پرسش و پاسخ
سقف کُرمیت

شرکت کُرمیت پارس
بخش تحقیق و توسعه و آموزش

کُرمی، محمد جعفر، ۱۳۲۹
پرسش و پاسخ سقف کُرمیت/ مؤلف محمد جعفر کُرمی/
تهیه و تنظیم واحد تحقیق و توسعه شرکت کُرمیت پارس
تهران : شرکت کُرمیت پارس،۱۳۸۶.
۳۱ ص. : مصور، نمودار.
شابک :۹-۱۱-۸۲۳۹-۹۶۴- ISBN ۹۷۸
فهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا
۴پ ۴ک/TH ۲۴۰۱ ۶۹۵
۱۳۸۶
کتابخانه ملی ۱۱۷۱۵۴۳

پرسش و پاسخ سقف کُرمیت

واحد تحقیق و توسعه شرکت کُرمیت پارس
چاپ اول : بهار۱۳۸۷
نویسنده : بخش آموزش شرکت کُرمیت پارس
تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه
قیمت : ۱۰۰۰۰ ریال
چاپ و صحافی : ۵ رنگ
ناشر : انتشارات کُرمیت پارس
مرکز پخش: خ ملاصدرا، خ شیراز جنوبی، خ سامان، پلاک ۵۴ .
تلفن : ۸۸۰۵۷۵۲۲ ، فکس : ۸۸۰۴۰۴۰۵
سایت اینترنتی : www.kormitpars.com
Email: kormit_pars@yahoo.com

فهرست مطالب:

صفحه	عنوان
۶	پرسش و پاسخ
۲۵	ضمیمه ۱ -ازدیاد طول تیرچه ها
۲۷	ضمیمه ۲- دیافراگم
۳۴	بازشوها و تاثیرات آن در تغییر شکل دیافراگم
۳۶	بررسی تاثیرات سختی سیستم مقاوم در صلبیت دیافراگم

مقدمه :

در تاریخ ۸۶/۶/۱۰در شهر مشهد جلسه ای با حضور اساتید ومهندسین و دست‌اندرکاران ساختمان تشکیل گردید.
ما حصل چهار ساعته این جلسه سوالهایی بود که توسط عزیزان می‌شد و توسط شرکت کرمیت پارس پاسخگوئی می‌گردید. از آنجائیکه این سوالات مورد نظر بسیاری است، به چاپ آن اقدام شد.
متن این کتاب، انتقال و برگردان مستقیم نمی‌باشد وبا جمع‌آوری مجدد سوال ها، پاسخ‌ها، در صورت لزوم دارای توضیح مفصل تری است.

شرکت کرمیت پارس

بنام خداوند بخشنده مهربان

۱- سوال : چرا چاپ و ویرایش بعدی نشریه ۱۵۱ وجود ندارد ؟
جواب : چاپ اولیه نشریه ۱۵۱ فقط به تعداد ۱۵۰۰ عدد بوده که در همان روزهای اولیه نایاب گردیده متاسفانه تمام تقاضاهای علاقمندان برای تجدید چاپ این نشریه بلا جواب مانده است و امکان چاپ و ویرایش جدید نشریه بدین زودی نمی‌رود.

۲- سوال : نبشی بال فوقانی از نوع فابریک می تواند باشد ؟
جواب : درصورتیکه نبشی ملزومات آئین نامه جوشکاری،از نظر کیفیت جوش و آئین نامه فولاد ایران از نظر کیفیت فولاد را برآورد نماید،کاملاً قابل استفاده است. در ایران کارخانه‌های فولاد که نورد نبشی را به صورت استاندارد، شامل گرم کردن شمش،نحوه نورد و خنک کردن و استفاده از شمش St-۳۷ انجام می دهند،تا آنجائیکه بنده می‌دانم فقط ذوب آهن فولاد اصفهان است که بعلت محدودیت انواع تولید و مقدار تولید جوابگوی بازارنیست و بنا براین تجویز بنده استفاده ازورق فولادی استاندارد که به صورت سرد نورد ویا خم شده باشد،می‌باشد.

۳- سوال : استفاده از بلوک پلی استایرن که گاز سمی تولید می کند بجای بلوک سیمانی جایز است ؟
جواب : بلوک پلی استایرن تولید گاز سمی ندارد،گاز حاصل از سوختن آن co_2 است، ولی استفاده از انواع آن خطر آتش سوزی را بهمراه دارد. استفاده از نوع F (کند سوز) نیزمحدودیت‌های خود را دارد.بعلاوه آنکه بعضی ازکارخانجات تولیدی نوع معمولی را بجای نوع F به مشتری می‌دهند . به این صورت که باید پذیرفت که در مقابل کم شدن خطر ناشی از زلزله برای این سیستم، عوارض ناشی ازآتش سوزی باید در نظر گرفته شود.استفاده از بلوک سفالی کُرمیت نیز که درچند سال اخیر تولید آن در کارخانجات مختلف انجام گرفته گزینه مناسبی است.ضمناً استفاده ازسقف کامپوزیت کُرمیت را که هیچکدام ازاشکالات بلوک سیمانی و پلی استایرن و سفالی را ندارند و همچنین مزایای بسیاری، مخصوصاً ازنظر اقتصادی را نیز با خود دارد، عمیقاً تجویز می‌نمائیم.

٤- سوال : محاسباتی بر اساس نرم افزارهای مختلف نشان می‌دهد که جداول طراحی تیرچه‌ها که ازطرف شرکت کُرمیت چاپ شده، ضعیف است.
جواب :جداول چاپ شده بر اساس برنامه‌ای که محاسبات ارائه شده در نشریه ۱۵۱ را دنبال می کند می‌باشد و ما تمامی تلاش خود را جهت امانت داری بکاربرده ایم و برنامه‌های رایج طراحی در مورد شرائط خاص تیرچه‌ها ممکنست جوابگو نباشد و در این مورد نشریه ۱۵۱ ملاک طراحی است.

۵- سوال : در کناره کش‌ها تیرچه لازم است یا نه؟

جواب : جواب این سوال به علت طراحی کش بر می‌گردد. کش اصولاً قطعه‌ای است که در مورد آن نه بار گذاری خاص وجود و نه طراحی خاصی می‌باشد.دلیل استفاده از کش تا آنجا که ما فهمیده ایم به ترتیب اهمیت سه نکته است :

۱- شاقول نمودن ستونهای فولادی در هنگام نصب.

۲- تعریف یک گره یا نود برای تعیین طول نگهداری جانبی ستونها.

۳- هماهنگ سازی حرکت قاب‌ها در سیستم تیرچه بلوک که اتصالات فقط بصورت نشیمن است.

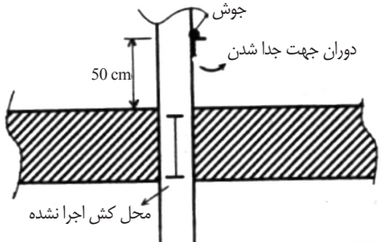
ازنظر بنده با پیشرفت سیستم‌های سقف و استفاده ازبتن در روی سقف‌ها مورد دوم در ساختمان‌های متعارف وجود ندارد و با استفاده ازتیرچه‌های کُرمیت که به اسکلت جوش می‌شود، مورد سوم نیز ازبین می‌رود وفقط نکته اول که عملیات شاقول کاری اسکلت و آهنگری را تسهیل می کند باقی می‌ماند.

باید دلایل حذف بند ۲و۳ را توضیح دهم ، برای تعریف یک نقطه به عنوان گره که بتواند بعنوان نگهداری جانبی قطعه فشاری باشد، بر اساس محاسبات نیروئی معادل هفتادو ششم هزارم نیروی ستون لازم است تا در دو جهت متعامد به نگهداری ستون بپردازد. این نیرو در آئین نامه آمریکا ۱٪ نیروی محوری قطعه فشاری گرفته می‌شود. بنابراین نگهداری یک قطعه فشاری با نیروی محوری یکصدتن، در دو جهت متعامد نیرویی معادل یک تن لازم است . در قدیم که سقفها فاقد بتن بودند، امکان این وجود داشت که قطعات متصل به ستون و سقف نتواند این نیروی مقاوم را ایجاد نماید. مخصوصاً درسقفهای ضربی که سقف در کشش هیچگونه نیروئی تحمل نمی کند.

