www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

@icivilir

icivil.ir

ساخت سازه فلزی

با افزایش روز به روز جمعیت و توسعه جوامع انسانی شهر نشین نیاز به ساختمانهای بلند مرتبه با استحکام و کیفیت پدیدار گردید.

در این بین عدم یکسان بودن سرعت عرضه و تقاضای ساختمان و به طبع آن تعجیل در ساخت و سازها در کنار عواملی همچون نبود تخصص و دانش فنی گروه های سازنده , ضعف در نظارتها و اجرای صحیح قوانین و مقررات ساخت صحیح در اکثر سازه های فولادی باعث کاهش کیفیت مطلوب بنیان ساختمانها گردیده است.

افزایش توانمندی ساخت و تولید انواع سازه های فلزی و اسکلت های فولادی صنعتی و ساختمانی به صورت جوشی و پیچ و مهره در کارخانه با کیفیت و دقت بالا در کمترین زمان ممکن با قیمت مناسب و اخذ رضایتمندی مشتریان که خود سرمایه های این شرکت می باشد.

اجرای اسکلت فلزی

اسکلت هایی که در محوطه پروژه‌های ساختمانی تولید می‌شوند بخاطر محدودیت در تامین برق مکفی و بکار گیری دستگاه‌های جوش مدرن با نرخ نفوذ بالا و استاندارد، عدم وجود ابزار صنعتی سنگین، تیم‌های مجرب، رنگ آمیزی و زنگ زدایی صحیح و ... نه تنها فاقد کیفیت هستند بلکه کاملاً دست و پاگیر و دارای پروسه‌ای زمان بر هستند که بلاشک منجر به ایجاد ترافیک در معبر و تزاحم همسایگان می‌شود. روش سنتی ساخت اسکلت در محل از لحاظ اتصال و برپایی نیز علاوه بر موارد ذکر شده هزینه بالایی از بابت جرثقیل دارد. با توجه به زلزله خیز بودن کشور ما و حوادث ناگواری که در سال های گذشته خصوصاً دربم صورت گرفت رویکرد و نگرشی جدید به تولید صنعتی و استاندارد اسکلت های ساختمانی پدید آمده است، زیرا این نوع ساختمان ها با طراحی خاص و اجرا بصورت صنعتی و مدرن، مقاومت شایانی در مقایسه با اسکلت های سنتی دارند. نکته دیگر اقتصادی و پایین‌تر بودن هزینه تولید و نصب نسبت به روش سنتی معمول در کل است که در مواقع کمبود عرضه و افزایش قیمت تیرآهن درصدی قابل توجه می‌گردد. با توجه به گستره طراحی در تیر ورق ها و سازه‌های پیش ساخته، محاسبات،فضا سازی و بارگذاری نیز با آزادی عمل بالایی صورت می‌پذیرد.

نظارت بر اجرای اسکلت فلزی نیز دارای حساسیت‌های ویژه‌ای بوده و رفع آن‌ها بسیار آسان تر از رفع نقص از سازه های بتنی می‌باشد. ولی نکات مورد توجه در نظارت آن‌ها،نسبت به سازه بتنی بیشتر می‌باشد.

نظارت بر اجرای اسکلت فلزی در سه مرحله انجام می‌گیرد.

1. **مونتاژ مقاطع روی زمین**

نکات قابل‌توجه در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

- جوش اتصال طولی، برای ساختن مقاطع ترکیبی همچون: ستون‌های دوبل (مانند(2IPE180 :، ستون‌های پا باز(مانند: 2(IPE180@15.9cm، تیرهای دوبل،مقاطع تیر ورق،مقاطع طولی و...
- نحوه ساخت اتصالات تیر به ستون شامل: نبشی‌های زیر سری و سخت کننده‌های آن ها، ورق‌های زیر سری و سخت کننده‌های آن‌ها و...
- ورق‌های اتصالات گیر دار
- نحوه اتصال ورق‌های اتصال بادبندها،کنترل شود. این ورق‌ها نبایستی مستقیماً روی جان ستون‌ها نصب شوند چون با توجه به کم بودن ضخامت جان پروفیل‌های موسوم در ایران،جان پروفیل ستون، تاب تحمل نیروی وارده از بادبند را نداشته و در زمان زلزله،ورق اتصال بادبند، جان پروفیل ستون را پاره خواهد کرد، لذا لازم است، یک پلیت با ضخامت 8میلی متر به عرض جان ستون، روی جان ستون قرارگرفته و در امتداد اتصال جان به بال پروفیل ستون، به ستون جوش داده شود،که لازم است به گروه جوشکارها این موضوع تذکر داده شود.

2. پس از برپا کردن اسکلت

چند روز قبل از پایان عملیات جوشکاری می‌بایستی از کار انجام بازدید به عمل آورد مهم‌ترین نکته در این مرحله کنترل مقاطع ستون،تیرها،بادبندها و اتصالات مفصلی و گیر دار می‌باشد و پس از آن،نکات بسیاری را برای اطمینان از کارکرد صحیح اسکلت فلزی باید مدنظر داشت که در تصاویر و توضیحات این بخش به‌تفصیل بیان‌شده‌اند.

3. پس از اجرای هر سقف

پس از اجرای هر سقف می‌توان اتصالات اسکلت را از نزدیک مشاهده و کنترل نمود، که در هر مرحله می‌بایستی اشکالات موجود و همچنین اشکالات محتمل در روند اجرای کار را به مالک یا پیمانکار ساختمان گوشزد نمود.

اشکالات مرسوم در اجرای اسکلت‌های فلزی

اشکالات مرسوم در اجرای اسکلت‌های فلزی را می‌توان، در 24 مورد به شرح ذیل دسته‌بندی کرد:

1. کافی نبودن جوش بین دو پروفیل، ستون مرکب.
2. کافی نبودن جوش اتصال ورق تقویتی به ستون.
3. پر نکردن سوراخ‌های زنبوری با ورق، اتصال نامناسب ورق به جان تیر از پشت و کافی نبودن طول ورق.
4. استفاده از پروفیل‌ها و ورق‌های غیر ساختمانی یا فاقد استاندارد ایران.
5. در آکس نبودن ورق اتصال بادبندی.
6. اتصال مستقیم ورق اتصال بادبندی به جان ستون.
7. اتصال نامناسب دو پروفیل تیر خورچینی به هم.
8. عدم جوشکاری مجدد بین دو قطعه مقطع تیرهای لانه‌زنبوری

9. عدم پیوستگی در ورق تقویتی ستون‌ها.
10. اتصال بولت به مهره با جوش.
11. زیاد بودن آمپر جوشکاری و آسیب دیدن پروفیل‌ها و قطعات فولادی.
12. عدم اجرای دستک(تیر کنسول،تیر راه‌پله،..(...
13. عدم اجرای مناسب وصله تیرها، ستون‌ها و بادبندها.
14. عدم اجرای مناسب اتصالات گیر دار
15. اشکال در اتصالات کج تیر به ستون(اتصال با زاویه.(
16. نا شاقولی ستون(قائم نبودن ستون.(
17. جوش نشدن ورق اتصال بادبندی به تیرها و هم به ستون.
18. محکم نکردن راه‌پله.
19. هم محور نبودن دو تکه بادبندی.
20. بادبند، در آکس تیر و ستون قرار نگرفته باشد.
21. اتصال نامناسب دو پروفیل مقطع بادبندی به هم.
22. عدم رعایت نکات فنی در اجرای بادبند) EBF غیر هم محور.(
23. اتصال نامناسب تیر راه‌پله به فونداسیون.
24. عدم اجرای رنگ ضد زنگ روی اسکلت فلزی.

محاسن ومعایب اسکلت فلزی

احداث ساختمان بمنظور رفع احتیاج انسانها صورت گرفته و مهندسین، معماران مسئولیت تهیه اشکال و اجراء مناسب بنا را برعهده دارند؛ محور اصلی مسئولیت عبارت است از: ایمنی – زیبائی – اقتصاد

با توجه به اینکه ساختمان های احداثی در کشور ما اکثرا" بصورت فلزی یا بتنی بوده و ساختمانهای بنایی غیر مسلح با محدودیت خاص طبق آئین نامه 2800 زلزله ایران ساخته میشود، آشنایی با مزایا و معایب ساختمانها می تواند درتصمیم گیری مالکین ، مهندسین نقش اساسی داشته باشد.

مزایای ساختمان فلزی:

مقاومت زیاد: مقاومت قطعات فلزی زیاد بوده و نسبت مقاومت به وزن از مصالح بتن بزرگتر است ، به این علت در دهانه های بزرگ سوله ها و ساختمان های مرتفع ، ساختمانهائی که برزمینهای سست قرارمیگیرند ، حائز اهمیت فراوان میباشد.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

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 جو یی 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 ان است که قادرند تمرکز تنش را که در واقع علت شروع خرابی است ونیروی 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 ازخرابی ناگهانی وخطرات ان جلوگیری میکند.

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

مقاومت متعادل مصالح،مقاومت : مصالح فلزی در کشش و فشار یکسان ودر برش نیز خوب و نزدیک به کشش وفشار است .در تغییر وضع بارها، نیروی وارده فشاری ، کششی قابل تعویض بوده و همچنین مقاطعی که در بار گذاری عادی تنش برشی در انها کوچک است ، در بارهای پیش بینی شده ،تحت اثر پیچش و در نتیجه برش ناشی از ان قرار میگیرند. در ساختمانهای بتنی مسلح مقاومت بتن در فشار خوب ، ولی در کشش و یا برش کم است. پس در صورتی که مناطقی احتمالاًتحت 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 کلا" 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 245 تا 390 کیلوگرم بر مترمربع و یا بین 80 تا 128 کیلوگرم بر مترمکعب تخکین زد ، درحالی که در ساختمانهای بتن مسلح این ارقام به ترتیب بین 480 تا 780 کیلوگرم برمترمربع یا 160 تا 250 کیلوگرم برمترمکعب 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 ، بعبارت دیگر ساختمان برروی 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 برساختمانهای کوتاه و صلب که در زمینهای محکم ساخته شده اند ، زیاد است . درحالیکه در ساختمانهای بلند و انعطاف پذیر ، آنهائی که در زمینهائی نرم ساخته شده اند ، صدمات بیشتری از زلزله دیده اند . بعبارت دیگر در زمینهای نرم که پریود ارتعاش زمین نسبتا" بزرگ است ، ساختمان های کوتاه نتایج بهتری داده اند و برعکس در زمینهای سفت با پریود 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 ، پریود طبیعی ارتعاش ساختمان است.

معایب ساختمانهای فلزی:

ضعف در دمای زیاد : مقاومت ساختمان فلزی با افزایش دما نقصان می یابد . اگر دکای اسکلت فلزی از 500 تا 600 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 معمولا" 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 وتهیه ، 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 بعلت عدم 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 درصورت رعایت مشخصات فنی و استاندارد ، این عیب را نداشته و دارای مقاومت سازه ایی بهتر در برابر بارهای وارده و نیروی زلزله است.

مقایسه ساختمان های بتنی و فولادی

الف -از نظر اقتصادی با توجه به قیمت آهن در این ایام مشاهده میگردد که سازه فلزی تا ۳۰٪ گرانتر از سازه بتنی تامین و اجرا میگردد البته لازم به ذکر است که سرعت اجرای سازه فلزی نسبت به بتنی و با توجه به تورمات روزانه کشور بخشی از درصد مذکور را کاهش می دهد که متاسفانه قابل تخمین یا اندازه گیری نیست.

ب -از نظر شیوه اجرا باید توجه داشت که در سازه فلزی مادامیکه سازه بطور کامل نصب و صلب نشده نباید سقفها را اجرا نمود ولی در سازه بتنی سقفها عموما پس از تکمیل ستونهای هر طبقه اجرا میشود که در اینصورت پس از اجرای دو یا سه سقف میتوان سایر فعالیتها را شروع نمود و بدین ترتیب همزمانی در اجرا ایجاد کرد.

ج -در طراحی سازه‌ها، مقاومت بتن را ۱۰٪ مقاومت فولاد فرض می‌کنند بنابراین ابعاد ستون‌ها و تیرهای بتنی به مراتب بیش از سازه‌های فولادی است البته این ابعاد بزرگ اعضای بتنی، ممان اینرسی بسیار بالاتری نسبت به گزینه سازه فلزی به ارمغان خواهد آورد که در نهایت سازه بتنی، سختی بالاتر و معمولاً رفتار سازه‌ای مناسب‌تری را از خود نشان می دهد ولی همواره سازه های بتنی سنگینتر از سازه های فلزی هستند و لازم به یاد آوریست در ساختمانهای معمولی که مورد بحث ماست این سنگینی بسیار نمی باشد.

- سوالی که برای اکثر کارفرمایان به وجود می آید این است که کدام سیستم باربر را برای سازه خود انتخاب و اجرا نمایند. تفاوت این دو سیستم به شرح زیر می باشد:

1. مقاومت در برابر زلزله

معمولا این باور غلط وجود دارد که ساختمان اسکلت فلزی در برابر زلزله مقاوم تر است و یا برعکس. این ایده اصولا اشتباه است بدین صورت که هم سیستم بتنی و هم سیستم فلزی را می توان برای مقاومت های مختلف طراحی نمود که هر دو نیز به صورت مورد نظر در زلزله عمل کنند. در حقیقت عامل مهم طراحی صحیح سازه است. البته لازم به ذکر است که سیستم های اسکلت بتنی به دلیل افزایش وزن سازه، در زلزله، نیروی بیشتری را متحمل می شوند.

2. طول عمر

این واقعیت وجود دارد که سازه های بتنی دارای عمر طراحی هستند بدین مفهوم که یک سازه بتنی برای عمری معین طراحی می شود گرچه این عمر 50 یا 60 سال باشد. بتن با گذشت عمر دچار افت و خزش می شود که نهایتا باعث تاثیر منفی در عملکرد سازه هنگام وقوع زلزله می شود .اما در سازه فلزی مشکل افت مقاومت با افزایش عمر وجود ندارد که این یک مزیت برای اسکلت فلزی محسوب می شود.

3. ارزش اسقاط

معمولا در ساخت و سازهای رایج در کشور به مسئله اسقاط سازه کمتر توجه می شود بدین مفهوم که در زمان تخریب سازه ساختمان های فلزی دارای ارزش اسقات به مراتب بالاتر و هزینه تخریب کمتر می باشند. که این نیز می تواند یک مزیت برای اسکلت فلزی محسوب شود.

4. مقاومت در برابر آتش سوزی

مقاومت فولاد در آتش سوزی پائین می باشد بدین صورت که با گرم شدن مقاومت خود را از دست می دهد در صورتی که اسکلت بتنی مقاومت به مراتب بیشتری در برابر آتش از خود نشان می دهد. البته لازم به ذکر است با ایجاد تمهیداتی در سازه فلزی که بعضا هزینه بر نیز می باشند می توان مقاومت آن در برابر آتش را افزایش داد. بنابراین مقاومت بیشتر اسکلت بتنی در آتش سوزی به عنوان یک مزیت قلمداد می گردد.

