مجموعه‌ای بدون تغییر شکل به دست آید سپس توسط ریسمان یا دوربین تئودولیت ولتها را طبق نقشه‌های اجرایی در جای خود با میخ‌هایی ثابت می‌کنیم تا در حین بتن‌ریزی جابه‌جا نشود.

طریقه نصب بیس پلیت: بعد از اتمام مراحل بتن‌ریزی و نصب بلت‌ها نوبت به نصب بیس پلیت می‌رسد که برای این کار ابتدا صفحه ستون را روی بلت‌ها می‌گذاریم و برای تراز کردن سطح تمام صفحه ستونها با استفاده از دوربین تئودولیت آنها را تنظیم می‌کنیم و فاصله خالی بین صفحه ستون و فنداسیون را با ملات ماسه سیمان نرم (**گروت**) پر می‌کنیم سپس مهره‌های رویی را سفت می‌کنیم.

ستونها

ستون عضوی است که به صورت عمودی در ساختمان نصب می‌شود و بارهای کف ناشی از طبقات به وسیله تیرها و شاه‌تیرها به آن منتقل می‌گردد و توسط آن به پی انتقال می‌یابد.

طریقه ساخت

ستونها به اشکال و مقاطع مختلفی ساخته می‌شوند ولی در بیشتر موارد از ستونهای مرکب استفاده می‌شود. که در این پروژه تمام ستونها از دو تیر آهن دوبل با ورق تقویتی و بستهای افقی ساخته شده‌اند که تا ارتفاع مشخصی ورقه‌های تقویتی بر روی بال تیر آهنها جوش

شده و بقیه ارتفاع ستون بوسیله بستهای بستهای افقی به همدیگر نصب شده در محلی که پل یا شاه‌تیر به ستون نصب می‌شود جهت اتصال نبشی نشیمن گاهی از ورق‌های یک تیکه استفاده شده جوش اینگونه ورقها و بستها و نبشی‌ها به صورت سرتاسری می‌باشد و ساخت آنها همگی بر روی زمین می‌باشد و نوع این جوشها از نوع تخت می‌باشد.

نکته: در هنگام جوش دادن بستها و ورقه‌ها و نبشی‌ها باید طبق استانداردها و روشهای اصولی عمل شود تا در حین اجرا و جوش دادن ورقها ستونها تابیده نشود از روشهایی که توصیه می‌شود استفاده از جوش منقطع و استفاده از جوش با تعداد پاسهای کمتر می‌باشد.

بعد از اتمام ساخت ستونها طبق نقشه‌های اجرایی و دتایلهای آنها نوبت به نصب آنها می‌رسد.

طریقه نصب ستون

در ابتدا دو عدد نبشی که محورهای این نبشی‌ها بر هم عمود می‌باشد بر روی کف ستون جوش داده می‌شود سپس توسط دستکهای مخصوص ستونها را طبق تیپ و شماره آنها علم می‌کنند.

در هنگام علم کردن ستونها باید نکات زیر رعایت شود

۱- با قرار دادن یک دوربین و تراز کردن آن یک طرف ستون مورد نظر را که دستک آن را به طور موقت نگه داشت، شاغول می‌کنیم و طرف دیگر آن را توسط شاغول به طور کاملاً عمودی قرار می‌دهیم وقتی که ستون از دو طرف تأیید شد شروع به سفت کاری پای ستون می‌کنیم.

۲- تا هنگامی که از اتصال کامل پای ستون مطمئن نشده‌ایم نباید دستک آن را به طور کامل رها کنیم در غیر این صورت خطراتی را به دنبال دارد.

۳- پس از اتمام نصب ستون، نباید ستونها به طور جداگانه به حال خود رها شوند چون که ممکن است توسط کوچکترین نیروهای جانبی که به بالای ستون وارد می‌شود باعث کنده شدن ستون از جای خود شود. برای جلوگیری از این احتمال باید ستونها یا توسط بادبند یا بوسیله پلهای جانبی به یکدیگر متصل شوند تا در مقابل نیروهای جانبی از انسجام کافی برخوردار باشند.

پلهای ساختمانهای اسکلت فلزی

شاهتیرها عضوهای فلزی افقی اصلی هستند که با اتصالات لازم به ستونها متصل می‌شوند و بوسیله آنها بار طبقات به ستونها انتقال می‌یابد.

انواع پلها

پل‌ها اعضای درجه یکی هستند که به شکلهای مختلف ساخته و استفاده می‌شوند مانند موارد زیر:

(الف) تیر آهن معمولی به صورت تک یا دو لبه

(ب) تیر آهن بال‌پهن

(ج) تیر آهن معمولی با ورق تقویتی روی بالها و یا بال و و جان

(د) پلهای لانه‌زنبوری از تیر آهن معمولی

(ه) تیرورق

در این پروژه بجز موارد (ب) و (ه) از بقیه موارد بالا استفاده شده است:

(الف) تیر آهن معمولی به صورت تک یا دولبه: در بعضی موارد که نیروهای وارده کم است از تیر آهن به صورت تک استفاده می‌شود و وقتی که نیرو زیاد شد و طبق محاسبات تیر تک جوابگوی بارهای وارده نشد از تیر آهن به صورت دابل یا ورق تقویتی یا بدون ورق تقویتی استفاده می‌شود.