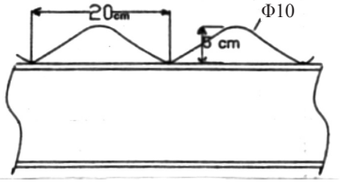
اما در سقفهایی که بتنی هستندو یا روی آنها بتن ریخته می‌شوند، مانند انواع تیرچه و بلوک، وجود ۵ سانتیمتر بتن و قطعات درون آن مانند پل و تیرچه، براحتی این مقدار از نیرو را تامین می‌نماید .بنابراین برای ساختمانهای متعارف باستونهایی که نیروی آنها کمتر از ۲۰۰ تن باشد،می توان از وجود کش، صرفه نظر نمود.

امادر مورد دوم نیز مشخص است که با جوشکاری تیرچه‌ها ی کُرمیت و یا سقفهای کامپوزیت که تیر آهن در آنها به پل جوش می‌شود، وجود کش، درهمسازی حرکت جانبی قابها بلا اثر ست.

در مورد شاقول نمودن ستونها نیز با نصب یک قطعه فولادی مناسب مانند یک نبشی، یاناودانی یا تیر آهن در فاصله حدود ۵۰ سانتی بالایا زیر سقف موازی محل کش‌ها و جوش یکطرفه آنها به ستون‌ها، می توان ستونها را شاقول و بعد از ریختن بتن روی سقف این قطعات را برداشت.برای راحتی جداسازی ازستونهای اجرای زیر مناسب است :



با توجه به مطالبی که در فوق عرض شد، در صورتیکه کش برای ساختمان نصب شده ولی محاسبات نشان می‌دهد که مقاومت آن به جای یک تیرچه کفایت دارد، از گذاشتن تیرچه می توان صرفه نظر نمود . در صورتیکه بتوان جزئیات زیر را روی کش انجام داد ، می توان به این امر کمک موثری نمود.



میلگرد درون بتن سقف قلاب شده تا حدودی عمل مختلط رابه انجام می‌رساند.

٦- سوال : آیا استفاده از آرماتور در تقویت تیرچه مشکلی ندارد؟

جواب :در صورتیکه میلگرد قابلیت جوشکاری مناسب را داشته باشد، در تقویت تیرچه و پلها نیز می‌توان از میلگرد استفاده نمود و هیچ تفاوتی با سایر تقویت‌ها ندارد.

۷- سوال : استفاده از ریب در سقف کامپوزیت با اشکال مواجه است یا خیر ؟

جواب : اول بپردازیم به آنکه چرا از ریب استفاده می کنیم .تا آنجائیکه بنده اطلاع دارم گذاشتن ریب‌ها برای دو عمل است :

۱- همسازی تیرچه‌ها ی هم جوار در اشتراک در باربری .

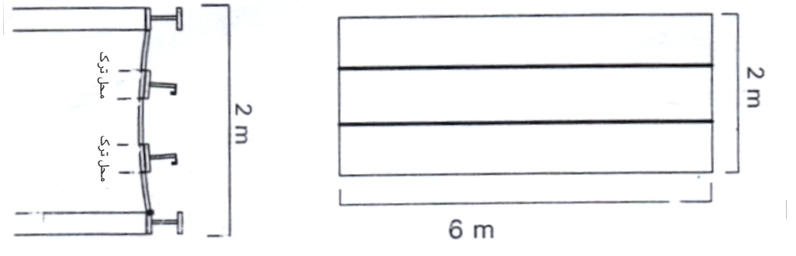
۲- جلوگیری از ترک در اثر تنشهای ثانویه.

در مورد اول، در قدیم از دیوارهای جداکننده سنگین در روی سقف استفاده می‌شد که اگر این دیوارها به موازات تیرچه‌ها چیده می‌شدند، باعث ورود بار سنگین دیوار به یک تیرچه می گردید. وجود این ریب‌ها باعث می‌شد که تیرچه‌ها هم جوار با تغییر شکل وارده در اثر وجود ریب‌ها، با تیرچه زیر بار همسازی ودر باربری آن را یاری نمایند. اکنون که دیوارهای سبک جداکننده مانند درای وال (ورقهای گچی) و یا بلوک سفال ده سانتی و یا تیغه گچی استفاده می‌شود، بنظر می‌رسد که تیرچه‌ها دچار بار زیاد نمی‌باشند که وجود این ریب را ضروری سازند.

درمورد دوم، هر سقفی که به صورت یکپارچه ریخته شود، بسته به سختی دو جهت تغییر شکل می‌دهد . عموماً سقفها دچار کاسه گونی می‌شوند.چون بهر صورت در دو جهت دارای سختی می‌باشند، بطور مثال یک سقف را درنظر بگیرید که طول آن ۶ متر است و تیرچه‌ها در جهت ۶ متری افتاده و عرض آن ۲ متر است. ودر هرچهار ضلع آن دیوار وجود دارد.

این فرضیات را برای روشن کردن بهتر عملکرد چشمه سقف انجام میدهم.سختی طولی این چشمه معادل ممان اینرسی دو تیرچه باضافه دال به عرض کلی آن، تقسیم بر ۶ متر است و سختی عرض آن متوسط ممان اینرسی دال بتنی در کل طول ۶ متر تقسیم بر دهانه ۲ متر است.

این موضوع نشان میدهد که سختی عرض قابل مقایسه با سختی طولی است و طراحی چنین سقفی فقط به صورت تیرچه‌های یکطرفه ۶ متری، جدا ازعملکرد ذاتی و غریزی سقف است .این تفاوت در طراحی و عملکرد باعث تغییر شکل در جهت عرض تا جائی خواهد بود که تیر طولی در اثر تغییر شکل بخش عرضی باربری لازم را بعهده بگیرد و این معمولاً مساوی با ایجاد ترک در زیر سقف و معمولاً در حد فاصل بین تیرچه‌ها و بلوک‌هاست.



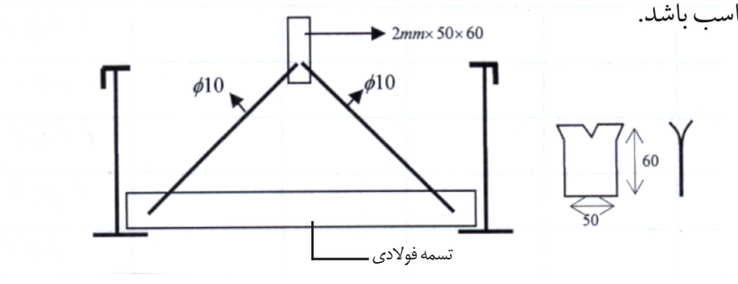
ریب‌های عرضی علاوه بر آنکه در این دهانه کوتاه، بعنوان سخت کننده و افزون ساز ممان اینرسی وارد عمل می‌شوند واندر کنشی نیز در باربری سقف خواهند داشت و تشخیص عملکرد سقف را پیچیده تر میکند، اما باعث میشود که بطور بسیار ساده ازایجاد این ترکها جلوگیری شود.

معمولاً چشمه‌های سقف دارای دهانه‌های مساوی بوده و سختی طولی به عرض، اگرچه در محاسبات ممان و تیرچه دیده نمی‌شود، اما قابل صرفه نظرکردن از نظر ترک خوردگی نیست.

تیرچه‌های پیش تنیده که امکان نصب ریب را ندارند، در بسیاری از موارد دچار این مشکل می‌شوند که اگر چه باعث خرابی و حادثه نخواهد شد، ولی بد منظره و ازنظر بیننده غیر متخصص ازشرائط بهره برداری ذهنی دور است.

گذاشتن این ریب‌ها اگرچه در نشریه ۹۴ و ۸۲ بصورت روشن دیده نشده وبرای دهانه‌های کمتر از ۴ متر و باربری با رزنده کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم هر متر مربع غیر ضروری دیده شده، بهتر است مطابق شرائط نشریه ۱۵۱ در مورد ریب‌ها، موضوع جدی تر گرفته شود.