5. سهولت در اجرا

مطلب مهم در انتخاب سیستم سازه باربر فلزی و یا بتنی امکانات اجرای سازه در زمان ساخت است. اسکلت فلزی به علت حساسیت در عملیات برش کاری، جوش کاری و حمل و نصب، تخصص و دقت بیشتری را نسبت به اجرای اسکلت بتنی می طلبد. بنابراین باید پذیرفت که اجرای سازه بتنی نسبت به سازه فلزی نیاز به تخصص و مهارت و نظارت و کنترل کمتری دارد و با توجه به وضع موجود کشور ما این یک مزیت برای سازه بتنی محسوب می شود.

6. هزینه ساخت

فولاد استفاده شده در ساخت یک سازه فولادی دارای یک مقاومت مشخص در صورت طراحی صحیح، نسبت به مقدار فولاد استفاده شده در سازه بتنی دارای همان مقدار مقاومت، معمولا در حدود 30 درصد بیشتر می باشد. از این رو هزینه اجرای اسکلت فلزی بالاتر می باشد. بنابراین کافرمایانی که به دنبال کاهش هزینه در ساخت هستند اسکلت بتنی گزینه مناسب تری می باشد.

7. زمان اجرا

سازه های فلزی به دلیل اجرای همزمان طبقات از سرعت پیشرفت بیشتری نسبت به سازه های بتنی برخوردار می باشند. همچنین در صورت ساخت اسکلت فلزی در کارخانه مدت زمان اجرا به صورت بیشتری نیز کاهش می یابد. اما در اسکلت بتنی با توجه به اجرای هر طبقه بعد از طبقه زیرین و همچنین رعایت زمان گیرش اولیه بتن سرعت پیشرفت به مراتب کمتر می باشد .همچنین سرعت بالا در اجرای سازه فلزی باعث کاهش هزینه های بالاسری و زمان بهره برداری پروژه می گردد که باعث جبران بخشی از هزینه گرانتر ساخت می باشد.

8. تامین هزینه ساخت

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

برای آن دسته از کارفرمایانی که مایلند هزینه پروژه را به صورت خرد تر و با توجه به پیشرفت پروژه پرداخت کنند اسکلت بتنی گزینه مناسب تری خواهد بود. اما با توجه به اینکه عمده هزینه اجرای سازه فلزی هزینه خرید آهن خام مورد نیاز است مقدار بیشتری نقدینگی باید در شروع پروژه هزینه گردد. همچنین با توجه به این که در کشور ما پرداخت وام مسکن پس از تکمیل سقف طبقات پرداخت می گردد در سازه های بتنی می توان پس از اتمام هر سقف نسبت به دریافت وام اقدام و به پروژه تزریق نمود که این یک مزیت برای اسکلت بتنی محسوب می گردد.

9. معماری

ستون های فلزی به خصوص در ساختمان های بلند در طبقات پائینی دارای ابعاد کوچک تری می باشند و به دلیل قرار گرفتن پارکینگ در طبقات زیرین این یک مزیت محسوب می شود. همچنین در بناهای متداول، سازه های فولادی دارای محدودیت کمتری نسبت به سازه بتنی در طراحی می باشند مانند فاصله ستون ها و دهانه ها. از این رو اسکلت فلزی امکان سازه های خاص را فراهم می کند.

10 . دانش طراحی

این واقعیت را بایستی پذیرفت که دانش موجود در زمینه طراحی سازه بر مبنای تجارب تلخ بشر و دانش محدود ما از رفتار مواد استوار گردیده است. رفتار سازه بتنی و یا فلزی را در زمان مواجهه با زلزله نمی توان به صورت کاملا دقیق پیش بینی نمود زیرا ماهیت زلزله و همچنین عکس العمل مواد بسیار متغیر است. برای هر سازه ای که مهندسان طراحی کنند یک زلزله وجود خواهد داشت که سازه را با مخاطره روبرو کند. دانش طراحی به صورت روزانه در حال پیشرفت است و این امر گواه دانش ناقص ما در زمینه طراحی می باشد. همچنین اکثر آئین نامه های طراحی متعلق به کشور آمریکا است که شرایط لرزه خیزی به مراتب کمتری نسبت به کشور ما را دارا می باشد .بنابراین نبود دانش کافی در هر دو زمینه اسکلت فلزی و بتنی وجود دارد.

11 . نوع منابع

آهن الات و مصالح فولادی از جمله مصالحی هستند که با قیمت زیاد و به سختی و زحمت

تولید می شوند و از طرف دیگر این مصالح جزئ مصالح تجدید ناپذیر بوده و ممکن است

که روزی پایان پذیرند پس باید برای ساختمان ها با توجه به نوع شرایط و ویژگی ساختمان

مورد نظر از این مصالح استفاده نمود و سازه را به سازه ی فولادی نسبت داد چرا که

سازه های بتنی نیز همان کار سازه های فولادی را انجام داده ولی با مصرف مصالح

تجدید ناپذیرکمتر . در کل باتوجه به نوع ساختمان باید به تعیین نوع سازه نیز دقتنمود و به دقت آن را برآورد نمود.

نکات اجرایی ساختمان های اسکلت بتنی و فلزی

.1مقاومت طراحی یک مقطع از یک قطعه سازه ای با تقسیم مقاومت مشخصه بر ضرایب ایمنی جزئی برای مقاومت ها محاسبه می شود.

.2عاملهای موثر بر سازه ساختمان ها که باید در طراحی در نظر گرفته شوند شامل بارهای مرده و زنده، بار باد و نیروی ناشی از زلزله و برخی عاملهای دیگر می باشد.

.3منظور از یتن رده c50 بتنی با 50 مگا پاسکال مقاومت مشخصه است.

.4اگر قرار باشد برای یک تیر ساده تحت بار گسترده یکنواخت یک درز اجرایی (سطح واریز) پیش بینی شود باید این درز در ثلث وسط طول تیر قرار گیرد.

.5تعیین نسبت اختلاط بر اساس تجربه و بدون مطالعه آزمایشگاهی برای رده بتن 12 و پایین تر قابل اجراست.

.6حداکثر دمای بتن ریزی در هوای گرم برای بتن 30 درجه سانتیگراد می باشد.

.7شرایط محیطی ضعیف برای بتن ریزی یعنی محیط خشک با رطوبت کمتر از 50٪ و حافضت نشده.

.8برای مقابله با سولفات ها ، سیمان سرباره ای و سیمان نوع 5 توصیه می گردد.

.9در مناطق ساحلی به منظور افزایش پایایی بتن حداقل مقدار سیمان 360 کیلوگرم در متر مکعب و حداکثر نسبت آب به سیمان برای بتن در معرض محیط 0/4 می باشد.

.10ضرائب ترکیب بارها برای ملحوظ نمودن احتمال کمتر همزمانی تعداد بیشتری از عاملها در نظر گرفته می شود.

.11منظور از ظرائب باربری یک قطعه بتن آرمه ، مقاومت محاسبه شده قطعه بر مبنای ابعاد مقاطع آن و مقاومت های محاسباتی است.

.12آزمایش خم کردن و باز کردن خم برای میلگردهای سرد اصلاح شده الزامی می باشد.

.13قالب برداری و برچیدن پایه های زیر طره ها از انتهای آزاد صورت می گیرد.

.14مقاومت فشاری متوسط لازم در طرح اختلاط بتن با اعمال ظرایبی از انحراف معیار و مقادیر ثابتی بر مقاومت مشخصه بدست می آید.

.15در خصوص مقابله با املاح کلر ، سیمان نوع 2 در مقابل محیط هایی با املاح سولفات و کلر بهتر از انواع دیگر سیمان پرتلند عمل می کند.

16.برای کنتر دمای بتن در بتن ریزی در هوای گرم حداکثر دمای سیمان 70 درجه سانتیگراد و حداکثر دمای بتن هنگام ریختن 30درجه سانتیگراد توصیه می گردد.

17.سیمانی که در آن فشردگی انبار پدید آمده است می توان پس از پودر کردن کلوخها آن را مصرف نمود.

18.تواتر نمونه برداری از بتن باید حداقل یک نمونه بتن از هر رده بتن در روز و حداقل 6 نمونه از کل سازه باشد.

19.در صورتی ، روش عمل آوردن و مراقبت رضایت بخش تلقی می شود که مقاومت فشاری نمونه های کارگاهی در هر سنی ، حداقل 85٪ مقاومت نظیر نمونه های عمل آمده در آزمایشگاه باشد.

20.از هر رده بتن در هر روز کار ، حداقل برداشت یک نمونه الزامیست.

21.مناسبترین جا برای سطوح واریز بتن جایی است که تلاشها بویژه نیروی برشی کمترین مقدار را داشته باشند.

22.منظور از عمل آوردن بتن یعنی مرطوب نگهداشتن بتن به مدت کافی ، جلوگیری از اثر سوء عوامل خارجی و بسته به مورد ، تسریح گرفتن و سخت شدن به کمک حرارت.

23.برچیدن پایه های اطمینان زمانی مجاز است که مقاومت بتن به مقاومت 28 روزه مورد نظر رسیده باشد.

24.نمونه های آگاهی به منظور اطلاع از کیفیت بتن در موعدهای خاص تهیه می گردند.

25.در ساخت بتن برای پی های حجیم بهتر است لز سیمان تراس و یا سیمان نوع 2 استفاده نمود.

26.پیش تنیدگی را می توان ذخیره نمودن تنشهای فشاری در بتن قیل از بارگذاری نهایی نامید.

27.ماکزیمم تولید برش در وسط دیوار حاصل می گردد.

28.نقشه هایی که برای قسمت های خاص و حساس سازه با استفاده از نقشه های اجرایی تهیه می شوند را نقشه های کارگاهی می نامند.

29.در بتن هایی که در معرض آب زیرزمینی قرار دارند اصلا نباید از سیمان پرتلند تیپ 5 استفاده نمود.

30.مهندس ناظر می تواند برای حصول اطمینان از کیفیت مصالح مصرفی ، انجام هر آزمایشی را درخواست نماید.

31.وقتیکه بارهای سرویس به یک تیر بتن آرمه وارد می شوند ، لنگر حداکثر ایجاد شده در تیر بیشتر از لنگر ترک دهندگی بتن تیر است.

32.از میلگردهای فولادی از هر 50 تن و کسر آن از هر قطر و هر نوع فولاد حداقل 3 نمونه باید نمونه گیری کرد.

33.آبهای حاوی سولفاتها و کلریدها ، نظیر آب دریا و برخی چاه ها ، با این شرط که یون سولفات از 1000 و یون کلرید از 500مشخص ، ستون طراحی می گردد.

34.طراحی ستونهای بتنی تحت خمش دو محوری معمولا با تبدیل دو ممان در دو جهت و یک ممان و با خروج از مرکزیت مشخص ، ستون طراحی می گردد.

35.مقدار کل سولفات در مخلوط بتن نباید از 5 ٪ وزن سیمان بر حسب SO_3 تجاوز نکند.

36.منظور از مقاومت مشخصه فولاد مقداری است که حداکثر 5٪ مقادیر نمونه های اندازه گیری شده برای تسلیم ، کمتر از آن باشد.

37.تغییر شکل زیاد ، ترک خوردگی بیش از حد و لرزش یک سازه بتن آرمه نشان دهنده یک حالت حدی بهره برداری است.

38.در حالت حدی بهره برداری بارها ، سربارها و سایر عوامل مشخصه (بدون ضریب) و در حالت حدی نهایی ، بارها و سایر عاملهای محاسباتی (ضریب دار) ملاک عمل قرار می گیرند.

39.اگر پس از مصرف بتن در بنا ، آزمایش آزمونه های عمل آمده در آزمایشگاه حاکی از عدم تنطباق بتن بر رده مورد نظر باشد ، باید بر اساس آئین نامه بتن ایران تدابیری برای حصول اطمینان از ظرفیت باربری سازه اتخاذ نمود.

40.برای تیرها با دهانه بیش از 5 متر پایه های اطمینان الزامی است.

41.سیمان آهنی یا فروسیمان مصالحی متشکل از ملات سیمان و شبکه های فولادی و یا قطعات ریز فولادی می باشد .

42.مقدار حداقل میلگردهای اصلی (طولی) در ستون های بتن آرمه برابر یک درصد سطح مقطع ستون است.

43.در سیستم های دال دو طرفه بتنی ، با کاهش سختی خمشی ستون ها ، ممان مثبت افزایش و ممان منفی کاهش می یابد.

44.افزایش مقاومت فشاری بتن در یک تیر بتن آرمه باعث افزایش تغییر شکل تیر در هنگام گسیختگی می شود.

45.خیز بلند مدت یک تیر بتن آرمه 2 تا 3 برابر خیز اولیه آن است.

46.مقاطع بتن آرمه را باید طوری طراحی نمود که گسیختگی خمشی قبل از گسیختگی برشی اتفاق بیفتد.

47.برای تامین پیوستگی بیشتر در محل سطوح واریز (درزهای اجرایی) علاوه بر آماده کردن سطح بتن قبلی سطح واریز را با قشری از ملات سیمان و ماسه نرم به ضخامت 2 تا 3 میلیمتر پوشانده و در بتنی که بلافاصله در کنار آن ریخته میشود میزان سنگدانه درشت را کم کرد.

48.در مناطق مرطوب می توان حداکثر 12 پاکت سیمان به شرط ارتفاع کل کمتر از 1/8 متر نباشد روی هم قرار داد.

49.در بتن ریزی در مناطق گرم جهت جلوگیری از تبخیر بالا باید از وزش باد بر بتن جلوگیری به عمل آورد ، برای کاهش دمای بتن از قطعات خرد شده یخ نیز می توان استفاده نمود و محیط بتن ریزی را حتی الامکان خنک کرد.

50.برای افزایش مقاومت در برابر زلزله در تیرهای قابهای بتن آرمه حداکثر فاصله مجاز خاموت های تیر در محل تکیه گاه کمتر از قسمت های دیگر تیر است.

51.در مورد خاموت های ستونهای قابهای بتن آرمه مقاوم در برابر زلزله لازم است که فاصله خاموت ها در نزدیکی اتصال به تیر کمتر از سایر قسمت های آن باشد.

52.در صورت نیاز به وصله آرماتورهای اصلی ستون برای مقاومت بهتر در مقابل زلزله بهتر است که محل وصله ها در نیمه میانی ستون باشد.

53.دیوار برشی مضاعف از نظر مقاومت در برابر زلزله : الف) بعلت قابلیت جذب انرژی در تیرهای اتصال و گسیخته شدن این تیرها (بجای خود دیوار) برای مقابله با زلزله بهتر از دیوارهای تکی عمل می کنند. ب) با تعبیه شبکه های میلگرد ضربدری در محل تیرهای اتصال راندمان آن ها بیشتر می شود.

54.اعضای مرزی در دیوار برشی قسمت های انتهای دیوار که با مقطع افزایش یافته بوده و سلح به میلگردهای طولی محصور در خاموت می باشند ، برای کل نیروی محوری وارده به دیوار و زوج نیروهای محوری فشاری و کششی ناشی از کل لنگر وارده بر دیوار باید طراحی گردند.