ج) تیر آهن معمولی با ورق معمولی روی بالها و یا بال و جان: برای اینکه سازه‌ای سبکتر و مقرون به صرفه‌تر با همان کیفیت بالا داشته باشیم باید در طراحی‌های خود این موارد را در نظر بگیریم اگر باری داریم که تیر تک جوابگوی آن نیست و تیر دابل برای آن خیلی زیاد است و نمره تیر آهن کوچکتر در بازار وجود ندارد از تیر تک با ورقهای تقویتی در جان و بال در نقاطی که تحت لنگرهای خمشی ماگزیمم و نیروهای برشی ماگزیمم قرار می‌گیرند، استفاده کنیم.

د) پلهای لانه‌زنبوری از تیر آهن معمولی: همانطور که در موارد پیش گفتیم باید سعی کنیم سازه‌ای سبکتر و مقرون به صرفه‌تر با همان کیفیت قبلی ارائه دهیم به همین دلیل از این نوع تیر استفاده می‌کنیم. تیر لانه‌زنبوری ممان خمشی بیشتری را با خیز نسبتاً کمتری تحمل می‌کند.

معایب تیرهای لانه‌زنبوری: از جمله معایب تیر لانه‌زنبوری وجود حفره‌های آن است که نمی‌تواند تنش‌های برشی را در محل تکیه‌گاه پل به ستون یا اتصال تیر آهن تودلی به پل لانه‌زنبوری تحمل کند بنابراین برای رفع این عیب اقدام به پرکردن بعضی حفره‌ها و ورق تقویتی فلزی و جوش می‌کنند تا اتصال بعد پل به ستون یا تیر فرعی به پل به درستی انجام گیرد.

محاسن تیرهای لانه‌زنبوری

- ۱- مدول مقطع و ممان اینرسی مقطع تیر افزایش می‌یابد.
- ۲- مقاومت خمشی تیر نیز افزوده می‌گردد. در نتیجه تیری حاصل می‌شود با ارتفاع بیشتر، قوی‌تر و هم‌وزن تیر اصلی.
- ۳- با کم شدن وزن مصالح و سبک‌تر شدن تیر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.
- ۴- از فضای ایجاد شده (حفره‌ها) در جان تیر نیز می‌توان لوله‌های تأسیساتی و برق را عبور داد.

طریقه ساخت تیرهای لانه‌زنبوری

در این پروژه تمامی تیرهای لانه‌زنبوری را توسط گیوتن برش زده و با کشیدن یک گام به عقب آن‌ها و قراردادن برآمدگی‌ها بر یکدیگر ارتفاع تیر را افزایش می‌دهند و به روش مناسب جوش می‌زنند سپس نقاطی را که در محل لنگر خمشی و نیروهای برشی ماگزیمم است با ورقهای تقویتی و در بعضی مواقع بر روی بال آنها تقویت می‌کنند تیر آهنهای لانه‌زنبوری به صورت تک یا دوبله استفاده می‌شوند و به دو شیوه پانیر و لیتسکا انجام می‌گیرد. که در این پروژه تیرهای لانه‌زنبوری فقط به روش پانیر ساخته شده‌اند.

طریقه نصب پلها: بعد از ساخت پلها نوبت به نصب آنها در جای خود می‌رسد. پلها را طبق نقشه‌های اجرایی وصل می‌کنند حمل پلها به مکان موردنظر به وسیله دستکهای مخصوص انجام می‌گیرد.

بعد از اینکه پلها بر روی نبشی‌های نشیمن قرار گرفتند توسط دو کارگر ماهر دو سر آن به طور موقت جوشکاری می‌شود و بعد از اتمام حمل پلها و قرار گرفتن در جای خود تمام پلها به نوبت به طور کامل جوش کاری می‌شوند.

نکته: در حین نصب پل‌ها باید جاهایی که دستگیر است و مانع کار می‌شود را در پایان انجام داد. یعنی اینکه باید طوری کار کرد که تیری که ممکن است جلوی کار ما را بگیرد در پایان نصب شود و تیری که جلوی کار را نمی‌گیرد در ابتدا نصب شود.

بادبندهای ساختمانهای اسکلت فلزی

بادبندها اعضایی هستند که باعث جلوگیری از تغییر شکل ساختمان در مقابل نیروهای جانبی می‌شوند و اجازه نمی‌دهند ستون‌ها از حالت شاغولی خارج شوند. بادبندها به اشکال مختلفی به کار برده می‌شوند. (ضربدری، K شکل، هفت و هشت و...).

نوع پروفیل: نوع پروفیلی که در بادبندها استفاده می‌شود از پروفیل‌های نورد شده می‌باشد که به اشکال مختلف و بسته به نوع کارایی ساخته می‌شود، از جمله این پروفیل‌ها تیرآهن بال پهن IPE، تیرآهن معمولی INP، پروفیل ناودانی، پروفیل سپری، پروفیل نبشی، قوطی لوله و تسمه می‌باشد.