اما درسقف کامپوزیت سنتی و کامپوزیت کُرمیت، چون این عملکرد در سقف قابل مشاهده نیست و این تغییرشکلها قابل رویت نمی‌باشد، (چه دارای سقف کاذب باشند چه نباشند) وگذاشتن ریب به این علت ضرورتی نمی‌یابد.بنابراین درسقف‌های کامپوزیت سنتی از گذاشتن ریب خودداری می‌شود و در مورد سقف کامپوزیت کُرمیت هم،همچنین .اما از آنجائیکه ممکن است نظر مهندس محاسب بر گذاشتن ونصب ریب باشد، ریب فلزی مخصوص در این مورد پیش بینی شده که کاملاً جوابگوی نظر مهندس محاسب باشد.



۸- سوال : صلبیت سقف آیا با ۵ سانتی متر بتن تامین میگردد ؟

جواب :صلبیت سقف مفهومی نسبی است نه مطلق . مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ دیافراگم یا سقفی صلب محسوب می‌شود که حداکثر تغییر شکل افقی آن نسبت به نقاط دیگر سقف که آنرا $\Delta diph$ می‌نامیم ازنصف تغییر مکان نسبی طبقه که آن $\Delta story$ می‌نامیم کمتر باشد و در غیر اینصورت دیافراگم انعطاف پذیر محسوب میشود. بنابراین ممکن است که یک سقف طاق ضربی هم با تیرهای اصلی و فرعی خود، در یک ساختمان که ستونهای منعطفی دارد، صلب به حساب آید. بنابراین نباید فراموش کنیم که صلبیت سقف،نسبی است نه مطلق . باید دراینجا نکته‌ای را هم اضافه کنم که ضمیمه ۶ آئین نامه ۲۸۰۰ می گوید که دیافراگم‌های ساخته شده از بتن آرمه درجا، ورقهای موجدار یا قطعات پیش ساخته همراه بتن آرمه رویه به شرط رعایت ضوابط این قسمت، جزو دیافراگمهای صلب محسوب میشود.

با این جمله معلوم نمیشود منظور نگارنده چیست؟ اگرضوابط این قسمت را هر سقفی داشته باشد ممکن است صلب یا غیر صلب باشد و مربوط کردن آن به نوع خاصی سقف مبهم به نظر می‌رسد. بهرصورت بهتر است با مراجعه به طبقه بندی کلی آئین نامه تکلیف را روشن کنیم .

البته مهندس محاسب بافرض آنکه اگر ۵ سانتی متربتن روی پل باشد، دیافراگم دارد، قطعاً جواب اشتباهی خواهد گرفت.در یک سقف، بعنوان جان یک تیر افقی (لطفاً به ضمیمه ۶ آیین نامه مراجعه فرمائید) شرائط یک پارچگی چشمه‌های جان تیر (سقف) فقط با مقداری بتن روی پلها تامبن نمی‌شود چرا که این بتن در اثر افت الاستیک سقف ترک خواهد خورد.

بنابراین شرائط پیوند چشمه‌های سقف به یکدیگر را باید بوسیلهٔ مطمئن به وجود آورد که به عنوان ضمیمه (۲) به این نوشته‌ها اضافه شده است.

۹- **سوال** : آرماتور منفی چرا در سقف کرمیت بکار نمی‌رود ؟
جواب : در مورد تیرچه و بلوک سنتی هم درنشریه۸۲ و ۹۴ استفاده از آن آمده .ولی بنده هنوز نفهمیده ام که علت استفاده از این آرماتور چیست و با دوستان عزیزهم که در جلسات مختلف از جمله ویرایش جدید استاندارد ۲۹۰۹ بحث داشته ایم، به نتیجه‌ای نرسیدیم. بهر صورت با توجه به نشریه ۱۵۱ استفاده از این آرماتور در تیرچه‌های کُرمیت منتفی است.

۱۰- **سوال** : برشگیرهای کناری چقدرطول باید داشت باشد ؟
جواب : طبق دستور العمل ساختی که ما داریم بشرح زیر :
- در تیرچه‌های کوچکتر و ۲ متر احتیاجی به این برشگیر نیست.
- در تیرچه‌های بین ۲ و ۴ متر یک گوشواره پر می‌شود.
- در تیرچه‌های بین ۴ تا ۶/۵ متر و ۶/۵ متر دو گوشواره پر می‌شود.
- در تیرچه‌های بین ۶/۵ تا ۷/۵ متر و ۷/۵ متر سه گوشواره پر می‌شود.
دهانهٔ بزرگتر معمولاً ورق نری دارد و عملاً احتیاجی به برشگیر نیست.

۱۱- **سوال** : در مورد محاسبات ورق برشگیر کناری تیرچه‌ها توضیح دهید :
جواب : برشگیر دوعمل انجام می‌دهد، به ایجاد مقاومت در مقابل فشار حاصل ازرانش افقی پای تیرچه در بال تحتانی کمک می‌کند و دوم آنکه با وارد شدن در منحنی سهمی برش جان،بخشی ازتنش برشی را هم به خود می‌گیرد .
معمولا محاسبات خاصی در روی آن انجام نمیشود،چرا که بسیار محافظه کارانه (Over Design) استفاده میشود.در مورد فشار رانش ایجاد شده در تکیه گاه تیرچه‌ها معمولاً در اسکلت فلزی و مخصوصاً در دهانه‌های وسطی مهم است و بوجود می‌آید و در هنگام بتن ریزی و قبل از گرفتن بتن اهمیت زیادتری می‌یابد.

۱۲- **سوال** : آیا باید جان تیرچه‌ها با بتن پر شود ؟
جواب: حتماً و لازم است که درون تیرچه به روشهای مجاز ویبره نیزصورت بگیرد. استفاده ازبلوک پلی ا ستایرن روی تیرچه‌ها یی با عرض بال تحتانی ۸ سانتیمتر این مشکل را بوجود می‌آورد که درجان تیرچه‌ها امکان پرشدن را کم می‌کند.البته نباید فراموش کرد که عرض ۸ سانتیمتر برای تیرچه‌های کوتاهتر از ۴ متر است و معمولاً برش زیادی در جان نیست و می‌توان در صورت اجبار با بتن باروانی زیاد ترآن راپرنمود .

۱۳- **سوال** : بریده شدن تیرچه‌ها و کوتاه کردن آنها امکان پذیر است ؟
جواب: بله، کوتاه وبلند کردن تیرچه‌ها با رعایت جزئیات ارائه شده درجزئیات اجرائی چاپ شده توسط این شرکت و رعایت نکات محاسباتی(مخصوصاً درمورد ازدیاد طول) امکان پذیراست .لطفاً به ضمیه (۱) مراجعه فرمائید.

۱٤- **سوال** : لطفاً نمایندگی‌های خود را در مشهد معرفی نمائید؟
جواب :آلان دراین شهر هیچ نماینده‌ای نداریم،ولی هر کس که روزی از ما یک تیرچه خرید ه یاسالها پیش نماینده مابوده و اکنون از ما جداشده،خود رانماینده ما معرفی می‌کند،خواهشمندیم که در این موارد ازما استعلام فرمائید.

۱۵- **سوال** :سقفها ی تیرچه و بلوک صدا را منتقل می‌کند،چه باید کرد ؟
جواب : یکی ازمحاسن استفاده از پلی استایرن،کم کردن صدای بین طبقات است . البته استفاده از یک لایه یونو بتن هم که مخلوطی از پفک یونولیت یا پلی استایرن و مقداری ماسه و سیمان است، که درروی سقف و قبل از عملیات سرامیک و پوشش کف انجام می‌شود..و وزن مخصوص اندک دارد و جلوی انتقال حرارت و صوت راهم تا حدودی می‌گیرد، ممکن است.

۱۶- سوال : کمانش بال فشاری و مشکلات آنرا توضیح دهید .

جواب : بال فشاری قبلا از گرفتن بتن و در هنگام ریختن بتن و گذاشتن بلوک و کلاً اجرای سقف باکمانش موضعی و جانبی مواجه است .