55.پارامتر نسبت آب به سیمان مهمترین علمل در مقاومت فشاری بتن است.

56.هدف از استفاده بتن مگر (نظافت) هموار نمودن سطح زیر بتن اصلی ، جلوگیری از جذب آب و سیمان مخلوط بتن و جلوگیری از آسیب رساندن مواد زیان آور خاک به میلگردها است.

57.مناسبترین روش نصب سنگ پلاک بدنه های ساختمان بصورت خشک با بستهای فلزی روی پشت بند متصل به سازه می باشد.

58.اختلاف بین مقاطع فشرده و غیر فشرده این است که نسبت پهنای آزاد به ضخامت در عناصر فشاری مقاطع فشرده کوچکتر از مقدار نظیر در عناصر فشرده است.

59.در حالت حدی نهایی لغزش ضریب ایمنی جزئی برابر 0/85 روی بار مرده باید اعمال شود.

60.در ترکیب بارها در طراحی گاه بزرگترین تلاش حاصل از ترکیب بار مرده و سربار ملاک طرح مقطع قرار می گیرد.

61.اتصالات فلزی که نیروی محاسبه شده ای را تحمل می کنند باید تحمل 3 تن نیرو را داشته باشند.

62.یکی از حالات کمانش جان در تیرهای لانه زنبوری ، کمانش جانبی – پیچشی جان می باشد.

63.در وصله ستونها اگر سطح انتهایی دو قطعه کاملا صاف و تنظیم شده باشد و انتقال نیرو از طریق تماس مستقیم انجام شود ، وصله باید بتواند برابر 50 درصد مقاومت عضو متصل شونده را تحمل کند.

64.در وصله بال تیرها مقدار جوش در هر طرف طرف مقطع باید برای تامین مقاومتی که مقدارش حداقل 1/5 برابر نیروی موجود در قطعه وصله شده است ، کافی باشد.

65.به منظور استفاده از تیر لانه زنبوری تحت اثر بارهای متناوب تکرار شئنده و تحت اثر بارهای ناشی از زلزله برش ماشینی و برش اتوماتیک شعله ای با کیفیت مناسب مجاز است.

66.در یک ستون با تیرآهن دوبله و قیدهای موازی ، قیدها برای نیروی برشی ستون محاسبه می شوند.

67.برای کاهش ضخامت یک صفحه زیر ستون تعبیه سخت کننده حدفاصل ستون الزامیست.

68.وصله ستونها بر اساس نیروی محوری محوری ستونهای دو طرف وصله وصله و نیز بر اساس درصدی از مقاومت کوچکترین مقطع ستون دو طرف وصله بایستی طراحی شوند.

69.پدیده لهیدگی جان تیر در زیر بارهای متمرکز قسمتی از جان تیر که تحت اثر نیروی متمرکز فشاری قرار میگیرد دچار تسلیم می شود.

70.در صورتیکه از پیچ های معمولی و یا پیچ های پر مقاومت در حالت اتصال غیر اصطکاکی مشترک با جوش استفاده می شود ، فرض صحیح اینست که کل تنش در اتصال را جوش به تنهایی تحمل کند.

71.در یک اتصال جوش حداکثر بعد جوش گوشه به ضخامت صفحه ای که جوش روی لبه آن انجام می گیرد بستگی دارد.

72.عملیات ایجاد انحنا در یک عضو فولادی و یا از بین بردن آنها به کاربردن روشهای گرم کردن موضعی با حداکثر حرارت 650 درجه سانتی گراد.

73.میزان پیش خیز ، میزان خیز منفی قبل از ساخت را گویند و برای تیرها و خرپاها لازم می باشد.

74.در طراحی تیر واسط در سیستم مهاربندی واگرا ، سخت کننده های جان به منظور تامین شکل پذیری با سیلان برشی به فواصل حدود 25 برابر ضخامت جان در طول تیر واسط قرار داده می شوند و ولی از ورق مضاعف چسبنده به جان نمی توان برای تقویت جان به این منظور استفاده نمود.

75.در سیستم های مهاربندی واگرا ، جهت افزایش شکل پذیری ، ارجح است که تیر واسط در برش مقدم بر خمش به سیلان برسد (جاری شود(

76.جهت جذب انرژی زلزله و کاهش نیروهای وارده بر ساختمان بهتر است که اسکلت ساختمان بصورت قاب فضائی خمشی همراه بادبند در هر دو جهت ساخته شود.

77.در قابهای صلب خمشی ، تیر و ستون در نقطه اتصال به یک اندازه دوران می کنند.

78.در قابها با اتصال خورجینی قابها قابلیت نیروی جانبی را ندارند.

79.قید افقی ستونهای دوبله باید 2 درصد نیروی فشاری ستون را تحمل کنند.

80.دو ستون به هم چسبیده در مقایسه با دو ستون که با قید افقی متصل شده اند ، دو ستونی که با قید افقی متصل شده اند قابلیت تحمل نیروی فشاری بیشتری را دارند.

81.بست مورب ستونهای دوبله بصورت فشاری طراحی می شوند.

82.در تیرهای لانه زنبوری ورق جان برای پوشاندن سوراخ و جلوگیری از خمش و کمانش توام قسمتهای بالا و پایین سوراخ بکار می رود.

83.در تیرهای لانه زنبوری اگر بتن داخل سوراخها نفوذ کند ضرفیت باربری تیر افزایش می یابد.

84.در مورد طاق ضربی می توان گفت که در زلزله های کوچک می توان آن را دیافراگم انعطاف پذیر بحساب آورد و در زلزله های بزرگ احتمال خرابی آن می رود.

85.در ساختمانی با ارتفاع 70 متر اتصال ستونهای فلزی بهمدیگر اتصال جوشی یا اتصال با پیچهای پر مقاومت تنیده است.

86.در مورد قابهای صلب خمشی شکل پذیر کمانش اعضا منجر به کاهش میزان انرژی جذب شده می گردد و به خصوص تحت اثر بارهای دوره ای (سیکلیک) ناشی از زلزله ، مقاومت کمانش اعضاء ممکن است کاهش یابد .لذا باید در طراحی جلوگیری از بروز کمانش کلی یا موضعی نیز منظور شود.

87. پی عبارتست از مجموعه بخش هائی از سازه و خاک که انتقال بار بین سازه و زمین از طریق آن صورت می پذیرد.
88. مسؤلیت اجرای صحیح عملیات مربوط به شناسایی خاک پی و به کارگیری لوازم و دستگاه های مناسب برای این کار بر عهده حفار است.
89. بررسی های ژئوتکنیکی ، ارائه داده های مربوط به رفتار خاک که در طراحی و ساخت بناها لازم می آید و همینطور اثرات بنا بر محیط اطراف را نیز بررسی می کند.
90. اگر از اثرات ناشی از گروه شمع صرفه نظر شود حداقل تا عمق 28 متر باید حفاری گردد.
91. در مورد بخش ها یا عدسی های کف گودبرداری که دارای قابلیت تراکم بیشتر نسبت به سایر نقاط می باشد باید بهسازی شود و یا با خاک متراکم یا بتن ، جاگزین گردد.
92. پی عمیق عبارتست از : عمق آن بیش از 6 برابر کمترین بعد پی باشد و از 3 متر کمتر نباشد.
93. بتن شالوده های نواری در خشکی که فقط آرماتور کلاف دارند باید عیار حداقل 250 کیلوگرم سیمان در مترمکعب را دارا باشد.
94. تعداد گمانه های حفاری تابعی است از : 1- ناهمگنی زمین در اعماق 2 -گستردگی محیط ژئوتکنیکی 3- حساسیت سازه های مورد احداث نسبت به نشست های نامساوی.
95. شالوده های منفرد که نزدیک هم بوده و به یکدیگر پیوسته می باشند می توانند بصورت پی مرکب در نظر گرفته شوند.

96.طی بررسی های ژئوتکنیکی : 1- انواع خاکهای موجود در محل شناسایی شود 2- لایه های مختلف خاک زمین شناسایی می شوند 3- آب های زیرزمینی مورد مطالعه قرار می گیرند.

97.در یک آزمایش گمانه زنی ، تعداد گمانه ها به حساسیت سازه های مورد احداث نسبت به نشست غیر متقارن ، نا همگنی زمین در عمق و گستردگی محیط ژئوتکنیکی تحت پوشش بستگی دارد.

98.هنگام آبکشی و تخلیه گودها ، احتمال تخریب شیروانی گود و بالا آمدن کف گود در اثر فشار آب وجود دارد.

99.برای بتن شالوده های بتن آرمه ، حداقل عیار در خشکی 300 و در آب 400 کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن است.

100.از نظر انتقال بارهای سازه به زمین پی های ویژه نسبت به پی های دیگر متفاوت می باشد.

101.جهت جلوگیری از تاثیر عوامل جوی بر دیواره گودبرداری خاک های قابل تورم می توان روی قسمت های گودبرداری شده توسط ملات ماسه سیمان پوشانده شود.

102.در گود برداری باید پایداری بناهای موجود در مجاورت گود ، پایداری کف و پایداری جداره گود توجه گردد.

103.در طراحی یک پی باید ظرفیت باربری خاک و نشست پی کنترول شود.

104.رخنمون های سنگی و پی های قدیمی در کف گود برداری که بصورت ناحیه ای در نزدیک پی نواری و یا گسترده قرار می گیرند موجب تمرکز تنش در زیر پی خواهد شد.

105.حداقل ضخامت و عیار بتن پاکیزگی (مگر) در شالوده های بتن آرمه بترتیب 5 سانتیمتر و 150 کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن است.

106.افزایش ابعتد پی سطحی ، در افزایش ظرفیت باربری ، موثرتر از کاهش میزان نشست زیر پی می باشد.

107.با زیادتر شدن تراکم نسبی خاکهای ماسه ای ، نوع گسیختگی در زیر پی ها به این ترتیب عوض می گردند : برش پانچ-برش موضعی – برش کلی.

108.بتن ریزی در مجاورت آب مستلزم خشکاندن کف گود است.

109.حداقل ژرفای شناسایی در یک پی شمعی گروهی به میزان بیشتر از 7 برابر قطر شمع ، پائین تر از نوک شمع هاست.

110.نقش اصلی شناژ در پی جلوگیری از جابجایی پی هاست.

111.دو پی ، با عرض های متفاوت ، فشار یکسانی را به زمین منتقل می کنند . میزان نشست در زیر آنها ، در زیر پی با عرض کوچکتر کمتر است.

112.ضخامت پی بر اساس برش تعیین می گردد.

113.تفاوت عمده پی های سطحی و پی های عمیق در نحوه انتقال بار به زمین می باشد.

114.برای مقابله با نیروی قائم کششی در پی سیستم اجرائی مناسب ، اجرای عمیق تر پی است.

115.عمق مطالعات ژئوتکنیکی برای یک ساختمان 2 تا 3 برابر عرض پی را در بر می گیرد.

116.مناسبترین و اقتصادی ترین نوع سیستم پی سازی روی بسترهای نرم و شل برای ساختمانهای زیر 5 طبقه بهسازی خاک بستر با سیمان و آهک و خاکریز می باشد.

117.کیسون همان پایه عمیق پی می باشد.

118.محدودیت نشست کل مجاز یک پی رادیه)گسترده) در کارهای ساختمانی مقدار قطعی و معینی دارد ولی معمولا بین 10-5 سانتیمتر برحسب نوع ساختمان متفاوت است.

119.پائین بردن آب زیر زمینی از سطح زمین باعث افزایش میزان باربری و نشست یک پی می گردد.

120.عمق پی های عمیق نسبت به ابعاد آنها حداقل 6 برابر کوچکترین بعد افقی است که انواع آنها شامل شمعها و دیوارکها و دیوارهای جداکننده می باشد.

121.در هنگام بررسی ژئوتکنیکی بستر شالوده ها اثرات حضور آب را باید از جنبه های میزان نفوذپذیری خاکها در نظر گرفت.

122.پدیده آبگونگی (روانگرایی) در خاکهای ماسه ای اشباع احتمال وقوع بیشتری دارد و حداکثر شتاب زمین و عمق لایه خاک مورد نظر و فشار وارده بر خاک باعث رخداد این پدیده می گردد.

123.نقش اصلی کلاف های افقی پی های منفرد مقابله با حرکت نسبی پی های منفرد در جهت افقی می باشد.

124.در یک پی منفرد تحت بار مرکزی ، وجود لنگر سبب کاهش ظرفیت باربری پی می شود.

125.برای مواجه با واژگونی پی های کناری ساختمان استفاده از پی های نواری (مرکب) توصیه می گردد.

126.در خاکهایی که پتانسیل آبگونگی دارند استفاده از پی های گسترده (رادیه ژنرال) مناسب تر است.

127.برای احداث پی در زمین های شیبدار خاکبرداری و هم تراز کردن پی های الزامیست.

128.ساخت و ساز در مناطق دارای پتانسیل شدید دارای مخاطرات ژنوتکنیکی زلزله اجتناب پذیر است.

129.در مناطق زلزله خیز دارای خاکهای ریزدانه چسبنده سست ، عمق بناهای کوتاه مناسبترند چون دارای پریود طبیعی کوتاهتری هستند.

130.زهکشی جهت تثبیت نقاطی که دارای پتانسیل لغزش است مناسبتر می باشد.

131.نیروی افقی ناشی از زلزله موجب افزایش تنش وارد از طرف سازه به خاک پی و همچنین موجب کاهش ظرفیت باربری خاک و فشارهای غیر یکسان از طرف سازه بر خاک می گردد.

132.حرکت لرزه ای تابع پارامترهای منبع لرزه ، مسیر لرزه و شرایط موضعی ساختگاه است.

133.انرژی آزاد شده از منبع لرزه تابع مکانیزم شکست گسله و طول گسلش است.

134.بزرگی یک زمین لرزه تابه انرژی آزاد شده از منبع زمین لرزه است.

135.در تحلیل اثر آبرفت در انتشار امواج پارامترهایی مانند ظرفیت برشی خاک ، ستبرای آبرفت و میرایی خاک تاثیر عمده ای دارند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

136.جهت جلوگیری از پدیده روانگرایی در خاکی که استعداد آن را دارد ، در ساخت و ساز باید لایه روتنگراشدنی را با روشهای خاصی متراکم نمود یا از اعمال بار به آن لایه خوداری نمود.

137.کنترول نشست در طراحی پی ها پس از تحلیل با استفاده از ظرفیت باربری باید حتما انجام گیرد.

138.با در نظر گرفتن بارگذاری، زلزله در خاکهای ماسه ای اشباع ظرفیت باربری نمایی کاهش می یابد.

139.یکپارچگی پی و اسکلت ساختمان موجب بالارفتن مقاومت ساختمان در برابر آثار سوء ناشی از روانگرایی می گردد.

140.در مناطقی که احتمال وقوع روانگرایی (آبگونگی) وجود دارد استفاده از پی های گسترده الزامیست.

141.در مناطق دارای پتانسیل روانگرایی ، ساختمان چوبی مناسبتر است.

142.مناطقی بیشتر دارای پتانسیل روانگرایی هستند که دارای ماسه های سست باشند.