بادبندها به عنوان اعضای درجه دوم سازه در حین طراحی در نظر گرفته می‌شوند و در کل اعضایی هستند که نیروهای جانبی وارد به سازه را به صورت فشاری، کششی تحمل می‌کنند و مانع از تغییر شکلهای نیش از اندازه می‌شوند.

نوع جوش بادبند: از لحاظ اتصالات و نوع جوش در سازه‌های فلزی بادبند ها را نمی‌توان به طور صد در صد و جوش سر بالا می‌باشند که این جوش ضعیف‌ترین جوش شناخته شده است و از لحاظ اجرایی بسیار مشکل می‌باشند. نکته: دلیل اینکه جوش سر بالا را ضعیف‌ترین جوش می‌نامند در این است که به هنگام ذوب شدن ورق و الکتروود و به دلیل نیروی ثقل زمین مواد مذاب از ورق جدا می‌شوند و کل جوش در پایین قرار می‌گیرد و به همین دلیل اتصال به طور کامل صورت نمی‌گیرد و مشکلاتی را به همراه دارد.

در پروژه مورد نظر از سیستم بادبندی به صورت ضربدر در تمام سازه استفاده شده است که نوع پروفیل این بادبندها از تیرآهن INP دابل یا از چهار نبشی پشت به پشت استفاده شده است که در چهار گوشه هر قاب چهار ورق به عنوان ورقهای اتصال در نظر گرفته شده است و همچنین در محل تماس دوبادبند به یکدیگر یک ورق اتصال دیگر تعبیه شده است.

در جاهایی که محل باز شو می‌باشد از بادبند استفاده نشده است چون که نمای ظاهری خیلی بدی ایجاد می‌کند و در کل غیر قابل اجرا می‌باشد.

نتیجه گیری

شاید به جرات بتوان گفت نصب اسکلت فلزی مهم ترین قسمت ساخت یک سازه بعد از فونداسیون آن می‌باشد. در واقع هر نوع محاسبات انجام شده و احتمالات سنجیده شده توسط مهندس طراح در این اسکلت فلزی نهفته است؛ بنابراین در صورتی که به درستی انجام شود یک ساختمان با ایمنی بالا و مهندسی شده خواهیم داشت اما در غیر این صورت اصلاً مشخص نیست این سازه چقدر دوام خواهد آورد و یا چه خسارات مالی و جانی را ایجاد می‌کند.

اسکلت های فلزی ساخته شده از تیر و ستون هایی است که با پیچ، پرچ یا با جوشکاری به یکدیگر متصل می شوند. اجرای سازه با زیرساخت فلزی به کاهش وزن سازه کمک بالایی می کند. همچنین در برابر هرگونه ضربه و فشار مقاوم می باشد. مراحل اجرای فونداسیون اسکلت فولادی به ترتیب شامل خاکبرداری، پیاده کردن نقشه، گودبرداری، اجرای بتن مگر، آرماتوربندی، قالب بندی، اجرای بیس پلیت و در نهایت جایگذاری ستون و تیرها می باشد. اسکلت های فلزی و بتنی تفاوت هایی دارند که هزینه های اجرا از مهم ترین آن هاست؛ به این صورت که اسکلت های فلزی به علت استفاده بالا از فولاد گران تر از اسکلت بتنی می باشد.

منابع و مآخذ

- ۱- بتن و بتن فولادی، دکتر شمس الدین معجایی
- ۲- رفتار و طرح لرزه ای ساختمانهای بتن مسلح و فلزی، عباس تسنیمی
- ۳- طرح و محاسبات ایستائی - آرگ مگردیچیان
- ۴- آئین نامه ۲۸۰۰ و بتن ایران
- ۵- سازه های فلزی، شاپور طاحونی

An introduction to the fundamentals of metal framework and applications

Naser Faraji¹

Date of Receipt: 2022/05/11 Date of Issue: 2022/09/13

Abstract

The transformation in the education system of technical and engineering fields is very important and will have a tremendous effect in creating transformation in the industrial system of the country. Fortunately, in the current era, the construction industry has entered such a field of development that very high buildings with concrete or metal skeletons In new designs and methods, they are made and offered in a short period of time. One can never be based on the principle that only with the power of imagination and thinking can a thought be realized, and also without considering scientific information and thinking based on the sciences and experiences of the past, one can call to prayer that one can become a master craftsman. Metal requires knowledge of a series of technical issues that depend on the science of various building disciplines. It is obvious that not paying attention to the issues of architectural theory, calculations and facilities in the implementation and construction will result in problems that will soon lead to the repair of the building, which we must protect the building by repairing as soon as possible and while implementing the principles of repair, Extend the useful life of the building. Because in some cases, a mistake in repairing the building will result in irreparable financial and life damage.

Keywords

Metal framework, construction, civil operations

1. Bachelor of Civil Engineering, Darab Municipality.