کمانش موضعی معمولاً بین دو گروه مجاور دربال فوقانی اتفاق می‌افتدکه برای رفع آن معمولاً باید فاصله گره‌ها از ۳۰ سانتی متر اضافه نشود.

کمانش دوم،کمانش جانبی بال فوقانی است که در صفحه سقف اتفاق می‌افتد و جوش دادن میلگردهای حرارتی به بال فوقانی،جلوی آنرا خواهد گرفت .لازم است توضیح دهم که کمانش به صورت کلی پدیده‌ای است اتفاقی و از نظرتئوری اگر مصالح قطعه فشاری کاملا همگن وبار در مرکز ثقل آن وارد شود و قطعه اعوجاج اولیه نداشته باشد،کمانش اتفاق نخواهد افتاد .اما ما هیچگاه این سه شرط را عملاً نمی‌توانیم فراهم کنیم و بنابراین باید از ظهور پدیدهٔ کمانش قطعه فشاری جلوگیری کنیم. همانطوریکه دراستفاده از کش‌ها توضیح دادم نیروی جلوگیری از کمانش حدود ۱٪ نیروی فشاری قطعه است و مقدار آن بسیار کم می‌باشد.

بنابراین با جوش دادن آرماتورها ی حرارتی،حتی به صورت یک جوش نیم سانتی می‌توان جلوی کمانش بال فوقانی رادر هنگام اجرای سقف گرفت .

ضمناً برای جلوگیری از پیچش تیرچه‌ها درمورد سیستم تیرچه و بلوک کُرمیت با استفاده از جوشکاری ریب به بال تحتانی و درسیستم کامپوزیت کُرمیت با استفاده ازجوش یک یا دو میلگرد، اگر دهانه بلند باشد، در زیر بال تحتانی جلوی پیچش تیرچه را باید گرفت.

۱۷- سوال : خیز منفی دردهانه چقدرباشد ؟

جواب : براساس محاسبات و تجربه پیش خیز یک تیرچه ۶ متری دروسط دهانه حدود ۳/۷ سانتیمتر است که منحنی آن به صورت سهمی خواهد بودو می‌توان طولهای بزرگ و کوچکتر را بر اساس آن محاسبه نمود.

۱۸- سوال : اشکالا ت رایج درساخت و اجرا چیست ؟

جواب : اشکالات ساخت و اجرا به دو صورت شکلی و ماهوی هستند..

اشکالات شکلی مانند عمود نبودن صفحه جان بر بال تحتانی،عدم رعایت خیزمتقارن در طول تیرچه، شمشیری شدن تیرچه‌ها و دراجراعدم رعایت فاصله تیرچه‌ها و درنتیجه عدم نشستن بلوکها یا افتادن آنها،جوش ندادن آرماتور حرارتی و ریب و یا درسیستم کامپوزیت کُرمیت عدم نصب یک میلگرد موقت در زیربال تحتانی و عمودی بر تیرچه‌ها و جوش موقت آن که باعث پیچیدن تیرچه وعدم زیبایی آنها میشود. ضمناً شن زدگی بتن و یا عدم ویبره کافی باعث بدنمایی کار در سقف های کامپوزیت کُرمیت میشود.اشکالات ماهوی به مصالح مصرفی و محاسبات برمی‌گردد که جای بحث بسیار دارد.

۱۹- سوال : استفاده ازبتن‌های ضعیف چه مشکلاتی را بوجود می‌آورد.؟

جواب : سیستم‌های شمع بندی نشده این حسن رانسبت به سیستمهای شمع بندی شده دارند،که درتنش در بتن پایین تر است . در تیرچه‌های کُرمیت بعلت سطح نسبتاً بزرگ بال فوقاتی فولادی و فاصله زیاد تیرچه‌ها از یکدیگر، و اینکه نبشی بال فوقانی به جهت جلوگیری کمانش برای تنش‌های حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع محاسبه می‌شود و بعد ازگرفتن بتن تنش محاسباتی آن می‌تواند تا ۱۶۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر مربع بالا برد، تنش در بتن بسیار پائین است و بر اساس محاسبه نیزاین تنش حداکثر به ۱۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌رسد.با توجه به این نکته در ساختمانهایی که با استفاده از این تیرچه‌ها، توسط پیمانکار نصب شده بودند و مقاومت دربتن آن مورد تردید کارفرما بوده، به پیشنهاد این شرکت باآزمایش بارگذاری مشخص شده که حتی بتن‌های بامقاومت ۹۰کیلوگرم برسانتیمتر مربع بر روی مکعب ۴۲ روزه، درآزمایش بارگذاری درهمان مرحله اول قبول شده اند.

۲۰-سوال : در مورد سقفهای کامپوزیت کُرمیت آیا عبورلوله‌ها اززیرسقف میسراست ؟

جواب : بله، عبور لوله واحتمالاً کانالهای دیگر ازحجم داخل سقف که حداقل ۶۵×۲۵ سانتیمتر می‌باشد ممکن است. ضمناً باید توجه داشت که عبور لوله‌ها از داخل این فضا به پل‌ها که رسید باید ازآن عبور کند و جای مناسب جهت عبوراین لوله‌ها در درون جان پلها باید پیش بینی شود.

۲۱- سوال : جداول ساخت تیرچه‌ها بر چه اساس می‌باشد ؟

جواب : عموماُ بر اساس روش ASD (تنش مجاز) می‌باشد.

۲۲- سوال : عرض بال تحتانی در تیرچه چقدر باید باشد؟

جواب : عرض بال تحتانی بر اساس مقرارات نشریه۱۵۱ برای دهانه‌های کمتر از۴ متر، ۸ سانتیمتر عرض وبرای دهانه بزرگتر از ۴ متر، عرض بزرگتر پیش بینی شده است.

۲۳-سوال:فاصله جوشهادر تقویت‌بوسیله‌میلگردو تسمه‌و یاهرقطعه‌دیگرچقدرباید‌باشد؟

جواب : فاصله جوشها در بال فوقانی به فاصله گره‌ها مقید است یعنی قطعه متصل شده باید روی هر گره به قطعه اصلی (نبش فوقانی) جوش شده باشد که طول این جوش با بعد مناسب ۲ سانتیمتر کفایت می کند، این فاصله در آئین نامه جوشکاری ایران نیز منعکس است وقطعاً درمورد قطعاتی مانند تقویت با نبشی یا میلگرد عدد محافظ کارانه‌ای است.اما درمورد اعضاء کششی این فاصله جوشها باز هم مقید به ۳۰ سانتیمتر و یا ۲۴ برابر ضخامت ورق نازکتر که عملاً عدد کوچکی حدود ده سانتیمتر می گردد خواهد بود. بنابراین استفاده از ورق تقویت اززیربه بال تحتانی،با ورق دیگر،جوشکاری زیادی را بعلت نازکی ورقها لازم دارد. این موضوع اگر چه با احساس ما مغایر است، ولی بهر صورت چون باید بر اساس آئین نامه عمل نمود،بهتر است از تقویت بال تحتانی توسط ورق واززیربال خودداری کرد و یا شرائط آئینامه را رعایت نمود.

۲٤- سوال : آیا نرم افزاری برای طراحی تیرچه‌های کُرمیت وجود دارد ؟

جواب : بله،این شرکت درسال ۱۳۸۲با تعدادی ازدانشجویان دکترای ساختمان قراردادی منعقد نمود که بر اساس آن قرارداد برنامه‌ای جهت طراحی تدوین گردید که کاملاً نکات نشریه ۱۵۱ را تعقیب نموده و جداول نشریه از سوی این شرکت بر اساس همین برنامه می‌باشد.

۲۵- سوال : اگر شمع بندی زیر سقف استفاده شود چه خواهد شد ؟

جواب : اگر شمع بندی را مهندس محاسب لازم بداند،مخصوصاً در دهانه‌های بلند که باعث سبک شدن طراحی بال فوقانی می‌شود،با درنظرگرفتن ملزومات طراحی و اجرائی و ساخت بلا اشکال است.در این حالت خیز تیرچه حتماً باید مورد نظرقرار گیرد،همچنین زمان برداشتن شمعها باید مورد توجه مهندس محاسب باشد.دراین حالت تنش در بتن مقدار زیاد تری از حالت بدون شمع خواهد بود.