143.در مناطق زلزله خیز بایستی برای طراحی دیوار حائل باید فشار خاک وارد بر دیوار حائل را افزایش داد و محل اثر نیرو را نیز متناسبا تغییر داد.

144.در اثر زلزله پایداری ترانشه ها کاهش پیدا می کند.

145.روانگری کامل هنگامی است که مقاومت نزدیک به صفر گردد.

146.ماسه بادی بهترین پتانسیل روانگرایی را دارد.

147.پتانسیل روانگرایی با مقدار ضربه نفوذ استاندارد اندازه گیری می شود.

148.پدیده آبگونگی در خاکهایی که در اثر برش ، حجم آنها کم می گردد اتفاق می افتد.

149.در اثر زلزله ممکن است فشار بین پی و خاک ، بعضی از پی های اضافه و برخی دیگر کم گردد.

150.بهتر است در پی های مستطیلی خروج از مرکزیت در ثلث وسط باشد.

151.برای اصلاح خاک دارای پتانسیل روانگری استفاده از روش تحکیم و تراکم خاک مناسبتر است.

152.در اثر بالا آمدن سطح آب در زیر پی های خاک شنی مقاومت تقریبا نصف می گردد.

153.برای پی سوله ها یا دهانه های نه زیاد ، شناژ بعلت نسبت لاغری شناژ در فشار مناسب نیست.

154.ایجاد پاشنه در کنار پی ها برای افزودن مقاومت برشی می باشد.

155.در خاکهایی با پتانسیل روانگری سرعت موج برشی حدود 250 نتر بر ثانیه می باشد.

156.تحکیم دینامیکی در خاک ماسه پوک مناسبتر است.

157.پیش بارگذاری توام با چاههای زهکشی در خاک رس مناسبتر است.

158.در میعان سازه بیشتر بداخل خاک فرو رفته و می چرخد.

159.بزرگی یک زلزله بطول گسله اش ارتباط ندارد.

160.در صورتیکه میزان رس خاک ماسه ای بیشتر باشد ، پتانسیل روانگری کمتر می شود.

161.در روانگرایی هنگام زلزله فشار آب در نوسان پی افزایش می یابد.

162.برای بارهائی که در پی کوتاه مدت افزایش دینامیکی دارند مانند زلزله ، مقاومت مجاز حدود 30٪ افزایش می یابد.

163.بر طبق آئین نامه 2800 در ساختمانهایی با مصالح بنائی غیر مسلح کلاف افقی باید در زیر همه دیوارها و در محل همه سقف ها باشد.

164.ساختمانهای آجری غیر مسلح که تراز روی بام آنها از زمین مجاور بیش از 8 متر نباشد تا 2 طبقه به اضافه یک زیر زمین مجاز به ساخت می باشند.

165.اتصال نما سازی که با آجر سه سانتیمتر ضخامت انجام می گیرد به این شکل اجرا می شود که بدنه ساختمان در داخل دیوارهای اصلی قبلا مفتولهایی گذارده شود و در موقع نما سازی سر آزاد این مفتولها در داخل دیوار نما قرار گیرد.

166.از نظر آئین نامه شماره 2800 تعداد محدودیتی در تعداد طبقات ساختمانهایی با مصالح بنائی مسلح نداریم.

167.در یک ساختمان 20 طبقه باید از عناصر قاب صلب و دیوار برشی برای تحمل نیروهای جانبی استفاده نمود.

168.اختلاف بین قاب خمشی و قاب ساده در این است که تعداد اتصالات تیر به ستون در قاب خمشی قابلیت انتقال لنگر را دارا می باشند ، در حالیکه در قاب ساده این قابلیت وجود ندارد.

169.پیش بینی قاب با اتصالات مقاوم خمشی ، در حالتی که تعداد طبقات بیش از 14 طبقه و یا ارتفاع ساختمان بیشتر از 50 متر باشد ضروری می باشد.

170.ضریب زلزله C در هیچ حال نباید از 10 درصد شتاب مبنای طرح کمتر اختیار گردد.

171.حداقل ضریب اطمینان در مقابل واژگونی در اثر زلزله برابر 1/75 می باشد.

172.حداقل ضریب زلزله استاتیکی یک سازه برابر 0/02 می باشد.

173.حداقل ضریب زلزله قطعه الحاق به ساختمان برابر 0/84 می باشد.

174.حداکثر ضریب زلزله استاتیکی برای یک سازه برابر 0/336 می باشد.

175.نقش اصلی میلگردهای افقی در دیوارهای آجری مسلح ، تقویت مقاومت برشی می باشد.

176.در ساختمانهای کوتاهتر از 15 طبقه سیستم مقاوم در مقابل بار جانبی زلزله می تواند بادبند یا دیوار برشی باشد.

177.در مورد ساختمانهایی تا 5 طبقه یا کوتاهتر از 18 متر ارتفاع در صورتیکه فاصله بین مرکز جرم طبقات بالاتر نسبت به مرکز صلبیت هر طبقه زیرین آن میزان 5 درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد محاسبه ساختمان در برابر لنگر پیچشی الزامی نیست.

178.نیروی جانبی در ساختمانهایی با عناصر مقاوم مختلط شامل دیوارهای برشی ، بادبندها و قابهای خمشی باید بین این عناصر به نسبت صلبیت آنها تقسیم گردد و هر طبقه برای بار مربوطه طراحی گردد.

179.در روش تحلیل شبه دینامیکی توزیع نیروی برشی پایه در ارتفاع ساختمان برای هر مود نوسان منحصرا به وزن آن طبقه بستگی دارد.

180.در ساختمانهایی با دیوار باربر، طول دیوار باربر بین دو پشت بند حداکثر 30 برابر ضخامت آن می باشد.

181.بادبندهای موجود در یک ساختمان با اسکلت فلزی می توانند از طبقه ای به طبقه دیگر تغییر موقعیت دهانه در داخل یک قاب مشخص داشته باشند.

182.درزهای انقطاع لزومی ندارند در شالوده ساختمان ادامه یابند.

183.مقاومترین سیستم سازه ای برای مقاومت در برابر زلزله سیستم ترکیبی قاب خمشی و دیوارهای برشی است.

184.درز انقطاع بین دو ساختمان 5 طبقه می تواند از روی پی به بالا بصورت ، با عرض ثابت ایجاد و با مصالح ضعیف پر شود.

185.برای محاسبه نیروی زلزله بام های مسطح و ساختمان های مسکونی فقط 20٪ بار زنده در نظر گرفته می شود.

186.برای عملکرد بهتر ساختمانهایی با مصالح بنائی در مقابل زلزله مجموع طول بازشوها در هر دیوار باربر از نصف طول آن دیوار بیشتر نباشد.

187.برای رفتار مطلوب تر ساختمان ها در برابر زلزله عناصر بار بر قائم (ستونها) دیرتر از تیرها دچار خرابی گردند.

188.برای بهبود رفتار لرزه ای ساختمانها بهتر است طرح معماری ساختمان ، بر اساس پلان حتی الامکان ساده و متقارن در هر امتداد ارائه گردد.

189.در مورد دیوارهای غیرباربر و تیغه ها اگر ارتفاع این دیوارها از تراز کف مجاور بیشتر از 3/5 متر باشد ، تعبیه کلاف های افقی و قائم الزامیست.

190.در صورتیکه بر خلاف نقشه های اجرایی ، کلیه دیوارهای خارجی و داخلی ساختمانی را با حفظ ضخامت و مقاومت از نوع سبکتر اجرا کنیم وزن ساختمان کم می شود و تنش های زیر پی کاهش می یابد و زمان تناوب نیز کاسته و ضریب زلزله افزلیش می یابد.

191.گیردار بودن تکیه گاه های تیر سبب افزایش مقاومت خمشی و کاهش تغییر شکل نیرو می شود.

192.از نظر ضوابط زلزله سقف کاذب ترجیحا باید با مصالح سبک ساخته شود و با اتصال مناسب به اسکلت یا کلاف بندی ساختمان متصل گردد.

193.حداقل ضخامت بتن پوششی روی میلگردهای طولی کلاف قائم برابر است با 2/5 سانتیمتر.

194.کلاف بندی قائم در ساختمانهایی با مصالح بنائی جهت کلیه ساختمانهای دو طبقه و ساختمانهایی یک طبقه با اهمیت زیاد الزامیست.

195.برای بارگذاری ، هر چه درجه نامعینی یک سازه بتن آرمه بیشتر باشد ، قابلیت جذب انرژی آن بیشتر است.

196.در یک سقف تیرچه بلوک ، بتن ریزی روی تیرچه بلوکها با 5 سانتیمتر بتن با میلگرد نمره 8 در هر 30 سانتیمتر عمود بر تیرچه ها انجام می گیرد.

197.ضریب رفتار ساختمانهای آجری مسلح 4 می باشد.

198.حداکثر فاصله مجاز کلاف های قائم 5 متر می باشد.

199.برای تسلیح یک دیوار برشی آجری وجود میلگرد قائم ضروری است.

200.در دیوارهای آجری مسلح ، میلگردهای قائم تا داخل شناژ افقی پی ادامه می یابند با حفظ طول

201.متداولترین حالت شکست میانقابهای آجری بهنگام زلزله ، علاوه بر ایجاد ترکهای ضربدری ، احتمال می رود کنج های دیوار نیز خرد شود.

202.استفاده از فولادهای ساختمانی با تنش های تسلیم بسیار بالا در ساختمان های ضد زلزله به هیچوجه نوصیه نمی گردد.

203.هر چه ضریب رفتار یک ساختمان بیشتر باشد آن ساختمان قابلیت جذب انرژی بیشتری را دارد.

204.استفاده از دیوارهای برشی بتنی در داخل قاب خورجینی فلزی ، برای مقابله با نیروی زلزله ، در صورتیکه قاب با دیوار بصورت مناسبی متصل گردد مجاز است.

205.در تحلیل یک قاب فضائی خمشی نیروهای زلزله هر طبقه در مرکز جرم آن طبقه می باشد.

206.سقفی که به مانند یک دیافراگم صلب عمل می نماید ، باعث می شود که نیرو های زلزله به نسبت صلبیت اعضای مقاوم تقسیم شوند.

207.از نظر عملکرد سقف بعنوان یک دیافراگم صلب ، سقف تیرچه بلوک از طاق ضربی بهتر است.

208.سختی یک سازه به مشخصات خود سازه بستگی دارد.

209.احداث طره ای بیش از 1 متر ممنوع می باشد.

210.در سازه هایی که مرکب از قاب خمشی و بادبند هستند ، نیروی زلزله به نسبت سختی بین قاب و بادبند تقسیم می شود.

211.توزیع نیروی زلزله ابتدا بطور قائم و آنگاه بطور افقی انجام می گیرد.

اتصالات بادبندها به تیر و ستون‌ها

معمولا بادبندها توسط یک صفحه فلزی که از قبل در محل تقاطع تیر به ستون جوش داده شده است، به ستون ها و تیرها متصل می شوند. این صفحات که تحت فشار وکشش هستند باید برای هر دو عامل طرح شوند و بادبند هایی که روی این صفحات قرار می گیرند، باید به طور کامل جوش داده شوند.

بعضی وقت ها در وسط نیز صفحه می گذارند .چون بادبندها نمی توانند از روی هم عبور کنند، در وسط قطع می شوند و به صفحه وسط کاملا جوش داده می شوند وادامه می یابند.

- **بادبندها**

بادبندهای فولادی از جمله سیستم هایی هستند که در برابر نیروهای جانبی مقاومت می کنند با بادبندگذاری در تعدادی از قاب‌های ساختمان در هر امتداد و با کمک عملکرد دیافراگم صلب کف سازه می‌توان آن راستا را مهار شده در نظر گرفت. بادبندگذاری به دو نوع همگرا و واگرا تقسیم می شود. در مهاربندی همگرا امتداد اعضا شامل تیر، ستون و مهاربند همگرا از یک نقطه عبور می کنند.

مزایای مهاربندهای همگرا :

- **سختی بالا برای سازه**
- **کنترل تغییر مکان جانبی سازه تا حد زیاد**

معایب:

- **ایجاد محدودیت از نظر معماری برای ایجاد بازشو**
- **با توجه به سختی زیاد این مهاربندها شکل‌پذیری آنها کم می‌شود و در نتیجه قابلیت جذب و دفع نیروی زلزله در آنها کاهش پیدا می‌کند و ارتعاش در سازه بالا می‌رود.**

مهاربندهای واگرا را در انواع زیر می توان به کار برد:

بادبندهای واگرا باید حداقل در یک انتهای باد بند به تیر متصل باشند و حداقل یک انتهای بادبند به گره تقاطع تیر و ستون متصل نباشد. دراین مهاربندها شکل پذیری نسبت به بادبندهای همگرا افزایش پیدا می‌کند و عمل دفع انرژی ناشی از نیروی زلزله بهتر انجام می‌شود .

شکل‌پذیری در این مهاربندی‌ها توسط جاری‌شدن تیر بین دو سر مهاربند و یا تیر بین مهاربند و ستون شکل می‌گیرد، که این قسمت از تیر، تیر واسط نام دارد.

زمانی که طول تیر واسط زیاد باشد، جاری شدن آن توسط لنگر خمشی شکل می‌گیرد و زمانی که طول تیر واسط کم باشد، جاری شدن آن توسط نیروهای برشی اتفاق می‌افتد. وقتی که تیر واسط توسط نیروهای وارده از طرف مهاربند وارد رفتار غیر خطی شد آن‌گاه شاهد تغییر شکل‌های زیاد از این تیر هستیم که همین شکل پذیری غیرارتجاعی عامل دفع نیروهای زلزله خواهد شد. البته باید این تیر را در حدی تقویت کنیم که تیر اجازه تغییر شکل را داشته باشد، ولی از مکانیسم شدن آن جلوگیری به عمل آید.

- **مقایسه دو بادبند 7 و 8 (هم‌محور و بدون‌محور(**

از دیدگاه معماری استفاده از بادبندهای 7 نسبت به بادبندهای 8 امکان ایجاد باز شوهای بزرگتری را برای تعبیه پنجره‌ها فراهم می‌کند. اما از دیدگاه سازه‌ای در بادبندهای 7 نسبت به بادبندهای 8 تغیر مکان‌های قاب افزایش پیدا می‌کند و مسیر انتقال نیرو بیشتر می شود. در بادبندگذاری 8 در اولین طبقه مشکل بازشو (در) را نخواهیم داشت.

ولی در بادبندگذاری 7 در اولین طبقه اولاً فضای بازشو محدود می‌گردد، ثانیاً برای اتصال بادبندها به فونداسیون باید از ورق فولادی استفاده کرد.

انواع اتصالات تیر به ستون

اتصال تیر به ستون معمولا به دو صورت است، یا به صورت صلب و گیردار هستند و یا به صورت مفصلی اند. هر کدام از حالت های مذکور نیز چند قسمت دارند که شامل موارد زیر می باشد:

1. اتصال صلب با جفت صفحه موازی
2. اتصال صلب با جفت سپری
3. اتصال صلب با صفحه انتهایی روی ستون

- اتصالات صلب

این اتصالات در مواردی به کار می روند که از جانب تیر یا ستون در سر گره ها ممان جذب شود. اتصال صلبی که امروزه در کشور اجراء می گردد و به صورت کامل اجراء نمی شود اتصال صلب با جفت صفحه موازی است. در اتصال صلب باید جوش به صورتی باشد که قطعه کاملا گیردار باشد و جای هیچ گونه حرکتی وجود نداشته باشد یعنی دور تا دور قطعه جوش شود.