۲۶- سوال : ضخامت ورق چرا باید ۳ میلیمتر باشد؟ در مبحث دهم مقررات ملی ضخامت ورق ۶ میلیمتر مشخص شده .

جواب : در مبحث دهم مقررات ملی بند ۱۰-۱-۹-۵ ضخامت اعضاء داخلی که نسبتاً از خوردگی محفوظ باشند،۳ میلیمتر اعلام شده و در نشریه ۱۵۱ نیز همین موضوع مورد تایید است. البته اگر تیرچه‌ها در فضای باز و مرطوب اجرا شوند و پوشیده نیزنشوند،رعایت مقررات الزامی است.

نکته دیگری هم در مورد استفاده از ورق ۳ وجود دارد که باید مطرح کنم . متاسفانه در سالهای گذشته و بعضاً حال نیز بعضی از همکارانی که در سیستم‌های تیرچه و بلوک سنتی مشغول بکار هستند، برای خارج کردن این سیستم از دور رقابت با خودشان به روشهای ناپسندی دست می‌زنند.یکی ازروشها سنگین کردن تیرچه‌های کُرمیت به عناوین مختلف می‌باشد .مثلاً بعلت مشکلات جوش ضخامت ورق و میلگرد جان زیادشود، یا تیرچه‌های دوبل استفاده شود.

این دوستان عزیز اگر خیرخواه هستند و از نظر رعایت ایمنی این دستورات را صادر می کنند،باید توجه داشته باشند که وظیفه مهندس دانشگاه دیده آنستکه دربراندی بین دو مرز ایمنی و اقتصادی حرکت کند.

خارج از این باند حرکتی،مهندسی مفهومی ندارد.مهندس خوب آنستکه عرض این باند را کمتر کندو مهندس عالی رتبه کسی است که عرض این باند را نزدیک به صفر سازد. ما امین کارفرما هستیم و وجدان و شرافت حرفه‌ای ما حکم می کند که جان و مال او را با هم حفظ کنیم .

نشریه ۱۵۱ سازمان مدیریت و کتب وجزوات منتشره از طرف این شرکت مخصوصاً جداول محاسبات تیرچه‌های کُرمیت ماحصل سی سال تجربه و تحقیق و علم اندوزی است. بعلاوه آنکه در تمامی شهرهای کشور و کشورهای همجوار هم اکنون ازاین تیرچه‌ها بر اساس همین نشریات به صورت مطمئن استفاده می‌شود و عدم اطلاع ویا تنگ نظری‌ها نباید امکان بهینه استفاده از این سقف را محدود سازد.

۲۷- سوال : هم اکنون هر نوع ورق و هر نوع فولاد در ساخت این تیرچه‌ها بکار می‌روند، چه باید کرد ؟

جواب : متاسفانه چنین امری صحت دارد و بجای تایید و تاکید بعضی از نظار و به بزرگ کردن ابعاد تیرچه،رعایت کیفیت مواد مصرفی باید مورد توجه باشد. چرا که اگرورق ضخیمی هم بکار رود که خاصیت جوش پذیری نداشته یا متورق باشد، هیچ حسنی را به دست نمی‌دهد .ضمناً مشکل تورق معمولاً در ورقهای ضخیم زیادتر است.

۲۸- سوال : آیا بال فشاری تیرچه کُرمیت بایدبه پلها جوش شود ؟

جواب : خیر، به صورت معمولی تیرچه‌های کُرمیت مانند سایر تیرچه‌های سنتی به صورت دو سرمفصل طراحی شده اند و درصورتیکه بال فوقانی آنها به پل جوش شود، بعلت ایجاد ممان منفی درتکیه گاه،هم عملکرد تیرچه را ازطراحی دو سر مفصل خارج می کنند و هم به پل پیچش وارد می کنند.این موضوع در پلهای کناری که معمولاً تک هستند،بیشتر تیر را دچار پیچش می کند.از اینرو هم برای آنکه این مسئله پیش نیاید و هم بدان علت که تیرچه با عملکرد دو سرمفصل،بخشی از پیش خیز خود را از دست داده و خیز آن درحد پیش بینی باقی بماند،ازجوش دادن بال فوقانی به پل‌ها خودداری می کنیم. ضمناً ممکنست بخاطرایجاد ممان منفی و بزرگ بودن نسبی نبشی فوقانی، فشارایجاد شده در بال تحتانی باعث کمانش موضعی در بال تحتانی گردد.

۲۹- سوال : اینکه گفته می‌شود سقف کُرمیت را همزمان در چند طبقه می‌توان ریخت،با نصب دیوار برشی منافات دارد و امکان پذیرنیست چه باید کرد؟

جواب : معمولاً سقفها در یک طبقه یا دو طبقه با هم ریخته می‌شوندو گاه هم شده بعلت فصل کاری یا محدودیت حمل و نقل و پمپ یا کوچک بودن سطح درچندین طبقه هم بتن ریزی باهم صورت گرفته،اما معمولاً این عمل بعلت اجبار خاصی است که برشرائط کار حاکم است. دراین موارد،اگر دیوار برشی داشته باشیم،ممکنست با نظر مهندس محاسب،بتن ریزی را در نزدیکی و یا چشمه نزدیک دیوار برش قطع و بهمراه دیوار برشی آنرا بعداً بتن ریزی نمود.

۳۰- سوال : آیا موازی تیرچه‌ها آرماتور حرارتی می‌خواهد ؟

جواب : خیر . این نکته‌ای است که حتماً باید مورد توجه قرار بگیرد. نشریه ۱۵۱ دربخش ۲-۱-۳ و آئین نامه بتن ایران در بخش ۱۰-۷-۵-۳ب و آئین نامه ۲۸۰۰ در بخش ۳-۱۱-۳-۲ و آئین نامه ۹۲ ACI بخش ۷-۱۲ صراحتاً استفاده از آرماتور حرارتی را عمود بر تیرچه‌ها لازم می‌دانند. اول بحث کوچکی راجع به نکات آئین نامه‌ای داشته باشم.

در نشریه ۱۵۱ بخش ۳-۱،سه شرط بعنوان حضور در بخش تیرچه و بلوک را الزامی دانسته :

۱- فاصله آزاد تیرچه‌ها از ۷۵ سانتیمتر بیشتر نباشد.(لب به لب)

۲- عرض بال تحتانی از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد و از دو هفتم ضخامت (کل) سقف کمتر نباشد وبرای دهانه کوچکتر از ۴ متر حداقل عرض ۸ سانتیمتر کمتر نباشد.

۳- ضخامت دال بتنی نباید از یک دوازدهم فاصله آزاد بین تیرچه‌ها و یا ۵ سانتیمتر کمتر نباشد.

با توجه به این سه نکته فوق طراحی در مبحث تیرچه و بلوک خواهد بود. در اینصورت استفاده از آرماتور حرارتی موازی تیرچه‌ها نیازی نیست.

علت روشن این نکته هم آنستکه،بتن در فشار دچار ترک جمع شدگی نخواهد شد و موازی تیرچه‌ها بتن،درصورت رعایت فاصله بند ۱ همیشه در فشار خواهد بود.

۳۱- سوال : سقف کامپوزیت کُرمیت نسبت به کامپوزیت سنتی گرانتر درمی‌آید، چراکه فاصله تیرآهن‌ها تا حدود ۱/۵ متر می‌رسد ومقرون به صرفه تراست، چگونه آنرا توجیه می‌کنید؟

جواب : فاصله تیر آهن‌ها تا حدود ۱/۵ متر بردن شاید از نظر محدودیت‌ها ضخامت با ۱۰ سانتیمتر جواب بدهد،ولی حتماً آرماتور گذاری خمشی باید با نصب Spacer باشد تا محل آرماتور در ممان منفی و مثبت مشخص باشد. ضمناً شماره تیر آهن در این موارد بالا می‌رود و در یک طراحی مهندسی جمع بهای تیر آهن و برشگیرها و آرماتور و بتن و اجرا معمولاً از بهای تمام شده درمورد انواع سقف کُرمیت بالاتر خواهد بود.