- اتصالات مفصلی

اتصالات مفصلی هم معمولا در همه ساختمان ها در یک طرف سازه بکار می روند. این اتصال بسیار ساده است و فقط جهت اتصال دو قطعه بکار می رود و ممانی تحمل نمی کند. در این اتصال تغییر شکل وجود دارد، در حالی که در اتصال مفصلی هیچ گونه تغییر شکلی نداریم. نحوه جوش دادن اتصالات مفصلی به این صورت است که (در مورد نبشی ها) فقط بر بالایی و پائینی جوش می شود و بقیه قسمت ها نباید جوش شود.

- انواع اتصالات مفصلی رایج عبارتند از :
- اتصال ساده نشسته (نبشی نشیمن(
- اتصال به وسیله صفحه نشیمن و لچکی
- اتصال به وسیله صفحه نشیمن و صفحه برشگیر (تیغه(

آنچه که امروزه اجراء می شود، اتصال ساده نشسته و اتصال با صفحه نشیمن و لچکی است.

خصوصیت اصلی اتصال مفصلی این است که زاویه بین تیر و ستون بتواند تغییر کند و خصوصیت اصلی اتصال صلب این است که زاویه بین تیر وستون نتواند تغییر کند.

در اتصال ساده نشسته، نبشی هایی که در بالا می گذارند فقط برای ایجاد تعادل است و نقش باربری ندارد و حداقل نمره آن 6 خواهد بود.

تاثیر اتصالات جوشی بر آسیب پذیری لرزه ای سازه های فولادی

عملکرد لرزه ای ساختمانهای فولادی:

براساس تجربه های حاصل از زلزله های گذشته و مطالعات انجام گرفته سازه هایی در برابر زلزله دارای عملکرد بهتری هستند که بتوانند ضمن حفظ پایداری و انسجام کلی خود انرژی ناشی از زلزله را تا حد امکان جذب و مستهلک نمایند.با توجه به منحنی نیرو-تغییر مکان سازه ها و توجه به این مطلب که سطح بین منحنی نیرو-تغییرمکان و محور تغییرمکان نشان دهنده میزان انرژی جذب شده توسط سازه است.هر چه سازه شکل پذیرتر باشد انرژی بیشتری را هنگام زلزله جذب کرده و رفتار مطلوب تری دارد.

فولاد نرمه به علت طبیعت شکل پذیر از این نظر ماده مناسبی می باشد و می تواند میزان زیادی انرژی جذب کند . اما تجربه نشان داده است که در سازه های فولادی در صورت عدم استفاده از اتصالات مناسب عملکرد مناسب لرزه ای آنها مناسب و قابل قبول نخواهد بود و در اثر زلزله دچار شکست سازه ای و یا انهدام خواهد شد.در زلزله منجیل (1369) مشاهده شد که تعدادی از ساختمانهای فولادی دچار تخریب کامل شدند. رفتار این سازه ها در این زلزله ثابت کرد که در بسیاری از موارد سازه های موجود دارای سیستم مقاوم زلزله مناسبی نیستند.استفاده از تیرهای خورجینی(تیرهای سرتاسری در دو طرف ستون با اتصال نبشی) و عدم شناخت سیستم حاصل و مدل صحیح برای این اتصالات باعث شده این سیستم از نظر مهندسی زلزله بسیار آسیب پذیر تلقی گردد.

صنعت جوشکاری ساختمان در ایران:

با گذشت 50 سال از استفاده از جوش در ساختمان دهه اخیر (80-1370) از نظر تعداد ساختمانهایی که با سازه های فولادی طراحی و اجرا شده اند کاملا استثنایی به شمار می آید. در نیمه دوم این دهه دهها هزار سازه فولادی در تهران و شهرهای بزرگ ایران به ناگهان سر از زمین برآورد . گسیل سرمایه ها به سوی ساخت و ساز شهری و تبدیل ساخت سرپناه به ماشین سرمایه گذاری جهت سودهای کلان باعث گردید تا رعایت اصول فنی و ایمن سازی ساختمانها در برابر زلزله در برابر منفعت طلبی صاحبکاران عملا مورد توجه قرار نگیرد.از طرف حجم عظیم ساخت و ساز نیروی انسانی زیادی اعم از مهندس و تکنسین و جوشکار احتیاج داشت که باعث ورود افراد غیرمتخصص به این جرگه گردید.تمامی این مسایل دست به دست هم داد تا طرح و اجرای ساختمانهای فولادی آنچنان که باید از کیفیت مطلوبی برخوردار نباشد.تخریب کلی ساختمانهای فولادی در زلزله منجیل موید پایین بودن کیفیت ساختمانهای فولادی کشور می باشد. از میان تمامی عوامل دخیل در طرح و ساخت سازه های فولادی اتصالهای جوشی از نارسایی های بیشتری برخوردارند. علل اصلی پایین بودن کیفیت جوش درساخت و سازهای شهری را می توان به صورت زیر بیان نمود:

1.عدم انطباق اجرای معمول سازه های فولادی با آیین نامه ها و دستورالعملها

2.کیفیت پایین جوش به علت عدم آموزش کلاسیک کافی در این زمینه برای جوشکاران و مهندسان

3.نبود نظارت اصولی و دقیق بر اجرای جوشکاری در ساختمانهای شهری در کشور
4.عدم طرح دقیق اتصال جوشی با توجه به عملکرد مورد نظرآنها

از بررسی های انجام شده بر روی ساخت وساز ساختمانهای فلزی در سطح تهران مشخص است که هنوز مشکلات زیادی در طرح و اجرای این سازه ها وجود دارد. و عمده مشکلات و نقایص مربوط به اتصالات جوشی است.اجرای جوش کارگاهی و نبود آموزش کافی برای مهندسان عمران و عدم نظارت کافی بر حسن اجرای جوش و ... مشکلاتی است که این صنعت را رنج میدهد.و برای رفع این موارد بهترین راه
1.در صورت امکان استفاده از جوش در کارخانه به جای جوش کارگاهی
2.بالابردن سطح آگاهی عمومی جامعه درباره زلزله بر ساختمانها
3.آموزش جوشکاری به جوشکاران و دادن گواهینامه به جوشکاران ماهر ساختمانی
4.آموزش جوشکاری به عنوان واحد درسی به مهندسین عمران و یا ایجاد شاخه جدیدی تحت عنوان بازرسی جوش اسکلت برای مهندسین ناظر
5.تقویت سیستم نظارتی موجود و ایجاد سیستم های نظارتی ناظربر کار مهندسین عمران

اتصال خورجینی

- اتصال خورجینی در ساختمان های اسکلت فلزی در ایران

اتصال خورجینی متداول ترین شکل اتصال در ساختمان های اسکلت فلزی در ایران است؛ مبدع این اتصال ایرانیان هستند و در هیچ کجا شناخته شده نیست! نحوه اجرای اتصال خورجینی بدین طریق است که تیرهای باربر از طرفین ستون ها به طور یکسره عبور داده می شوند و روی نبشی هایی که در طرفین ستون نصب شده اند، قرار می گیرند. معمولا در بالای هر تیر هم یک نبشی قرار می دهند. لذا اتصال خورجینی تامین کننده نشیمن برای عبور یک جفت تیر سرتاسری از طرفین ستون است.

اتصال خورجینی کاربرد گسترده ای در ایران دارد که علت آن عمدتا سادگی اجرا، کاهش هزینه، کم کردن نیمرخ بال پهن و شماره های بالای نیمرخ IPE است. به طور کلی ساختمان های فولادی به دلیل نرمی و انعطاف پذیری از پایداری خوبی در برابر نیروهای ناشی از زلزله برخوردارند، اما متاسفانه در زلزله های خرداد ماه 69 منجیل و رودبار و زلزله اخیر بم برخلاف انتظار، شدیدا آسیب دیدند و خسارات جبران ناپذیری را به بار آوردند.

علت این امر را باید عمدتا در کیفیت اتصالات جست. ضابطه اصلی طرح اتصالات در نقاط زلزله خیز قابلیت انتقال لنگر برای سازه هایی است که فاقد بادبند یا دیوار برشی بتن آرمه اند؛ در حالی که اتصالات خورجینی از سوی هیچ کدام از آیین نامه های موجود به عنوان اتصالات گیردار شناخته نشده اند.

یکی از اجزای کلیدی دراتصال خورجینی، نبشی های بالا و پایین اتصال است. تیرهای اصلی قاب ها که به صورت یکسره از کنار ستون ها عبور کرده اند روی نبشی های نشیمن سوار می شوند و معمولا از یک نبشی اتصال کوچک

نیز برای اتصال بال فوقانی تیر به ستون استفاده می شود که مقداری گیرداری در اتصال به وجود می آورد. نبشی تحتانی پهن تر از پهنای بال تیر I شکلی که بر روی آن قرار می گیرد، انتخاب می شود و این عمل به خاطر فراهم آوردن سطحی که بتوان تیر را به نبشی جوش داد، ایجاد می شود.

نبشی های تحتانی وقتی که ستون ها به صورت خوابیده بر روی زمین آماده سازی می شوند در محل های خود جوش می شوند و پس از ساخت ستون ها و گذاردن تیرها بر روی نبشی های تحتانی، بال تیر I شکل به نبشی تحتانی به صورت تخت جوش شده و سپس با استفاده از نبشی های کوچکتری که طول بال آنها از پهنای بال تیر Iشکل کوتاه تر است در قسمت فوقانی تیر I شکل اتصال دیگری ایجاد می شود مجددا کیفیت جوش این نبشی از نوع تخت بوده، ولی دقت کافی در انجام آن صورت نمی پذیرد. نبشی بالا دو جوش به تیر و ستون دارد. جوش به ستون به دلیل آنکه سربالا انجام می شود اصلا مرغوب نیست و این جوش شره ای با کیفیت پایین تری اجرا می شود.

از آنجا که اصل است که جوش باید مقاوم تر از فولاد مادر باشد لذا اگر نیروی جانبی وارد شود باید فولاد پاره شود نه جوش و از آنجایی که جوش ها متاسفانه همیشه ضعیف تر از فولاد عمل می کنند، در نتیجه اتصال خورجینی برای سازه جوش مناسب نیست. نبشی های بالا وپایین معمولا حکم عاملی جهت نگهداری تیر بر جای خود را دارد و به رغم اینکه اندازه و طول نبشی، ضخامت و طول جوش عوامل اصلی در تعیین رفتار بهینه اتصال در هنگام زمین لرزه هستند، اما در طراحی این اتصال بدون رعایت ضوابط علمی جوش اجرای اسکلت انجام می پذیرد.

اتصال خورجینی در برابر بارهای قائم با اتصالات صلب برابری می کند، اما در برابر نیروهای جانبی بیشترین نیرو به اتصال به صورت پیچشی است که این نیرو می بایست از شاه تیر به نبشی و از نبشی به ستون وارد شود و بنابراین دو واسطه در انتقال نیرو وجود دارد و از آنجا که نبشی با جوش های غیراستاندارد به ستون متصل شده است، لذا واسطه ای ضعیف است و در اثر زلزله یا سایر نیروهای جانبی سقف پایین می آید! در خرابی های زلزله های گیلان و بم در اکثر موارد تیر و نبشی پایین آمده است که نشان می دهد نبشی ضعیف بوده است.

قاب با اتصال خورجینی تنها بایستی برای بارهای قائم طراحی شوند. این اتصال در مقابل بارهای جانبی عملکرد خوبی نداشته و تنها برای تحمل بارهای قائم مناسب هستند و بارهای جانبی را بایستی سیستم های دیگری چون بادبندها تحمل کنند. اگر چه اتصال بادبند نیز خود با مشکلاتی همراه است چرا که به دلیل فاصله بین تیرهای متصل به ستون، چنانچه بادبند در آکس ستون ها قرار گیرد، نمی تواند به تیرها متصل شود و چنانچه به یکی از تیرهای اصلی اتصال خورجینی نصب شوند آنگاه بادبند در آکس ستون واقع نمی شود.

یکی دیگر از مشکلات اتصال خورجینی هنگامی بروز می کند که تیرها در دو طرف، دهانه های نامساوی را پوشش دهند، در این صورت دهانه های نامساوی عکس العمل های نامساوی را در برابر بارهای وارده نشان خواهند داد و افزایش لنگرها را موجب می شوند. عدم اتصال تیرها به هم و نامساوی بودن دو دهانه اطراف باعث می شود که نتوانند با هم کار کنند.

اتصال RBS یا استخوانی

عبارتست از تضعیف یا کاهش عمدی ظرفیت خمشی تیر به صورت موضعی در فاصله اندکی از اتصال آن به ستون است که خود سبب افزایش شکل پذیری و دوران پلاستیک اتصال تیر به ستون می گردد بدون اینکه سختی و مقاومت آن دچار تنزل قابل توجهی ...شود. دراتصال RBS که معروف به اتصال استخوانی نیز میباشد ؛ بال های تیر به صورت قوسی شکل برش یافته لذا، عملکرد بسیار خوبی درمقابله با بارهای لرزه ای نشان میدهد.

اهمیت ستونها درحفظ پایداری سازه بسیارمهم می باشد درحالی که با خرابی یک یا چند تیردر سازه ممکن است خللی به پایداری کل سازه وارد نشود ؛ لذا اتصال RBS باعث میشود مفصل پلاستیک دور از اتصال تیر به ستون و در خود تیر ایجاد می شود و از شکست در اتصال وجوش بال تیر به ستون جلوگیری می گردد.

اتصال دو تیرآهن به هم و تولید ستون یا تیر دوبل

برای تولید ستون دوبل یا تیر دوبل لازم است که دو تیرآهن را به هم توسط بست یا پلیت متصل کرد و نیز برای طویل کردن ستون ها نیز باید بین تیرآهن ها اتصال وجود داشته باشد(چون طول شاخه های تیرآهن12 متر است.(

مقاطع مرکب:

هرگاه سطح مقطع و مشخصات یک نیمرخ به تنهایی برای ایستایی به عنوان مثال یک ستون کافی نباشد، از اتصال چند پروفیل به یکدیگر، ستون مناسب آن ساخته می شود.

چگونگی ساخت ستون(مقاطع مرکب:(

ستون ها ممکن است بر حسب نیاز با ترکیب و اتصالات متنوع از انواع پروفیل های مختلف ساخته شوند، اما رایج ترین اتصال ها برای ساخت ستون ها سه نوع است:

الف)اتصال دو پروفیل به یکدیگر به طریقه دوبله کردن : ابتدا دو تیر آهن در کنار یکدیگر و بر روی سطح صاف بهم چسبیده گردیده، سپس دو سر و وسط ستون ها را جوش داده و ستون ها برگردانده می شوند و مانند قبل جوشکاری صورت می گیرد. آن گاه ستون معکوس و در قسمت وسط جوشکاری می شود. همین کار را در سوی دیگر ستون انجام می دهند و به این 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 صورتیکه در سرتاسر ستون به جوش نیازی نباشد، دست کم طول جوش ها باید به این ترتیب اجرا گردد:

1. حداکثر فاصله بین طول های جوش در طول ستون به صورت غیر ممتد از 60 سانتیمتر تجاوز نکند.
2. طول جوش های ابتدایی و انتهایی ستون باید برابر بزرگترین عرض مقطع باشد و به طور یکسره انجام گیرد.
3. طول موثر هر قطعه از جوش منقطع نباید از 4 برابر بعد جوش یا 40 سانتیمتر کمتر باشد.

4. تماس میان بدنه دو پروفیل نباید از یک شکاف 1/5 میلیمتر بیشتر، اما از 6 ملیمتر کمتر باشد.

ب)اتصال دو پروفیل با یک ورق سراسری روی بال ها : در مقاطع مرکبی که ورق اتصال بر روی دو نیمرخ متصل می شود تا مقطع مرکب تشکیل دهد، فاصله جوش های غیر ممتد که ورق را به نیمرخ ها متصل می کند، نباید از 30 سانتیمتر بیشتر شود. اندازه حداکثر فاصله فوق در مورد فولاد معمولی به صورت 22 در می آید.

ج)اتصال دو پروفیل با بستهای فلزی(تسمه : (متداولترین نوع ستون در ایران ستون های مرکبی است که دو تیرآهن به فاصله معین از یکدیگر قرار می گیرد و قیدهای افقی یا چپ یا راست این دو نیمرخ را به هم متصل می کند، البته بست های چپ و راست که شکل های مثلثی را بوجود می آورند، دارای مقاومت بهتری نسبت به قیدهای موازی می باشند. در مورد این گونه ستون ها به ویژه ستون با قید موازی مسائل زیر را باید رعایت کرد:

1. ابعاد بست افقی ستون کمتر از این مقادیر نباشد:

–طول وصله حداقل به فاصله مرکز به مرکز دو نیمرخ باشد و عرض وصله از 42 درصد طول آن کمتر نباشد.

–ضخامت وصله از 1/35 طول آن کمتر نباشد.

2. در اطراف کلیه وصله ها و درسطح تماس با بال نیمرخ ها عمل جوشکاری انجام گیرد.
3. فاصله قیدها و ابعاد آن بر اساس محاسبات فنی انجام می شود.
4. در قسمت انتهایی ستون باید حتما از ورق با طول برابر عرض ستون استفاده شود تا علاوه بر تقویت پایه، محل مناسبی برای اتصال بادبندهای فلزی به ستون به وجود آید.
5. در محل اتصال تیر یا پل به ستون لازم است قبلا ورق تقویتی به ابعاد کافی روی بال های ستون جوش شده باشد.

وصله تیر

در اجرای تیرها و یا شاهتیرها به دلایلی باید جهت اتصال قطعات از وصله استفاده نمود که مهمترین آن ها عبارتند از :

1. طول استاندارد پروفیل کافی نباشد.
2. تغییر اندازه تیرآهن یا پروفیل لازم باشد.
3. کاهش ضایعات تیرآهن ضروری باشد.

وصله کردن تیرها به 3 روش 4 ورقی، 3 ورقی و روش مستقیم (روش(Z انجام می شود. وصله تیرها به صورت مستقیم و بدون استفاده از ورق های تحتانی و فوقانی بیشتر، در مواردی که ملاحظات معماری اجازه استفاده از ورق های تحتانی و فوقانی را نمی دهد، قابل استفاده است.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

جزئیات اجرایی وصله تیرها:

ابتدا در محل مناسب، دو تیرآهن (پروفیل) در امتداد یکدیگر به صورت ریسمانی قرار گرفته و برای جوشکاری کامل بین دو تیرآهن، در هر یک از پروفیل ها درز یا پاسخ مناسب ایجاد می شود؛ سپس جوشکاری با نفوذ لازم انجام می شود و پس از آن سطح جوش سنگ زنی شده و بلافاصله با ورق درز پوشانده شده و اطراف آن جوش دور تا دور داده می شود .اندازه وصله اتصال و طول جوش مورد نیاز باید محاسبه شود.

بهترین محل ورق برای وصله کردن، ناحیه نقطه عطف لنگر خمشی و تنش برشی است (که مقادیر این نیروها کمینه می باشد) و باید از اتصال ورق در ناحیه برش (نزدیک تکیه گاه) و لنگر حداکثر (وسط دهانه) پرهیز کرد. باید علاوه بر جان تیرآهن (پروفیل) بال ها را به نحو مطلوب با ورق اتصال جوشکاری کرد. چنانچه ورق تقویتی از بال تیر عریض تر باشد، جوش اتصال به بال باید در انتها قطع شده و به صورت قلاب در نیاید.

در صورت اجرای روش وصله مستقیم ترتیب جوشکاری، به شرح زیر می باشد:

1. **برشکاری مطابق ابعاد نقشه**
2. **مونتاژ ریسمانی دو سر تیر**
3. **جوشکاری درز جان و پشت درز بال**
4. **مونتاژ ورق وصله جان**
5. **سنگ زنی درز جوش بال از روی بال و آماده سازی لبه جهت جوش نفوذی**
6. **جوشکاری درز جوش بال**
7. **جوشکاری دور تا دور ورق وصله جان**

اشکالات متداول اجرایی در اتصالات

اسکلت هایی که در محوطه پروژه های ساختمانی تولید می شوند به خاطر محدودیت در تولید برق مکفی و به کار گیری دستگاه های جوش مدرن با نرخ نفوذ بالا و استاندارد، عدم وجود ابزار صنعتی سنگین، تیم های مجرب، رنگ آمیزی و زنگ زدایی صحیح و . . . نه تنها فاقد کیفیت هستند بلکه کاملا دست و پاگیر و دارای پروسه ای زمان بر می باشند.

اجرای صحیح اتصالات در ساختمان های اسکلت فلزی از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند.شرح مختصری از انواع اتصالات در زیر آمده است.

تصالات در ساختمانهای اسکلت فلزی

اتصال ساده

1.اتصال ساده با نبشی نشیمن انعطاف پذیر:

حتماً قلاب جوش باید به اندازۀ 1.5تا 2 Dسانتی متر برای نبشی اجرا شود. طول نبشی نشیمن معمولاً از پهنای بال ستون کمتر است ولی اگر به دلایلی پهنای بال از طول نبشی نشیمن کمتر گردد جوشهای اتصالی در لبۀ بال ستون ودر پشت نبشی اجرا خواهند شد . به منظور تامین پایداری کافی تیر همیشه بعد از نصب تیر روی نبشی نشیمن، یک نبشی انعطاف پذیر به بال فوقانی تیر وستون جوش
می شود. در آئین نامۀ AISCعرض استاندارد را 10 سانتی متر برای نشیمن انتخاب کرده اند. طول این نبشی را معمولاً به صورت زیر در نظر می گیرند:اگر پهنای بال تیر کمتر از 10 سانتی متر باشد طول نبشی فوقانی 10 سانتی متر واگر پهنای بال تیر بزرگتر از 10سانتی متر باشد طول نبشی فوقانی 15 سانتی متر انتخاب می شود این نوع اتصال را در عکس العمل های نسبتاً کوچک تا حدود15 TONبکار می برند. نبشی نشیمن عمل نصب وتنظیم تیر را آسان می کند.

.2اتصال ساده با نبشی نشیمن تقویت شده:
با افزایش عکس العمل تکیه گاهی ، ضخامت لازم برای نبشی های نشیمن انعطاف پذیر افزایش می یابد به طوری که از استاندارد نبشی های نورد شدۀ کارخانه تجاوز می کند در چنین حالتی از نبشی تقویت شده با مقطع Tبه دو صورت استفاده میشود:
-1جان نشیمن عمود بر جان تیر می باشد.
-2جان نشیمن وجان تیر در یک صفحه قرار دارد.
استفاده از صفحات تقویت کننده زیر یک نشیمن به صورت طیلی یا مثلثی استفاده می گردد.

.3اتصال ساده با نبشی جان:
نبشی جان بعنوان بهترین تکیه گاه ساده مورد استفاده قرار می گیرد .ضخامت نبشی باید تا حدی باشد که انعطاف پذیری آن حفظ شود Min .نبشی که می توان در جان تیر زد 60*60 T*می باشد.
معمولاً دو نبشی را در کارخانه به جان تیر جوش می کنند وجوش های بین نبشی و ستون یا شاهتیر را در کارخانه ، بعد از اینکه اتصال تنظیم می شود ، در روی کار انجام می دهند

اتصال صلب تیر:
طبق آئین نامه قرار است بیش از 90٪ لنگر تیر از طریق اتصال صلب به ستون منتقل شود و در این حالت باید اتصال به گونه ای طراحی گردد که دارای سختی کافی برای جلوگیری از دوران دو انتهای تیر باشد. در تکیه گاه کاملاً صلب ، دوران زاویه ای بین تیر وستون انجام نمی گیرد.

سیستم ساختمانی قاب های سبک فولادی سردنوردشده(LSF)

سیستم ساخت قاب فولادی سبک (Lightweight Steel Framing) که به اختصار آن را LSF می نامند، یک سیستم ساختمانی است که برای اجرای ساختمان های عمدتاً کوتاه مرتبه و میان مرتبه (حداکثر تا 5 طبقه) استفاده

می شود واز سیستم های مورد تایید مهندسان عمران در کشورهای توسعه یافته و مدرن می باشد. این سیستم که شباهت زیادی به روش های ساخت ساختمان های چوبی دارد، بر اساس کاربرد اجزایی به نام استاد (Stud) یا وادار و تراک (Track) یا رانر شکل گرفته است و از ترکیب نیمرخ های فولادی گالوانیزه سرد نورد شده ، ساختار اصلی ساختمان برپا می شود. مقاطع مورد استفاده در این سیستم U,C و Z است، که معمولاً با اتصالات سرد به یکدیگر متصل می شوند.هر دیوار از تعدادی اجزای عمومی C شکل (استاد) ، که در بالا و پایین به اجزای افقی ناودانی U یا Cشکل متصل شده اند، تشکیل می شود. این سیستم در اکثر موارد با سقف سبک و به صورت موردی با انواع دیگر سقف ها اجرا می شود. تیر و تیرچه های این نوع سقف های سبک، همانند استاد و تراک های دیوارها است. سقف نهایی معمولاً از نوع شیب دار و با استفاده از خرپا های فلزی ساخته شده از پروفیل های سرد نورد شده در نظر گرفته می شود. قسمت های دیگر ساختمان نیز با استفاده از پروفیل های سرد نورد شده اجرا می شوند و با انواع پوشش های مختلف تخته گچی، سیمانی، چوبی وغیره پوشیده می شوند . این سیستم در حدود ۲۰ سال است که به شکل گسترده به کار می‌رود و به عنوان جایگزین مناسبی برای روش‌های سنتی ساخت ، جایگاه ویژه‌ای در صنعت ساخت وساز کشورهای پیشرفته یافته است. این سیستم سازه ای در انواع ساخت و سازها مانند خانه های مسکونی واداری،هتل ها و هتل آپارتمانها، ساختمانهای مدارس و دانشگاهی، رستورانها دارای کاربرد می باشد. نتایج بررسی ها نشان می‌دهد که علاوه بر این که سرعت اجرا را حداقل دو برابرمی‌نماید، منجر به کاهش چهل درصدی در فولاد مصرفی خواهد شد. این سیستم به دلیل مزایای فراوان از جمله سرعت وکیفیت بالای ساخت و عملکرد لرزه‌ای مناسب در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای دنیا رواج قابل توجهی یافته است،همچنین توانایی ترکیب با سیستم های سازه ای دیگررا نیزدارا می باشد.

سیستم سازه ای قاب خمشی وقاب خمشی مهار بندی شده

قاب خمشی:

بعد از جنگ جهانی دوم اجرای سازه های بتنی آغاز شده و ساختمان های بتنی به دلیل اجرای همزمان قاب آن به فرم قاب خمشی ساخته می شود البته می توان سازه های فلزی را نیز به فرم قاب خمشی اجرا نمود. به هر حال در قاب خمشی نیرو های ثقلی و جانبی در تکیه گاه های تیرها لنگر خمشی ایجاد می کند و نیز تیرها و ستون ها در تحمل تمامی نیروهای وارده با هم وارد عمل می شوند لذا تحلیل المان های این نوع قاب ها باید همزمان انجام گیرد.

قاب خمشی مهار بندی شده :

گاهی نیروهای جانبی به قدری زیاد بوده که المان های تیر و ستون قاب خمشی به تنهایی قادر به تحمل آن نمی باشند لذا از مهاربندهای مختلف برای کمک به آنها استفاده می شود که نوع این مهاربندها ممکن است فلزی بوده و یا از دیواهای برشی بدین منظور استفاده شود به هر حال باید 30 درصد بارهای جانبی را خود قاب خمشی تحمل نماید (دیوارهای برشی خود انواع مختلفی دارند مثلا: دیوار برشی با المان مرزی، بدون المان مرزی، با باز شو، بدون باز شو، دیوار برشی کوپل و ...) . سیستم های فوق معروف ترین و متداول ترین سیستم سازه ای می باشند.

سیستم سازه ای طره ای، فضایی، معلق

سیستم طره ای:

این نوع سیستم به ندرت اجرا می شود و تقریبا بد ترین نوع سازه می باشد چرا که در مقابل بارهای جانبی بسیار ضعیف عمل می کند.

سیستم فضایی :

عالی ترین و بهترین نوع سازه ای بوده و کامل ترین رفتار را در مقابل بارهای جانبی و ثقلی دارد. اما اجرای آن بسیار مشکل است و امروزه فقط برای پوشش سقف های سبک با دهانه های بزرگ استفاده می شود و تنها یک ساختمان 25 طبقه در هنگ کنگ که بانک مرکزی هنگ کنگ است با این سیستم ساخته شده است.

سیستم معلق:

یکی از معروف ترین سیستم ها برای پل سازی است اما در ساختمان سازی و بلند مرتبه سازی هم ندرتا مورد توجه قرار می گیرد. در این سیستم برخی المان ها به فرم کششی برای تحمل بارهای ثقلی طرح می شود که اکثرا کابل های کششی با مقاومت زیاد می باشند پل های بزرگ مثل گلدین گیت در سانفرانسیسکو و ساختمان 25 طبقه ی مرکز پلیس سیاتل با این سیستم طراحی شده اند.