۳۲- سوال : آرماتور A۳ وA۲ آیا می‌تواند در تیرچه و سقف به کار رود؟

جواب : بر اساس نشریهٔ ۱۵۱ استفاده از آرماتور A۳ در تیرچه‌ها ممنوع ولی در آرماتور حرارتی و ریب‌ها، آزاد است. در مورد تیرچه‌ها بهتر است حتی الامکان از آرماتور A۱ با قابلیت خم کردن کافی استفاده شود.

استفاده از فولادهای خارجی که کیفیت آنها در جوشکاری و خم کاری نامعلوم است، مناسب نمی‌باشد.

۳۳- سوال : برای رفع رد تیرچه درزیرسقف چه می‌شود کرد ؟

جواب :ذرات معلق دوده در هوا هم جرم دارند و بار الکتریکی،بنابراین بوسیله کلیه اجسام جذب شده و اجسامی با بار الکتریکی غیرهمنام نیز همدیگررا جذب می کنند. همانطوریکه مطلع می‌باشید رابطه کولمب و رابطه نیوتن،به بار الکتریکی و جرم دو جسم رابطه مستقیم داشته و با مجذور فاصله آنها نسبت عکس دارد. در مورد جرم و بار الکتریکی به سادگی نمی‌توان کاری کرد ولی در مورد فاصله تا حدودی اختیار داریم. در سقف فولاد با وزن مخصوص زیاد و در جوار آن سفال،بلوک یا آجر با وزن مخصوص کمتر قرار گرفته اند، در نتیجه همه آنها دوده معلق در هوا را به خود جذب می کنند. منتهی فولاد زیادتر و سفال و بلوک و آجر کمتر . در نتیجه بعد ا زمدتی فولادها روی سطح صاف سقف نقش خود رابا ذرات دوده منعکس می کنند.حتی گاهی ستونهاکه نزدیک سطح دیوار هستند،نقش خود را روی دیوار،با دوده منعکس می‌سازد.

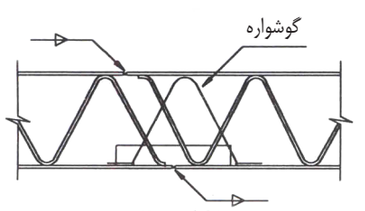
برای کم کردن این اثر،چه جرمی باشد و چه بار الکتریکی،باید فاصله فولاد را از سطح تماس با هوا زیاد نمود. برای اینکار ما بلوک را ازسطح تیرچه تا حدودی پائین آورده ایم تا فاصله آن تا سطح گچ زیاد شود.بدینطریق سقفهایی که در تهران و در محیط‌های پر ترافیک هستند تا سال‌ها رد مشخصی را از خود نشان نمی‌دهند .فراموش نکنیم که تیرچه و بلوک هم همین مشکل را دارد وبعد ازمدتی تصویر آرماتورهای آن را می توان اززیر سقف مشاهده کرد.

۳٤- سوال : در مورد کم کردن لرزش کف‌ها چه می توان کرد؟

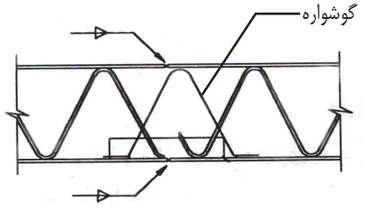
جواب : آنچه مسلم است بالا بردن ممان اینرسی سقف باعث کم شدن لرزش احتمالی می‌شود.از این رو تجربه نشان داده، رعایت حداقل ضخامت طول دهانه که در بخش تغییر شکل و افتادگی آئین نامه بتن ایران آمده است (بخش ۱۴-۲-۴-۳ و جدول مربوطه)،لرزش کف‌ها را پاسخگو خواهد بود. البته نباید لرزش تیرها و ستونها و حتی فونداسیون را پای لرزش کف گذاشت.

ضمیمه ۱- ازدیاد طول تیرچه ها

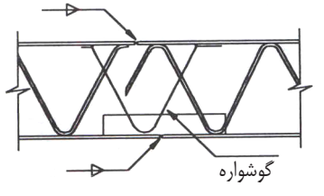
بال تحتانی تیرچه‌ها به وسیلهٔ جوش به هم متصل شده و سپس با استفاده از ورق (از داخل یا خارج) تقویت می‌شود. بال فوقانی تیرچه‌ها به وسیلهٔ جوش به هم متصل شده و به تقویت اتصال نیازی نیست. در صورتی که بال‌ها به هم نرسند باید با توجه به سطح مقطع لازم در محل قطع از تسمه، میلگرد یا نبشی مناسب جهت اتصال بال‌ها استفاده کرد. در هنگام اتصال، خیز تیرچه‌ها باید رعایت شود(شکلهای d,e,f,g).



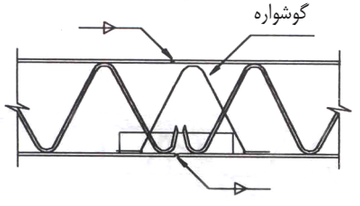
(شکل e)



(شکل d)



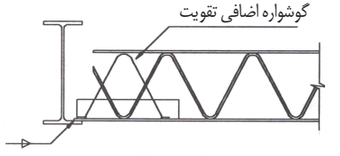
(شکل g)



(شکل f)

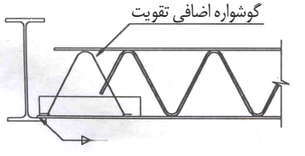
نحوهٔ اتصال تیرچهٔ کُرمیت به پل فلزی

در صورتی که برش یا ساخت تیرچه به فرمی‌باشد که گوشواره روی بال تحتانی پل ننشیند، باید برای رساندن نیرو به پل از گوشوارهٔ اضافی استفاده کرد(شکلهای a,b,c). گوشواره نیازی به رسیدن به انتهای جان پل را نداشته و می تواند در لبهٔ پل باربری لازم را ایجاد کند.



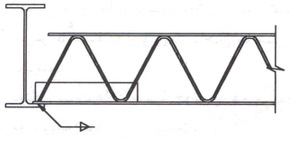
نحوه اتصال تیرچه به پل فولادی با تقویت گوشواره

(شکل b)



نحوه اتصال تیرچه به پل فولادی با تقویت گوشواره

(شکل a)

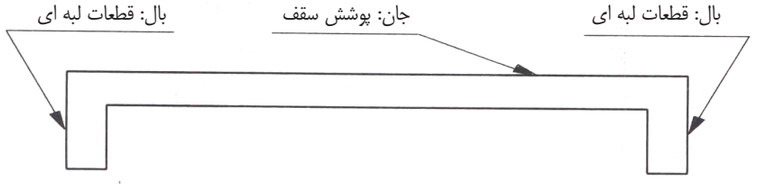


نحوه اتصال تیرچه به پل فولادی بدون نیاز به تقویت

(شکل c)

ضمیمه ۲- دیافراگم

توجیه و تفسیر کارکرد دیافراگمی سقف‌ها در پیوست ۶ آئین نامهٔ ۲۸۰۰ به صورت کامل و واضح توضیح داده شده و حق مطلب برای درک یک مهندس سازه و در حد یک تفسیر آئین نامه‌ای ادا گردیده است.از این رو در ادامهٔ آن توضیحات نکات و مطالب زیر جمع آوری شده که می‌تواند راهنمایی جهت طراحی دیافراگم‌ها باشد. در وهلهٔ اول در طراحی داخلی یک دیافراگم به نکات زیر باید توجه داشت. فرض عملکرد دیافراگمی سقف به صورت یک تیر است. بال‌ها قطعات لبه‌ای و حدی سقف و جان همان پوشش سقف تیر می‌باشد(شکل h).

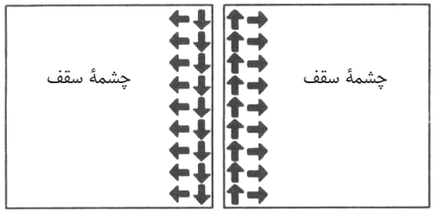


(شکل h)

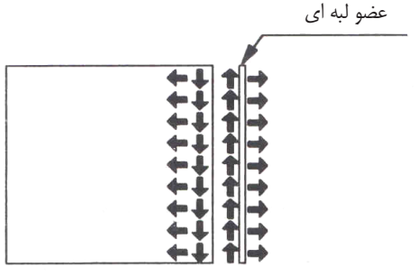
از نظر شرائط درونی باید متوجه بود که یکپارچگی جان بسیار مهم بوده و همچنین پیوند جان به اعضا بال نیز باید به صورت کامل وجود داشته باشد. در واقع جان از چند چشمه سقف که در کنار یکدیگر قرار گرفته اند تشکیل شده و پیوند این چشمه‌ها به یکدیگر مورد نظر می‌باشد.

مثلاً در حاشیهٔ پیوند دو چشمه انتقال نیروهای نشان داده شده باید امکان پذیر باشد، در غیر این صورت نمی‌توان دو چشمه را یکپارچه دانست(شکل i)

همین طور اتصال چشمه به عضو لبه‌ای و یا حدی سقف باید بتواند این نیروها را منتقل سازد(شکل j).



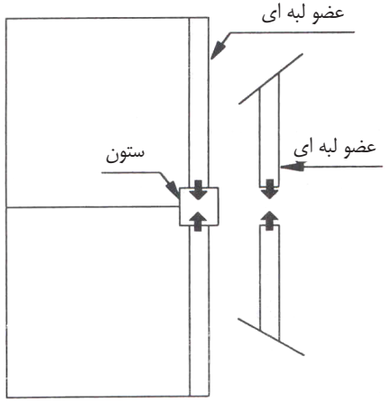
(شکل i)



(شکل j)

ضمناً در مورد یکپارچگی عضو لبه‌ای و یا حدی باید توجه کامل به نیروی مورد نیاز برای انتقال بین دو قطعهٔ قطعات لبه‌ای داشت(شکل k).

از این شرایط که عبور کنیم به شرایط بیرونی می‌رسیم. در این حالت باید متوجه بود که آنچه آئین نامه به عنوان به صلبیت دیافراگم از آن صحبت می‌کند تغییر مکان مطلق دیافراگم به تغییر مکان طبقه است

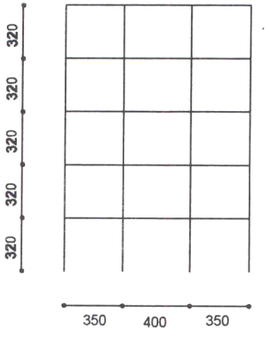


(شکل k)

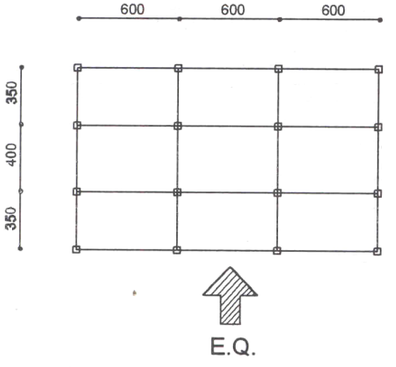
بنابراین تغییر مکان طبقه نیز خود می‌تواند تعیین کنندهٔ صلبیت دیافراگم باشد.

بررسی‌های مختلفی روی یک ساختمان نمونه به صورت پنج طبقه و نه چشمهٔ سقف انجام گرفته، که خلاصهٔ آنها جهت دستیابی به یک دیدگاه مهندسی (نه یک نتیجه گیری قطعی) در زیر آمده است.

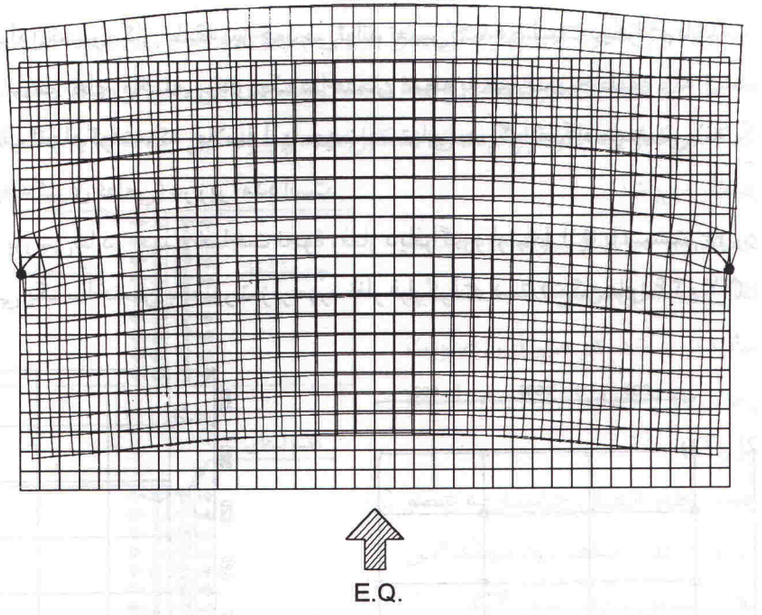
بررسی‌ها در جهت شناخت نحوهٔ رفتار دیافراگم و ارتباط آنها با سیستم‌های باربری افقی یک ساختمان به صورت زیر مورد نظر قرار گرفته است(شکل‌های l و m).



(شکل l)



(شکل m)



(شکل n)

در این ساختمان که بادبندها در دهانه‌های کناری می‌باشند، جهت ورود نیروی زلزله نشان داده شده است. برای آنکه سختی پیچشی قاب‌های باربر جانبی حول محور قائم ساختمان در صفحهٔ بادبندی وارد عمل نشود، تکیه گاههای سقف که به صورت یک تیر عمیق مورد نظر قرار گرفته به صورت دو مفصل واقع در محور تقارن تیر عمیق پیش بینی و برای برنامه آنالیز تعریف شده است. تغییر شکل بعد از ورود می‌تواند به صورت فوق باشد (شکل n).

پس از آن در سقف مورد نظر طبق ردیف‌های ۱ تا ۱۷ در شکل o فضاهای خالی ایجاد شده و در مورد این فضاهای خالی با فرض کم شدن وزن سقف دوباره توزیع نیرو انجام و تغییر شکل‌هامورد محاسبه قرار گرفته است. طبقهٔ مورد بررسی طبقهٔ چهارم ساختمان بوده، توجه شود که فقط سقف برداشته شده و تیرهای بین ستون‌ها و تیرهای لبه‌ای در مکان قبلی خود باقی هستند.

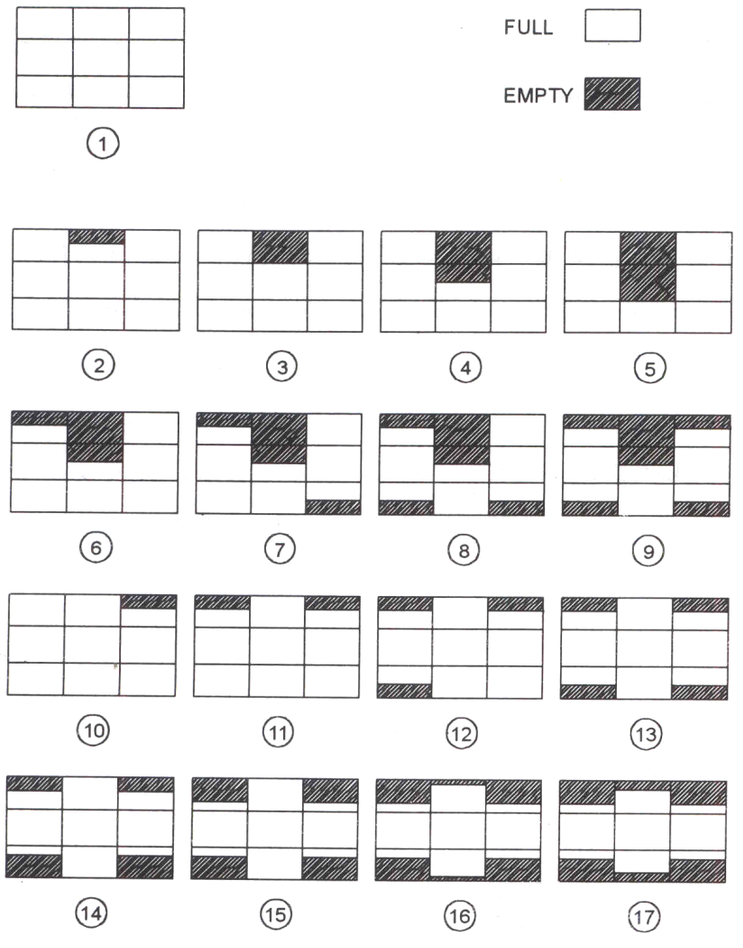
نکات مورد بررسی در این تحقیقات عبارتند از:

۱ - بازشو و تأثیرات آن روی تغییر شکل دیافراگم.

۲ - تأثیر سختی سیستم مقاوم جانبی در صلبیت دیافراگم.

۳- تأثیر مکان بادبندها در تغییر شکل طبقه.

باید در نظر داشت که ساختمان نمونه دارای ابعاد تقریباً چاق بوده و ممکن است در مورد تیرهای لاغر (دهانه‌های بلند با ارتفاع کم) نتایج به دست آمده نزدیک به این نتایج نباشد، اما برای دستیابی به یک دید کلی مهندسی می‌تواند مفید باشد.

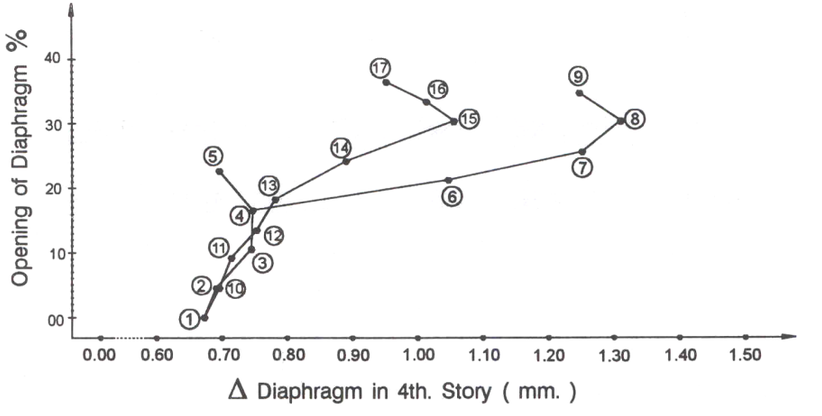


(شکل o)

باز شوها و تأثیرات آن در تغییر شکل دیافراگم

باز شوها ممکن است سطح کل یک چشمه و یا قسمتی از آن را داشته باشند.(حذف تیرهای لبه‌ای در مورد این بازشوها انجام نگرفته است)(ردیف‌های ۱ تا ۱۷ شکل o). این تأثیرات در منحنی(شکل p) نشان داده شده است. اعداد داخل دایره نشان دهندهٔ ردیف بازشو در روی (شکل o) می‌باشند. مثلاً در بین حالت ۳ تا ۴ تغییر شکلی وجود ندارد. در حالی که مقدار سطح بازشوها اضافه شده است. این حالتی است که کسر وزن سقف که باعث کاهش نیروی زلزله بوده باکمبود ممان اینرسی متعادل شده است.

از این نقطه به بعد کسر وزن سقف به کمبود ممان اینرسی فائق آمده و باعث کاهش تغییر مکان دیافراگم می گردد(ردیف۵ شکل O).



(شکل p)

در جدول ۱ نتایج ایجاد بازشو و حذف تیرهای لبه‌ای آنها جهت مقایسه آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود این تغییر مکان‌ها اگر از نظر قدر مطلق محاسباتی اعداد بزرگی نیستند، اما افزایش در حدود ۵۷۰٪ درصد را نشان می‌دهد(ماکزیمم تغییر مکان در جدول یک.41.8×10^{-4} m و حداقل تغییر مکان دیافراگم بدون بازشو.7.3×10^{-4} m عدد می‌باشد).

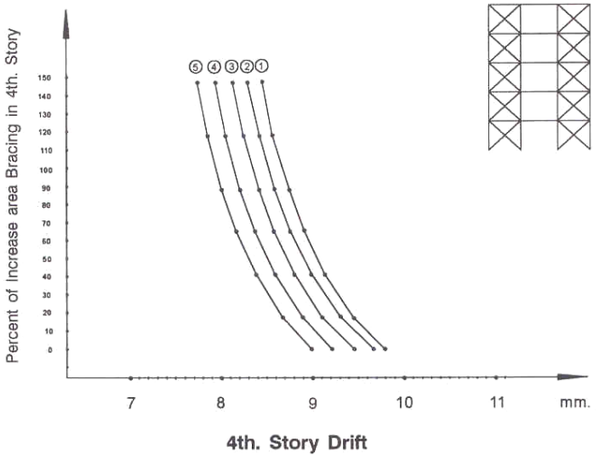
PLAN	FRAME	$\Delta Y_{maximum}$ ($\times 10^{-4}$ m)
		7.300
		8.498
		8.207
		10.93
		8.696
		13.48
		19.69
		18.06
		10.05
		41.80
		14.80
		10.38
		9.06

(جدول ۱)

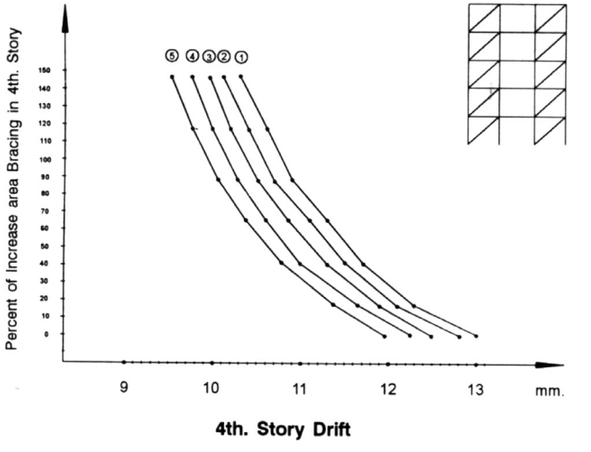
قسمت‌هایی که در این جدول به صورت.....
نشان داده شده است فاقد تیر حدی می‌باشد.

بررسی تأثیرات سختی سیستم مقاوم جانبی در صلبیت دیافراگم

چون صلبیت سقف به صورت تغییر شکل طبقه تعریف شده است، بنابراین سختی سیستم باربری افقی در مخرج کسر وارد شده و مؤثر است (شکل‌های qو r).



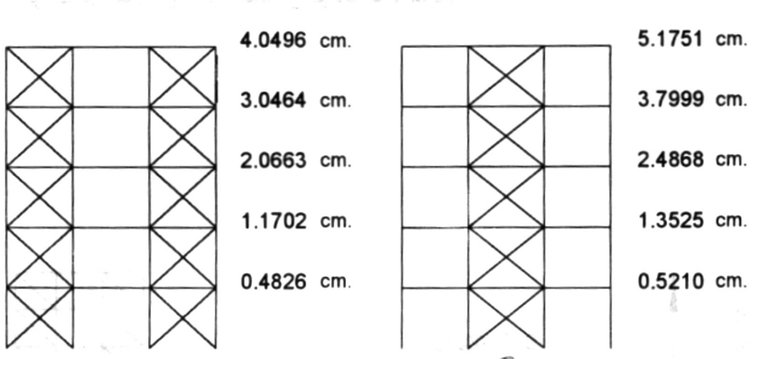
(شکل q)



(شکل r)

تأثیر مکان بادبندها در تغییر شکل طبقه

مکان بادبندی در تغییر شکل طبقه مؤثر است. جهت روشن شدن این موضوع به شکل s مراجعه گردد.



(شکل s)

مجموع مساحت بادبندها در قاب‌های مقاوم در هر دو حالت در هر طبقه تقریباً مساوی می‌باشد.

تغییر مکان جانبی هر طبقه در هر دوحالت در کنار آن نوشته شده است. با توجّه به اعداد مربوط به تغییر مکان درکنار شکل‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر مکان بادبندهاتغییر مکان جانبی طبقه تحت تأثیر می‌باشد.