سیستم سازه ای قاب مفصلی مهاربندی شده

این سیستم از قدیمی ترین سیستم های سازه ای بوده که مورد توجه مهندسین در سال های قبل و حتی امروزه می باشد. در این روش بارهای ثقلی بر قاب مفصلی وارد شده و به دلیل مفصلی بودن قاب سازه معین بوده و به صورت استاتیکی تحلیل می شود و بارهای جانبی بر مهاربندهای آن وارد شده و مهاربندها به روش های تقریبی یا دقیق قابل تحلیل است لذا در سال های دور به دلیل عدم وجود حسابگرهای ماشینی در سازه ها از این سیستم بیشتر استفاده می شد به عنوان مثال: برج ایفل- برج امپایر استایت در نیویورک و ... با این سیستم ساخته شده اند (برج امپایر استایت در سال 1931 ساخته شده و در آن از مهاربند های غیر هم محور و اتصالات پرچی استفاده شده است. این برج به مدت 40 سال بلند ترین سازه ی جهان به شمار می رفت(

سیستم سازه ای با خرپای کمربندی

سیستم دیوار برشی و قاب توأم با خرپای کمربندی صلب

قاب مهار بندی شده (یعنی ساختمان مرکب از قاب و دیوار برشی) برای ساختمان های تقریباً بیش از 40 طبقه پر بازده و موثر نمی باشد زیرا به این منظور که مهاربندی به قدر کافی سخت و قوی باشد، مقادیر زیادی مصالح لازم می

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

گردد. بازده یا کار آیی سازه ساختمان را ممکن است با استفاده از خرپاهای کمربندی افقی که قاب را به هسته می بندند تا حدود 30 درصد افزایش داد. خرپاها به هسته بطور صلب متصل می باشند و به ستون های خارجی بطور ساده اتصال دارند. هنگامی که هسته برشی سعی بر خم شدن دارد، خرپاهای کمربندی مانند بازو های اهرم عمل می نمایند و در ستون های پیرامونی مستقیماً تنش های محوری ایجاد می کنند. این ستون ها به نوبه خود در مقابل تغییر شکل هسته مقاومت می نمایند، به عبارت دیگر در هسته کاملاً برش های افقی ایجاد می شود و خرپاهای کمربندی برش قائم را از هسته به قاب نما انتقال می دهند.

بنابراین با به کار بردن این خرپاهای کمربندی ساختمان بطور یکپارچه و خیلی شبیه به یک لوله ی طره شده عمل می کند. ساختمان می تواند یک یا چند خرپای کمربندی داشته باشد. هر چقدر که خرپاهای بیشتری به کار برده شود رفتار یک پارچه هسته و ستون های نما بهتر تأمین می گردد. این خرپاها را می توان در داخل ساختمان در محل هایی قرار داد که مهاربندی مورب (قطری) مانعی در وظیفه ساختمان ایجاد نکند (برای مثال در طبقات مکانیکی). قاعده سازه ای استفاده از خرپاهای کمربندی در بالا و وسط ساختمان به نظر می رسد که برای ساختمان های تا حدود 60 طبقه اقتصادی باشد. خرپاهای کمربندی را می توان یا با اتصالات مفصلی و یا با اتصالات صلب به ستون های پیرامونی متصل کرد. اگر خرپاها به ستون ها بطور پیوسته متصل باشند، تمام سیستم بصورت واحد عمل می کند و در نتیجه فقط درصد کمی از ظرفیت تحمل لنگر هسته مورد استفاده قرار می گیرد زیرا دیوارهای هسته نسبتاً نزدیک تار خنثی مقطع ساختمان قرار دارند. این نکته در دیاگرام تنش سیستم صلب در آن توزیع تنش ها پیوسته می باشد مشاهده می گردد. ازطرف دیگر بازوهای ارتجاعی که از هسته طره شده و به ستون های پیرامونی مفصل می گردند ظرفیت تحمل لنگر هسته را به نحو بهتری قابل استفاده می سازند و از ستون های خارجی نیز مانند سیستم صلب استفاده می شود. با این حال چون اتصالات مفصلی فقط برش را انتقال می دهند و هیچ لنگر خمشی در ستون ها ایجاد نمی کنند ظرفیت بار محوری ستون ها افزایش می یابد. موقعی که قاب به هسته سازه مفصل شده باشد، هسته مانند یک تیر طره ای عمل می نماید و بالای آن به آزادی دوران می کند. در این حالت قاب دوران خیلی کمی را تحمل می نماید. اما اگر قاب بوسیله یک خرپای کمربندی به هسته بسته شده باشد هرگونه دورانی در بالای سیستم جلوگیری می شود زیرا ستون های پیرامونی با ایجاد نیروهای قائم)نیروهای محوری در ستون ها) خرپای کمربندی را مهار می کنند. گیرداری جزیی که در بالای سیستم ایجاد می شود در منحنی لنگر منعکس گردیده است. این سیستم دیگر مانند یک تیر طره ای خالص عمل نمی کند زیرا هم در بالا و هم در پایین گیردار می باشد. منحنی تغییر شکل حاصله به صورت یک s کشید با لنگر خمشی برابر صفر در نقطه عطف می باشد. با افزودن خرپاهای کمربندی اضافی در طبقات میانی ساختمان مقاومت و سختی سیستم افزایش بیشتری پیدا می کند. در هر طبقه خرپا دار از دوران سیستم ممانعت به عمل می آید. گیرداری ایجاد شده در این طبقات منحنی لنگر را به عقب می کشد. در اثر انتقال بیشتر نیروهای جانبی به نیروهای محوری، لنگر خمشی در پای ساختمان به مقدار زیادتری کاهش می یابد و از نوسان (یا تغییر شکل) جانبی ساختمان به مقدار بیشتری کاسته می شود.

سازههای پیش ساخته سبک

صنعت ساختمان و پروژه های عمرانی به گواهی آمار و ارقام، از لحاظ سرمایه و حجم نیروی انسانی درگیر، بزرگترین صنعت در کشور می باشد.تنوع تکنولوژی های ساختمان بسیار زیاد است و هر کدام ویژگی ها و قاعدتاً محدودیت-های خاص خود را دارند. سیستم سازه های پیش ساخته سبک را حدود 34 سال پیش یک آمریکایی ابداع کرد. مرحلهٔ صنعتی شدن آن 5 تا 6 سال به طول انجامید. عمده ترین شرکت هایی که در دنیا این تکنولوژی را به کار می گیرند، شرکت E.V.Gاتریش و شرکت-های 3 D Panelو RAM در آمریکا می باشند. توجه زیاد صنایع اروپایی به تکنولوژی سازه-های پیش ساخته سبک به خاطر مشکلاتی بود که در سایر تکنولوژی های پیش ساخته وجود داشت. به طور مثال تکنولوژی Large Panel با وجود سرعت بالا و کارخانه ای بودن آن، با مشکل ضعف اتصالات روبروست و همچنین وزن سنگین ساختمان یک معضل جدی در این تکنولوژی به شمار می رود. حمل ونقل قطعات سنگین بتونی، این فرآیندها را دشوار می کند. در زلزله ای که چند سال پیش در ترکیه اتفاق افتاد، ساختمان های زیادی که در آنها از تکنولوژی Large Panelاستفاده شده بود به دلیل ضعف اتصالات تخریب شدند.

در تکنولوژی سازه های پیش ساخته سبک کانکس ، اتصالات به صورت یکپارچه است (دیوار به دیوار، سقف به دیوار و دیوار به پی). بر خلاف روش Large Panel که اتصالات به صورت کام و زبانه است، در روش سازه های پیش ساخته سبک، اتصالات به صورت جوش نقطه ای است و به جای اینکه ابتدا قطعات سنگین بتن در کارخانه ساخته شده و بعد به هم متصل شوند، ابتدا سازه به صورت شبکه های میلگردی که بین آنها(بین دو شبکه میلگرد) یک لایه فوم پلی استایرن قرار می گیرد ساخته می شود و پانل های سبک در محل احداث ساختمان به فنداسیون جوش داده می شود و همچنین دیوارها و سقف به هم جوش داده می شوند و ساختمان با پانل های سبک برپا می شود. سپس در همان محل دیوارها و سقف و محل، اتصالات به صورت همزمان بتن پاشی می شوند .بتن از طریق پمپ، با فشار هوا به پانل ها پاشیده می شود که اصطلاحاً آن را "شات کریت" گویند.

این روش باعث یکپارچگی در اتصالات شده، استحکام و پایداری ساختمان را در مقابل نیروهای دینامیکی حاصل از زلزله یا طوفان افزایش می دهد.بنابراین دلیل انتخاب روش سازه های پیش ساخته سبک استفاده از امتیازات برتر آن نسبت به سایر تکنولوژیهای پیش ساخته موجود است که هنوز هم از این مزایا برخوردار است.البته همانند صنایع دیگر، در این صنعت هم ممکن است نوآوری هایی در دنیا دیده شود. اما با توجه به شرایط اقلیمی، فرهنگی و اجتماعی، روش سازه های پیش ساخته سبک، مناسبترین روش برای ایران تشخیص داده شده است. به طور مثال تکنولوژی های جدید قیمت مسکن را خیلی بالا می برند که این با نیاز اغلب مردم ما به خانه های ارزان قیمت سازگار نیست ولی روش سازه های پیش ساختهٔ سبک قیمت را بالا نمی برد.

ویژگی های مهم روش سازه های پیش ساخته سبک

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

الف) مقاومت در برابر زلزله

در مناطق زلزله خیز مانند ایران، یکی از پارامترهای مهم در ساختمان سازی کاهش وزن ساختمان است. چرا که نیروهای زلزله با وزن ساختمان نسبت مستقیم دارد. بنابراین تکنولوژی انتخاب شده باید دارای جهت گیری کاهش وزن باشد. بر خلاف شیوهٔ سازه های پیش ساخته سبک در سایر سیستم های پیش ساخته دیگر، اتصالاتشان اکثراً به صورت مفصلی و لولایی است و دارای وزن سنگین هستند. تنها در این روش است که با 8 سانتیمتر بتن می توان نیروهای ساختمان 4 طبقه را در طبقه همکف تحمل کرد. وزن نهایی ساختمان با این روش، نسبت به روش های پیش ساخته دیگر و همچنین ساختمان های بتنی، 25 درصد کاهش می یابد؛ یعنی در هنگام زلزله 25 درصد نیروی کمتر به ساختمان وارد می شود. امروزه سبک سازی ساختمان یکی از شعارهای اصلی در صنعت مسکن است .

ب) انعطاف پذیری در تولید و امکان حفظ جلوه های معماری اسلامی و ایرانی

مسأله مهم دیگر در صنعت ساختمان حفظ ملاک های فرهنگی و جلوه های معماری اسلامی و ایرانی در طراحی و نماسازی ساختمان هاست. انحناهای موجود در گنبدهای مساجد، نقش و نگارهای ایرانی و اسلیمی و سایر موارد از نشانه های معماری اسلامی و ایرانی است که در روش سازه های پیش ساخته سبک می توان آنها را حفظ کرد. چرا که می توان پانل های سبک مورد استفاده را به هر طرح دلخواه درآورد و پس از نصب آنها در محل خود، بتن پاشی روی آنها انجام داد. روش سازه های پیش ساخته سبک، حتی ساخت گنبدهای بزرگ را که به دلیل زیادی وزن، دشوار است آسان تر می-کند چرا که در این روش وزن سازه ها بسیار کاهش می یابد در حالی که مقاومت و استحکام آنها بالاتر می رود.

ج) ایمنی در ساختمان

بحث ایمنی، از مهمترین مسائل صنعت ساختمان است چرا که با سلامتی انسان ها سر و کار دارد. در ساختمانهای سنتی چون ستونها و اسکلت فلزی، قسمت اعظم بار ساختمان را تحمل می کنند. با کنار رفتن یک تیر یا ستون، کل ساختمان به طور ناگهانی فرو می ریزد. در روش سازه های پیش ساخته سبک چون به جای استفاده از اسکلت فلزی، از شبکه های میلگردی که در تمام سطوح دیوارها توزیع شده اند استفاده می-شود، فروریزی ناگهانی پیش نمی آید. چرا که اتصالات و مواضع تحمل بار به صورت یکپارچه در تمام ساختمان وجود دارند .

د) صرفه جویی های ملی و سایر مزایای ناشی از کاربرد روش سازه ها پیش ساختهٔ سبک

اگر به صرفه جویی هایی که کوچک به نظر می رسند، در مقیاس ملی نگاه کنیم، به ارقام بالایی تبدیل می شوند که می تواند نقشی حیاتی در رشد و شکوفایی کشور ایفا کند .

در زیر به مزایای ناشی از کاربرد تکنولوژی سازه های پیش ساخته سبک در صنعت ساختمان اشاره می شود:

1-کاهش متوسط میزان کاربرد میلگرد فولاد از 38 کیلوگرم در ساختمان های Large Panel و ساختمان سنتی به 34 کیلوگرم در روش سازه های پیش ساختهٔ سبک

2-کاهش استفاده از سیمان در هزینه های تمام شده ساختمان

3-ده درصد کاهش در هزینهٔ تمام شدهٔ ساختمان

4-کاهش وزن ساختمان(بطور مثال فقط در بحث استفاده از فولاد 12 کیلوگرم در هر متر مربع زیربنا، کاهش وزن دیده می شود)

5-کاهش زمان برگشت سرمایه از حدود 2 سال در شیوه سنتی به 5الی 6 ماه در روش سازه های پیش ساختهٔ سبک

6-کاهش ضایعات مواد اولیه و استفاده بهتر از منابع ملی

7-صرفه جویی در مصرف انرژی(به دلیل عایق بودن دیوارها، ناشی از کاربرد پل استایرن در پانل ها)

8-افزایش عمر ساختمان و افزایش استحکام آن

9-ایمنی بیشتر ساختمان در برابر زلزله

10-کاهش میزان آلودگی های صوتی محیط

از محدودیت های روش سازه های پیش ساختهٔ سبک آن است که فعلاً این روش تنها تا 4 طبقه در کشور قابل انجام است. البته در دنیا تا 8 طبقه نیز از آن استفاده شده اس

سیستم پیش ساخته بتنی

با توجه به تولید قطعات در کارخانه، کیفیت ساخت آنها نسبت به قطعات تولید شده در کارگاه بالاتر بوده و از نظر زمان اجرا نیز، نسبت به سیستم های متداول، سریعتر است. به طور معمول، قطعات مورد نیاز در سه گروه قطعات سقف، دیوار و قطعات متفرقه با استفاده از تجهیزات و امکانات مکانیزه در کارخانه های سازنده تولید میشوند.

در طراحی معماری این سیستم، با توجه به پیش ساخته بودن قطعات محدودیت چندانی از نظر ابعاد و تناسبات فضاها وجود ندارد. در این روش بدلیل استفاده از تیرهای با مقطع I شکل، میتوان دهانه های بزرگ (تا 18 متر) را پوشاند. در نتیجه از نظر معماری، انعطاف پذیری بسیاری وجود دارد و میتوان فضاهای داخلی را به نحو دلخواه تقسیم بندی کرد.
پایداری و باربری جانبی سازه در این سیستم به یکی از دو روش کلی زیر تامین میشود:

الف) سیستم قاب خمشی با اتصالات گیردار (اتصالات صلب(
ب) سیستم قاب با اتصالات ساده (مفصلی) همراه با مهاربندی یا دیوار برشی
مهاربندی قاب های ساده به یکی از روش های زیر انجام میگیرد:
مهاربندی فلزی، دیوار برشی پیش ساخته، دیوار برشی بتن درجا. صرفه جویی در مصرف انرژی در این روش قبل از همه در مرحله حمل و نقل اتفاق می افتد. در هنگام حمل قطعات و مصالح، صرفه جویی عمده ای به دلیل کاهش تعداد دفعات تردد واقع می شود. همچنین در مراحل نصب سازه، عملیات اجرایی بسیار آسانتر از سیستم های متداول است که سبب کاهش انرژی مصرفی در مرحله اجرا میشود.
بررسی های انجام شده در خصوص عملکرد صدابندی، نشان دهنده آن است که در اکثر مواقع، دیوار ساخته شده با پانل های بزرگ تامین کننده شرایط مورد نظر از لحاظ عایق بندی صدا نیست و لازم است لایه و یا لایه های تکمیلی برای تامین حدود تعیین شده در مقررات به دیوار اضافه شود.

با اجرای لایه های پلاستوفوم در بدنه دیوارها، ساختمان از عایق بندی حرارتی و صوتی مطلوبی برخوردار میشود. هرقدر ضخامت دیوار و چگالی سطحی آن بیشتر شود، صدابندی افزایش می یابد. استفاده از دیوار با دو لایه بتن و عایق حرارتی معدنی در قسمت میانی به نحو قابل ملاحظه ای صدابندی را در شرایط عادی افزایش میدهد.

سازه های ورق تاشده

ورق تا شده سطح صاف تا شده ای است که بار ها را بوسیله ی کشش و فشار و برش و خمشی که فقط در بین بخش های تا شده سطوح اتفاق می افتد به تکیه گاه ها انتقال می دهد.
سختی ورق های تا شده از طریق هندسه ی تا شدن آن ها و ارتفاع بخش های تا شده تعیین می گردد.
بازدهی موثر سازه های ورق تا شده به اندازه ی پوسته های دارای انحنا می باشد . ورق های تاشده نسبت به صفحه های مسطح ترجیح دارند.
این سیستم هم در گوشه ها دارای تکیه گاه است و در یک جهت از دو جهت عمل می نماید یا ترکیبی از هر دو . اولین شیوهی آن است که هر انتها به یک قاب سه مفصلی متکی شود و صفحات تا شده مانند دال هایی که فواصل بین قاب های کناری را می پوشانند عمل می نماید . روش دوم این است که در لبه های طولی پایین سقف از تیر های مقاوم استفاده شود و ورق های تاشده نازک تر مانند مجموعه ای از قاب های سه مفصلی مجاور که فاصله ی بین تیر ها را می پوشانند عمل نمایند.
این نوع ورق ها معمولا در گوشه ها دارای تکیه گاه می باشند و مانند تیر های بزرگ در جهت طولی نیرو ها را منتقل می نمایند در نتیجه تنش ها در ورق تا شده مشابه تنش های خمشی در یک تیر می باشد بخش بالایی در سراسر کل طول تحت فشاراست در حالی که بخش پایین تحت کشش می باشد.
در عمل نسبت ارتفاع به دهانه در ورق های تا شده بین 6 تا 10 و حداقل ضخامت مورد نیازتعیین شده به وسیله ی آیین نامه ها و مقررات سا ختمانی بیشترمورد استفاده قرار می گیرد.
به منظور کنترل خمش لازم است فرم مقاطع طراحی شده به وسیله ی سخت کردن هر دو انتها ثابت بماند و لبه های

بیرونی و نیز به وسیله ی تامین مقاومت در برابر رانش بیرونی . لازم است لبه های ورق تا شده به منظور ثابت باقی ماندن فرم انها تحت هر نوع بار محدود شود.

سیستم ساختمانی قاب سبک چوبی

منبع : مقاله سیستم های سبک ساختمانی دکتر سپهر گنجه ای

سیستم ساختمانی قاب سبک چوبی استاندارد یکی از پیشرفته‌ترین و پیچیده‌ترین سیستم های ساختمانی است که رعایت تمام اصول فیزیک ساختمان از قبیل عایق‌کاری حرارتی، رطوبتی، صدا، هوا بندی و پایداری در برابر آتش در شمار الزامات آن است و در نتیجه یکی از کامل‌ترین سیستم‌های ساختمانی است که در صورت اجرای غیراصولی می‌تواند بسیار آسیب‌پذیر باشد. باید در نظر داشت که نحوه محاسبات بارهای وارده و طراحی این سیستم ساختمانی با سیستم‌های متداول دیگر بسیار متفاوت است.

یکی از مهم‌ترین مزایای این سیستم ساختمانی نسبت به سیستم‌های دیگر انعطاف‌پذیری و هماهنگی آن با شرایط گوناگون آب و هوایی است که برخلاف تصور عموم، برای شرایط آب و هوایی ایران بسیار مناسب است. از آنجا که سیستم ساختمانی قاب سبک چوبی مراحل اولیه رشد و تکامل خود را در کشورهای صنعتی مناطق سرد نیمکره شمالی مانند، کانادا، ایالات‌متحده امریکا و کشورهای اسکاندیناوی طی کرده است، یک سیستم ایده آل برای مناطق سرد و پرباران به شمار می‌آید. سازه ساختمان‌های این سیستم از چوب فرآوری شده برگ سوزنی ساختمانی تشکیل شده که همواره با مصالح غیرقابل اشتعال پوشانده می‌شود. پوسته خارجی ساختمان با عایق‌های حرارتی، رطوبتی و صوتی، با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی مکان ساخت و بر پایه محاسبات فیزیک ساختمان، طراحی و اجرا می‌شود. در کشور ایالات‌متحده امریکا خانه‌های قاب سبک چوبی، با گستردگی یکسان، از ایالت خشک و کویری نوادا و تگزاس تا ایالت سرد و پرباران اورگان، تا ایالت زلزله‌خیز کالیفرنیا ساخته شده که البته پوسته خارجی این ساختمان‌ها بستگی به شرایط آب و هوایی مکان نصب، طراحی می‌شود.

سیستم ساختمان‌سازی قاب سبک چوبی، یک سیستم مدوله شده است. هر دیوار از تعدادی اجزای عمودی (وادار یا اِستاد) که در بالا و پایین به اجزای افقی متصل شده‌اند، تشکیل می‌شود. دیوارها با پوشش‌های تخته‌ای سازه‌ای به عنوان دیوارهای برشی عمل می‌کنند. سقف جداکننده طبقات این سیستم ساختمانی با ایجاد یکپارچگی، توسط پوشش‌های مقاوم و قابل‌انعطاف عمل کرده و خرپاهای سقف نهایی با پوشش‌هایی از فرآورده‌های چوبی، یکپارچه می‌شوند. یک اصل بسیار مهم در این سیستم ساختمانی تأمین یکپارچگی سازه آن است. شالوده، دیوارها، سقف‌های بین طبقات و سقف نهایی)بام)، و تمامی اجزای تشکیل‌دهنده سازه ساختمان باید به درستی و با دقت بسیار، مانند جعبه‌ای یکپارچه به یکدیگر دوخته شوند. اجزای ساختمانی باید به گونه‌ای طراحی شوند که چوب‌های به‌کاربرده شده در سازه ساختمان تا حد امکان به گونه فشاری یا کششی عمل کنند و باعث ایجاد گشتاورهای ناشی از خروج از محوریت نشوند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

شالوده این سیستم ساختمانی، علاوه بر تحمل بار سبک سازه چوبی، باید به گونه‌ای مؤثر از نفوذ آب، رطوبت و حشرات به داخل سازه چوبی جلوگیری به عمل آورد. آنچه بیش از هر چیز در شالوده این ساختمان‌ها دارای اهمیت است، قرار دادن سازه چوبی در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین است تا خطر نفوذ آب، رطوبت، قارچ‌ها و انواع حشرات به سازه چوبی کاهش یابد.

*آیین‌نامه‌های معتبر ساختمانی سیستم قاب سبک چوبی

از آنجا که تاکنون آیین‌نامه ملی ساختمان‌های چوبی در ایران تدوین نشده است، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی الزامات اجرایی این سیستم ساختمانی را بر پایه آیین‌نامه IBC (International Building Code) ایالات‌متحده آمریکا، به خصوص فصل 23 آن تعیین نموده و برای شرکت‌های دارای این فناوری تأییدیه فنی صادر کرده است .آیین‌نامه IBC همچنین توسط ایالت کالیفرنیا که یکی از زلزله‌خیزترین مناطق جهان است، پذیرفته و به رسمیت شناخته شده است. در فصل 23 آیین‌نامه IBC 2012 الزامات عمومی، اجرایی و طراحی ساختمان‌های چوبی ذکر شده است. براساس فصل 16 این آیین‌نامه، بارگذاری لرزه‌ای سازه‌ها باید بر مبنای استاندارد ASCE 7-05که در آن میزان بارهای طراحی ساختمان‌ها توسط انجمن مهندسان راه و ساختمان آمریکا به چاپ رسیده، انجام شود.

آیین‌نامه‌های معتبر دیگری نیز در خصوص ساختمان‌های چوبی در سطح جهانی وجود دارند که از آن جمله می‌توان به آیین‌نامه NDS 2005که مشتمل بر مشخصات اجرایی ساختمان‌های چوبی است و استاندارد SDPWS 2005 که ملاحظات ویژه‌ای را برای طراحی سازه‌های چوبی در برابر باد و زلزله ارائه می‌نماید و استاندارد DIN 1052 در رابطه با طراحی سازه‌های چوبی و مقررات عمومی ساختمان اشاره کرد. جهت مقاوم‌سازی سقف خارجی ساختمان در برابر گردباد و طوفان‌های شدید می‌توان از آیین‌نامه ساختمانی ایالت فلوریدا بهره‌گیری کرد. آیین‌نامه ساختمانی BFS (Boverkets Byggregler)کشور سوئد بهترین کیفیت فنی و اجرایی از نظر عایق‌کاری حرارتی و مقاومت در برابر شرایط سخت جوی را ارائه می‌دهد ولی به دلیل زلزله‌خیز نبودن کشور فاقد ملاحظات کافی برای مقابله با زمین‌لرزه‌های شدید است.

*مقاومت در برابر قارچ‌ها و حشرات

برای حفاظت چوب در برابر قارچ‌ها و نفوذ حشراتی مانند موریانه که از آن تغذیه می‌کنند، آن را با مواد شیمیایی گوناگون مقاوم می‌سازند. علاوه بر حفاظت شیمیایی، از روش‌های گوناگون حفاظت فیزیکی برای جلوگیری از نفوذ حشرات به داخل ساختمان استفاده می‌شود که مهم‌ترین آنها در استانداردهای ساختمانی کشور استرالیا آمده است.

*مقاومت در برابر زمین‌لرزه

سیستم قاب سبک چوبی پایدارترین سیستم ساختمانی در برابر زلزله به دلیل توزیع یکنواخت نیروی جانبی زمین‌لرزه در دیوار و سقف، استحکام قاب دیوارها و هدایت لرزه‌ای آنها، استحکام و پیوستگی عضوهای افقی مانند سقف و بام، اتصال داخلی و یکپارچگی تمام اعضای سیستم سازه چوبی و سبکی ساختمان است.

زمین‌لرزه‌های فراوانی که در گوشه و کنار جهان به‌وقوع پیوسته، نشان داده است که خانه‌های قاب سبک چوبی مقاومت بی‌نظیری در برابر زمین‌لرزه دارند. در سال 2003 میلادی زلزله بم به قدرت 6.5ریشتر باعث مرگ بیش از 50 هزار نفر یعنی یک چهارم جمعیت شهر بم گردید.

در سال 1994 میلادی زمین‌لرزه‌ای با قدرت 6.7ریشتر، یعنی کمی شدیدتر از زلزله بم، در منطقه پرجمعیت نورتریج واقع در ایالت کالیفرنیا به وقوع پیوست و باعث مرگ تنها 57 نفر گردید که تمامی آنها در خانه‌های غیر چوبی بودند. دلیل اساسی کمی تلفات در این زمین‌لرزه در مقایسه با زلزله بم، وجود 99 درصدی خانه‌های مسکونی چوبی در منطقه نورتریج است.

در این سیستم انرژی اندکی برای ساخت اجزای ساختمانی مصرف می‌شود و تمام مصالح آن از طبیعت گرفته‌شده و در نتیجه در کشورهای صنعتی از مالیات‌های مربوط به آلودگی محیط‌زیست معاف گردیده و عمر مفید ساختمان‌های آن بیش از 100 سال می‌باشد. ساختمان‌هایی که 180 سال پیش با این سیستم ساختمانی در کشور امریکا ساخته‌شده‌اند، هنوز پابرجا مانده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سیستم ساختمانی به دلیل سبکی بسیار، استحکام و پیوستگی عضوهای افقی و عمودی باعث توزیع یکنواخت نیروی جانبی زلزله در دیوارها و سقف گردیده و مناسب‌ترین سیستم ساختمانی برای اجرا روی گسل‌ها در کشورهای زلزله‌خیزی مانند ایران است. این سیستم در زمان کمی برپا می‌شود، و سرعت اجرا نسبت به شیوه‌های سنتی و حتی صنعتی سنگین بسیار بالاتر است.

سیستم های نوین ساختمانی با قالب های ماندگارICF

سازه های بتنی در دهه های اخیر دچار تحولات شگرفی از لحاظ فناوری ساخت،مواد تشکیل دهنده،طراحی و قالب بندی فنی گردیده اند که در سیستم ساختمان با ICF یا قالب های عایق ماندگار تمامی اجزای ساختمان به صورت یکپارچه اجرا می گردد و اجزا با هم به صورت کاملا صلب عمل می کنند.
این سیستم، شیوه اجرای ساختمان بتن آرمه درجا با قالب های عایق ماندگار پلی استایرنی می باشد که سازه حاصل از آن، یک ساختمان بتن مسلح و در زمره سازه های متداول، تلقی می شود.
در این سیستم ساختمانی، قالب های دیوار و سقف با استفاده از مفتول آهن گالوانیزه به قطر 2.2 میلیمتر، به صورت شبکه جوش شده، در محل کارخانه ساخته شده و در وجوه داخلی و خارجی قالب پانل هایی از مصالح عایق کننده، مانند پلی استایرن منبسط شونده کند سوز، قرار داده می شود.قالب های دیوار بتنی با امکان آرماتوربندی به میزان مورد نیاز و با ضخامت مورد نظر طراح، از80 تا 500میلیمتر و بیشتر برای دیوارها و قالب های سقف،به صورت تیر دال یک یا دوطرفه با عمق و فواصل تیرچه های متغیر و دلخواه، توسط خطوط تولید در مقیاس نسبتا زیاد، قابل تولید است.

از ویژگی های این سیستم سبک بودن، سهولت نصب، سرعت اجرا، عدم وابستگی به تجهزات و ماشین آلات متعدد، عدم نیاز به نیروی انسانی ماهر و متخصص و مهمترین ویژگی آن افزایش سرعت ساخت،سهولت اجرا،کاهش هزینه ساخت،ایجاد سیستم ساختمانی منسجم و یکپارچه،استفاده بهینه از انرژی در ساختمانی می باشند.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران