بررسی اشکالات اجرایی ساختمانهای بتنی

بخش اعظمی ازسرمایه های ملی صرف ساختن ساختمان ها می گردد. امروزه دیگر ساختمان ها صرفاً به عنوان پناهگاهی برای سکونت بشر محسوب نمی شوند. کشور ایران کشور لرزه خیزی می باشد که زلزله های اخیر از قبیل زلزله منجیل- زلزله رودبار- زلزله بم و زلزله اهر و ورزقان گواه این موضوع می باشند. هدف آئین نامه های زلزله در تعیین حداقل ضوابط و مقررات برای طرح و اجرای ساختمانهای با اهمیت متوسط (مثلاً مسکونی) آن است که با حفظ ایستایی ساختمان در برابر زلزله های خفیف و متوسط بدون وارد شدن آسیب عمده سازه ای قادر به مقاومت باشد.

علاوه بر خطاهای طراحی و محاسباتی، خطاها و اشکالاتی در اجرای ساختمان های بتن آرمه مشاهده می شود که ممکن است حین وقوع زلزله عملکرد ساختمان را دچار مشکل نماید. علاوه برآن برخی اشکالات اجرایی هستند که ممکن است در زمان بهره برداری ساختمان، مشکلاتی را بوجود آورند. لذا علاقه مند شدم با بازدید و بررسی تعدادی از ساختمان های در حال ساخت، تعدادی از این اشکالات اجرایی را به صورت یک گزارش مختصر ارائه نمایم.

۱- ساختمان های بتنی که سیستم لرزه برشان صرفاً قاب خمشی است در مقایسه با آنها که دیواربرشی دارند عملکرد ضعیفتری دارند. علت این امر تمرکز تخریب در اتصالات است وبه دلیل ضعف ذاتی اتصالات بتنی، آسیب پذیری این نوع سازه زیاد است. به عکس ساختمان های دارای دیوار برشی نرمی بیشترو کاهندگی کمتری دارند واز این رو، عملکرد بسیاربهتری دارند.

۲- یک اشکال اجرایی مهم که در ساختمان های بتن آرمه مشاهده می شود، عدم وجود خاموت های با قلاب ۱۳۵ درجه می باشد. پیمانکار معمولا بدلیل راحتی اجرا از اجرای خاموت با قلاب ۱۳۵ درجه طفره می رود. این خاموت ها در تیرها وستون ها، مخصوصاً در نواحی ویژه تیرها وستون ها نقش مهمی در محبوس شدگی بتن دارند. متاسفانه این موضوع چندان برای سازندگان ساختمان روشن نیست و تمهیدات ویژه ای را در ناحیه اتصال درنظر نمی گیرند.

۳- عدم توجه به سرگیر بودن یا شانه گیربودن تیرهای بتنی در پلان های معماری و برش ها

در شکل زیر به علت شانه گیر بودن تیر کناری راه پله مجبور شده اند که این تیر را تخریب کنند، ولی اگر از اول در نقشه ها دقت می شد این مشکل پیش نمی آمد.

شکل۱- ساختمان بتن آرمه- مرند – اول بلوار ۲۹ متری جانبازان

٤- ساختمان هایی که در مجاورت یکدیگر قرار دارند و بین آنها درز انقطاع مناسبی وجود ندارد، بدلیل هم فاز نبودن ارتعاشات در حین زمین لرزه به یکدیگر ضربه می زنند که به آن تنه زدگی یا Pounding گفته می شود.

در شکل زیر آثار عدم رعایت درز انقطاع مشاهده می شود.

٥- از ایجاد ستون های کوتاه، به خصوص در نورگیرهای زیرزمین ها، حتی الامکان خودداری شود. دلیل این موضوع را این طور می توان توضیح داد که سختی ستون با عکس مکعب طول آن متناسب است. چنانچه مثلاً یک سوم طول ستون آزاد بماند، سختی آن نسبت به ستون های کاملاً آزاد ۲۷ برابر می شود. بدین ترتیب این ستون های کوتاه بخش عمده ای از نیروی برشی طبقه را جذب می کنند و به علت کوتاه بودنشان حالت شکست برشی غالب می شود. شکل زیر این مسئله را نشان می دهد.

٦- برای جلوگیری از ریزش یا سقوط دیوارهای سفالی ساختمانهای بتن آرمه یا فولادی دیوارهای بدون نما و دیوارهای نمادار را باید به طرز مناسبی نبشی کشی کرد.

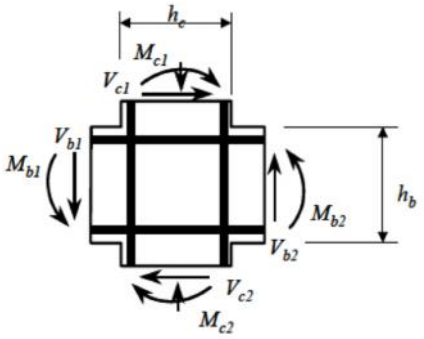
٧- برای جلوگیری از جذب آب بتن تازه ریخته شده توسط قالب های آجری یا بعضاً خاک، باید از پوشش های پلاستیکی استفاده کرد. این مورد در بعضی ساختمانها رعایت نمی شود.

۸- در محل اتصال ستون به شالوده، میلگرد طولی ستون که به داخل شالوده برده شده است باید در طولی حداقل برابر با ۳۰۰ میلیمتر با میلگردگذاری عرضی ویژه تقویت شود.

۹- در ستون های بتن آرمه ای که دارای خاموت دوبل می باشند، بعضاً پیمانکار برای راحتی اجرا خاموت کوچکتر را بزرگتر از اندازه لازم خم می کند که اولاً آرماتورهای طولی را دربرنمی گیرد، در ثانی قسمت های خم شده در بتن پوشش قرار می گیرد و با قالب تماس پیدا می کند.

۱۰- وصله های پوششی تنها وقتی موثر خواهند بود که تنگهای ویژه با فاصله کم آنها را احاطه کنند وبعد از پکیدن بتن پوشش، وصله ها را محبوس کنند. معمولاً در ساختمانهای بتنی در حال اجرا این مورد رعایت نمی شود.

۱۱- اتصالات بتنی مطابق شکل ازدو سو زیر اثر لنگرهای مخالف قرار گرفته و تنشها آن چنان که در شکل دیده می شود، درامتداد یکی از اقطار کشش ودر دیگری فشار بوجود می آورند تا آنجاکه در امتداد قطر فشاری ترک ایحاد می شود(چون بتن در کشش ضعیف است) وبا افزایش لنگر نهایتاً قطر فشاری خرد می شود.



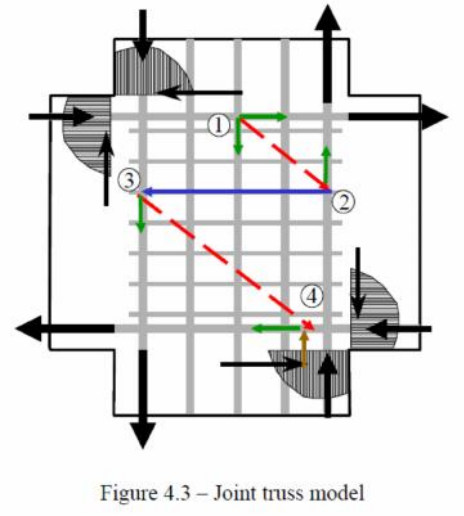


Figure 4.3 – Joint truss model

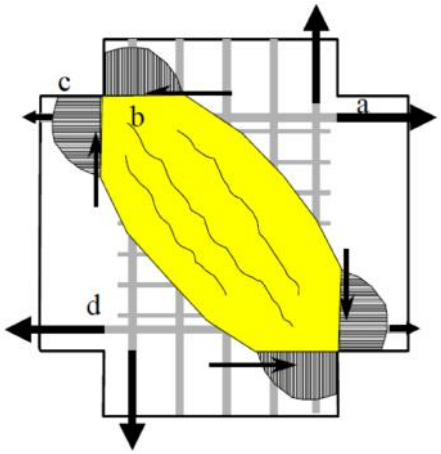
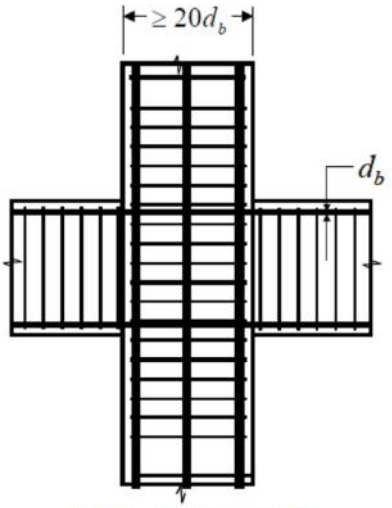
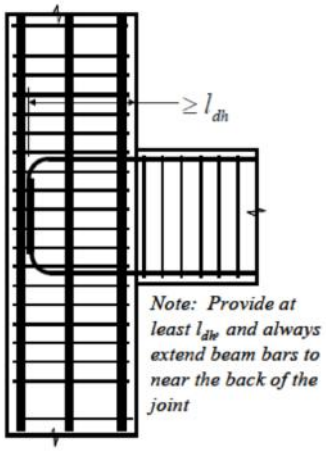


Figure 4.4 – Diagonal compression strut model

رفتار پسماند این نوع اتصالات حاکی از شکست ترد آنها است که مشخصه عمومی شکست های برشی است و ویژگیهای آن عبارتند از: کاهندگی سختی، کاهندگی شدید مقاومت، ظرفیت اتلاف انرژی کم و نرمی اندک. لذا در اتصال تیر به ستون، در ارتفاع تیر منتهی به محل اتصال، باید در امتداد عمود بر میلگرد طولی ستون تنگ(خاموت عرضی) قرار داده شود. این تنگها وظیفه انتقال برش از درون اتصال را دارند (ترک ها را می دوزند). مقدار تنگ نباید کمتر از دوسوم مقدارتنگ در ناحیه ویژه ستون و فاصله آنها نباید از ۱/۵ برابر فاصله تنگها در این ناحیه بیشتر شود.



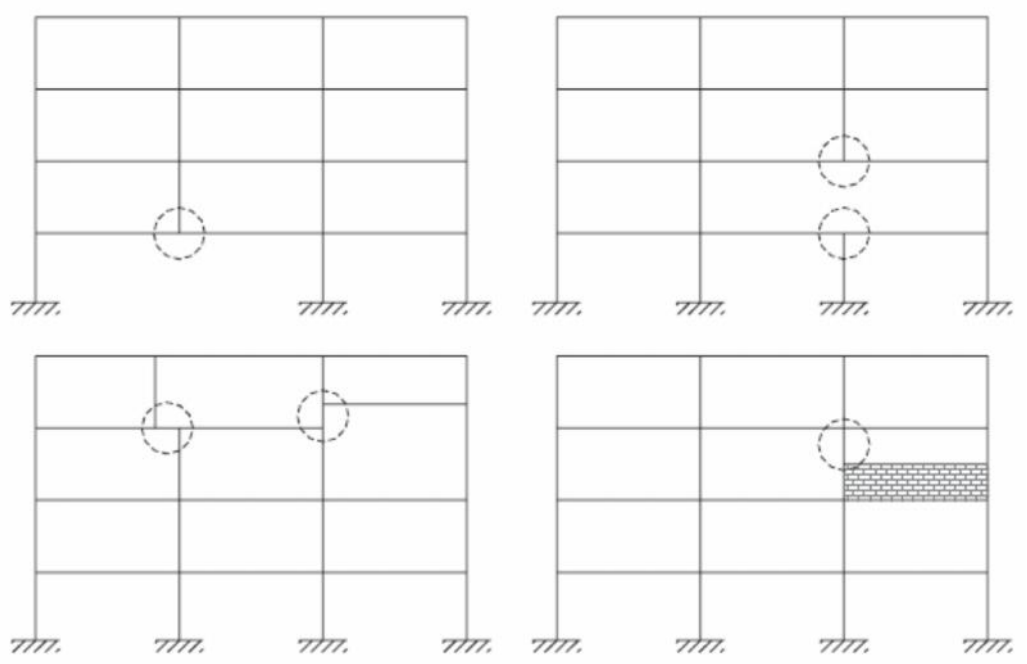
(a) Requirement for interior connections



(a) Requirement for interior connections

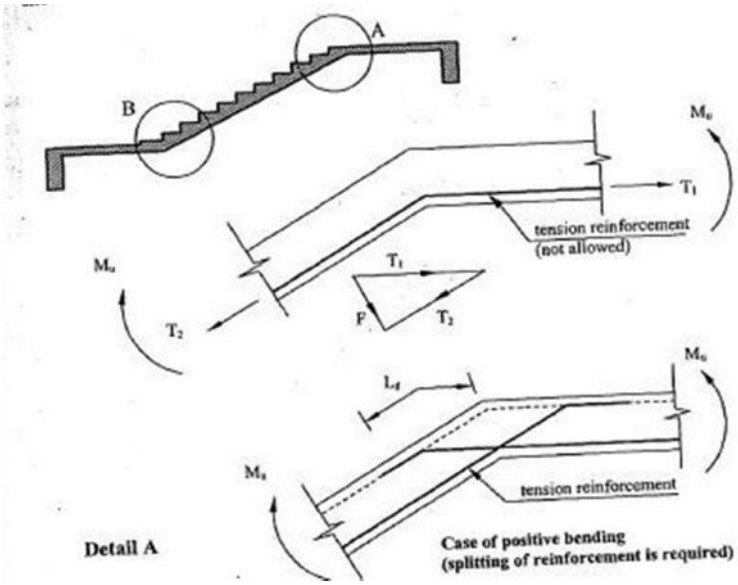
متاسفانه این موضوع چندان برای سازندگان ساختمان روشن نیست و تمهیدات ویژه ای را در ناحیه اتصال درنظر نمی گیرند.

۱۲- زلزله های گذشته نشان داده اند که درصد زیادی از خرابیهای سازه ای از غیر هم محوربودن وغیر عمود بودن اعضاء سازه ای بوجود آمده اند. این غیر هم محور بودن اعضاء در اکثر سازه های بتن آرمه هم در پلان وهم در ارتفاع مشاهده می شود. تمامی تیرها وستون ها باید در گره ها هم محور باشند. مثال هایی از این حالات نامساعد در ارتفاع در شکل زیر مشاهده می شود.



۱۳- با توجه به اینکه سوراخهای بلوکهای استفاده شده در سقف،باز است، حین بتن ریزی سقف (مخصوصاً با پمپ)، بتن داخل بلوک ها می رود. با یک بررسی مشخص شد که حین بتن ریزی با پمپ، بتن ریخته شده داخل تیرها (پوتره ها) معمولاً وارد ۳ عدد بلوک سفالی متوالی می شود. (تا سه بلوک پیش روی می کند).این بتن وزن قابل توجهی روی تیر و سقف اعمال می کند. در اجرا باید از بلوک های یک طرف بسته کنار تیرها استفاده کرد یا اینکه تعدادی بلوک را قبل از اجرا روی ملات گچ قرار داد تا یک طرفشان مسدود گردد.

۱۴- یکی دیگر از اشکالات رایج ساختمانهای بتنی عدم اجرای صحیح آرماتوربندی راه پله ها در محل زانویی هاست. مطابق شکل زیر چون پاگرد و قسمت شیبدار راه پله مستقیم نیستند، نیروهای داخلی در این قسمت ها ایجاد می شود. دو نیروی کششی T1 و T2 تولید شده در گره، نیروی سوم F به طرف بیرون را ایجاد می کنند. در صورتی که تنش های ایجاد شده از مقاومت کششی بتن فراتر رود، این نیرو تمایل به ایجاد ترک های شکافتگی دارد. لذا آرماتورهای کششی باید مطابق شکل امتداد داده شوند تا نیروی بیرون زدگی تولید نشود.



۱۵- بتن ریزی در هوای سرد

تعریف هوای سرد در بتن ریزی مطابق ACI 306

تعریف هوای سرد مطابق ACI 306 عبارت است از دوره ای که میانگین دمای روزانه در مدتی بیش از ۳ روز متوالی کم تر از ۵ درجه سانتی گراد باشد.

چنانچه دمای محیط برای بیش از نصف روز بالاتر از ۱۰ درجه سانتی گراد باشد، می توان عملیات بتن ریزی معمولی را از سر گرفت.

مدت زمان عمل آوری بتن و حداقل دمای عمل آوری بتن طبق ACI318

Concrete (other than high-early-strength)
shall be maintained above 10 °C and in a moist
condition for at least the first 7 days after placement.

یعنی بتن باید بعد از ریخته شدن بالای ۱۰ درجه سانتی گراد و در شرایط مرطوب دست کم ۷ روز اول نگهداری شود. حال آیا ساختمان های بتن آرمه شهر ما این حداقل ۷ روز اول را در شرایط مرطوب و بالای ۱۰ درجه سانتی گراد سپری می کنند؟؟؟؟

۱۶- یک اشکال اجرایی ساختمانهای بتن آرمه مربوط به اجرای دیوارک بتنی راه پله می باشد. باید فاصله ۵ سانتی متری مابین دیوارک بتنی و ستون در نظر گرفته شود و مابین آنها پلاستوفوم قرار داده شود. متاسفانه در اکثر اجراها مشاهده می شود که این دیوارک بتنی را کاملاً به ستون بتنی می چسبانند. در این حالت قسمت آزاد ستون، ستون کوتاه محسوب می شود. این ستون کوتاه بخش عمده ای از نیروی برشی طبقه را جذب می کند و به علت کوتاه بودنش حالت شکست برشی غالب می شود.

۱۷- عدم اجرای ریشه پله مخصوصاً در ساختمان های بتن آرمه، یکی دیگر از ایراد های اجرایی می باشد. بعضاً مشاهده می شود که به دلیل سهل انگاری ریشه پله اجرا نشده و رمپ پله روی خاک می نشیند و رمپ هیچ اتصالی با پی ندارد. در این حالت با نفوذ رطوبت به خاک زیر رمپ و نشست آن ممکن است رمپ شکسته شود.

۱۸- نداشتن قلاب ۹۰ درجه آرماتورهای سراسری تیر داخل ستونهای انتهایی هم بعضاً مشاهده می شود.

۱۹- رد کردن آرماتور سراسری تیرها خارج از آرماتورهای ستونها هم اشکال اجرایی متداولی است که بعضاً مشاهده می شود.

۲۰- استفاده از ستون ریز درست است که سرعت بتن ریزی را افزایش می دهد، موجب به هم خوردن دانه بندی بتن می شود.

۲۱- رعایت نکردن پوشش بتنی تیرها و عدم رعایت عرض و ارتفاع تیرها مطابق نقشه ها یکی از اشکالات رایج در ساختمانهای بتن آرمه می باشد.

۲۲- یک اشکال اجرایی که در ۹۹٪ ساختمانهای بتن آرمه در حال اجرا در ایران مشاهده می شود اجرای نادرست رمپ پله می باشد. اصولاً گام های پله هم باید همزمان با دال بتنی رمپ با بتن ایجاد شوند. در این حالت هم یکپارچگی راه پله حفظ خواهد شد و هم ایمنی کارگران و مهندسان حفظ خواهد شد. در عکس های زیر شکل درست اجرای پله نشان داده شده است:

۲۳- عدم نبشی کشی دیوارهای نما دار و دیوارهای بدون نما از اشکالات اجرای دیگر رایج ساختمانهای بتنی می باشد.

در عکس های زیر نمونه ای از نبشی کشی صحیح دیوارهای سفالی نشان داده شده است.

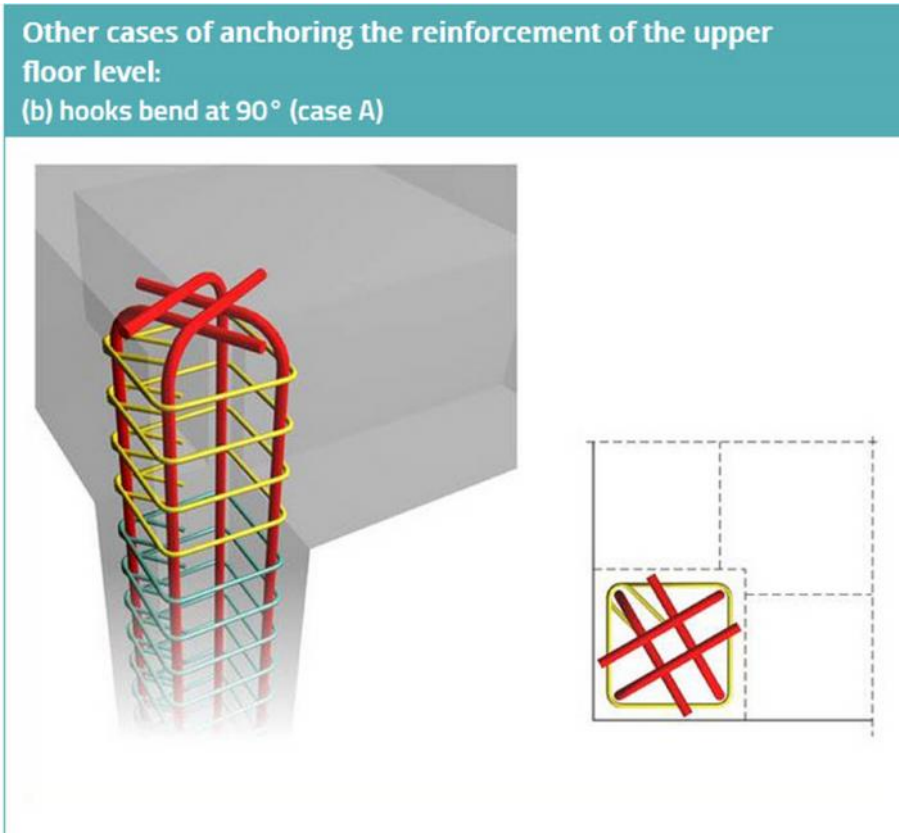
۲٤- دریک ساختمان با شکل طولانی و گسترده به علت وجود احتلاف فاز در حرکت لرزه ای، نیروهای پیچیده ای بر سازه عمل حواهند کرد، در چنین ساختمان هایی در فواصل مناسب، پیش بینی درز انقطاع لازم است. اگر نسبت

طول به عرض ساختمان بیش از ۳ باشد، دیگر نمی توان دیافراگم ها صلب فرض کرد. احتمالاً نیمه صلب خواهد بود. بعضاً مشاهده می شود در بعضی ساختمانها این موضوع رعایت نمی شود.

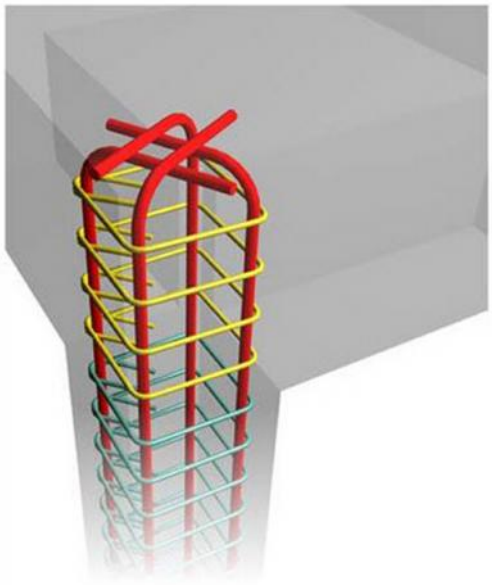
۲۵- عدم رعایت محل صحیح وصله آرماتورهای طولی تیرها یکی از اشکالات رایج در ساختمانهای بتنی در حال اجرا می باشد. آرماتوربند به دلیل پرت نشدن آرماتورها، محل صحیح وصله های پوششی آرماتورهای طولی را رعایت نمی کنند. همچنین در محل وصله باید خاموتگذاری متراکم باشد.

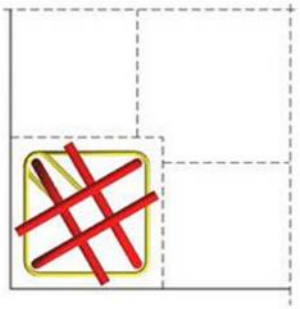
۲۶- ابتدا و انتهای تیرچه ها باید در طولی حدود ۱۵ سانتی متر فاقد بتن باشند تا بعد از بتن ریزی اتصال مناسبی با تیرها داشته باشند. بعضاً مشاهده می شود که این قسمت ها هم دارای بتن می باشند. در این حالت شکستن بتن آن قسمت ها توصیه می گردد که به نظر می رسد منجر به ترک خوردگی و آسیب به بقیه بتن تیرچه ها می شود. بنابر این بهتر است در کارگاه ساخت تیرچه، ابتدا و انتهای تیرچه ها در طول حدود ۱۵ سانتی متر بتن ریزی نگردند.

۲۷- عدم خم کردن آرماتورهای طولی ستونها در تراز بام از اشکالات رایج ساختمانهای بتنی می باشد. برای مهار آرماتورهای طولی ستونها در تراز بام باید مطابق یکی از شکل های زیر عمل شود.

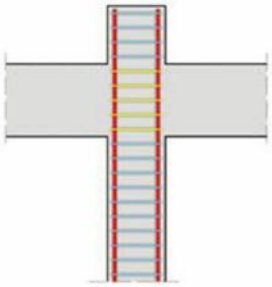


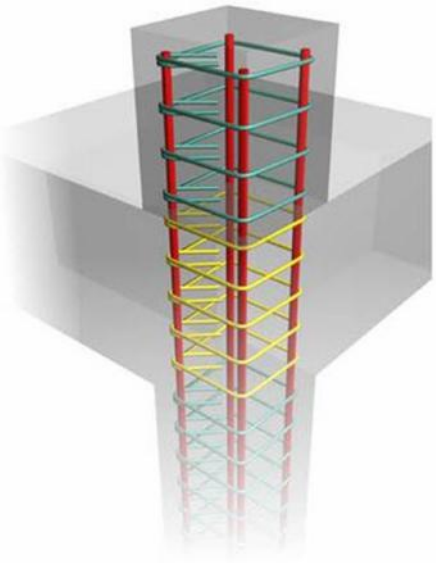
Other cases of anchoring the reinforcement of the upper floor level:
(b) hooks bend at 90° (case A)



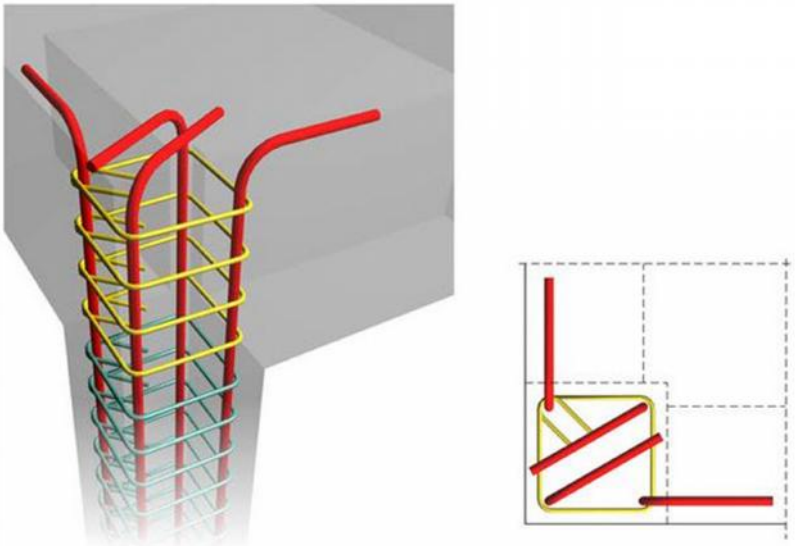


A case of anchoring the reinforcement of the upper floor level

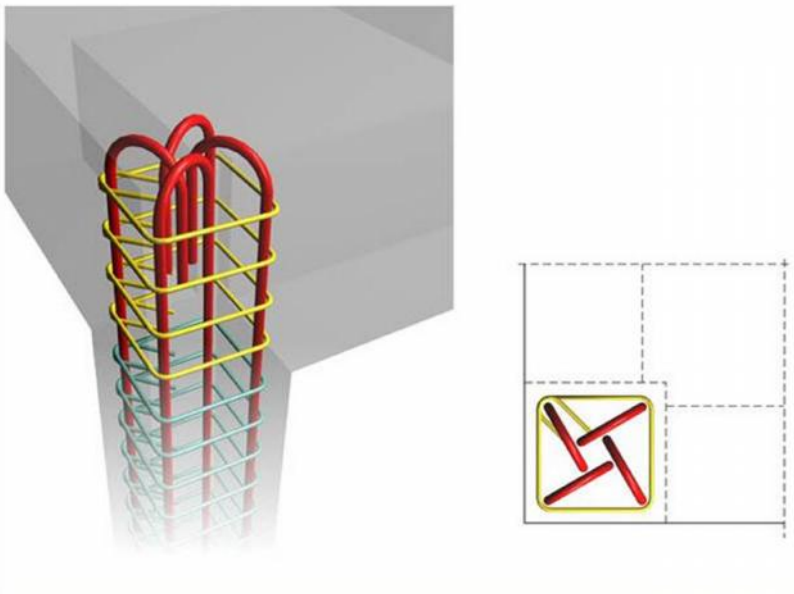




Other cases of anchoring the reinforcement of the upper floor level:
(c) hooks bend at 90° (case B)



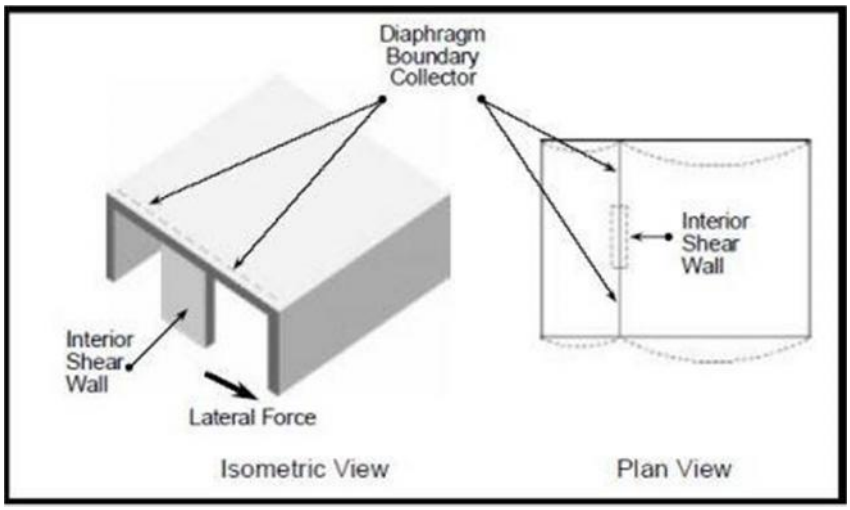
floor level:
(a) hooks bent at 180°



If the construction of a 'column cap' is not a desirable solution due to reasons like e.g. the need for a flat roof, then the column rebars of the upper floor can be anchored according to one of the existing ways.

۲۸- بودن یا نبودن تیر تراز طبقه داخل دیوار برشی

بعضی مهندسین عقیده دارند تیر تراز طبقه دیوار برشی باید حذف گردد. این در حالی است که این تیر نقش collector را دارد و نباید حذف شود. متاسفانه آقای مهندس باجی هم در کتاب "محاسبات پروژه های ساختمانی با استفاده از ETABS و SAFE "توصیه به حذف این تیر کرده است.



در زیر چند دلیل می آوریم که بودن این تیر ضرورت خواهد داشت:

-در مثالهایی که csi ارائه کرده، سقف به صورت دال تخت می باشد همراه با قاب خمشی که فقط در پیرامون قرار دارد.(Flat Slab with Perimeter beams) .وقتی سقف به صورت دال هست تیرهای T شکل در محل اتصال دال به دیوار تشکیل می شوند و تیر را مدل نمی کنند. ولی به نظر می رسد در سقف تیرچه بلوک رایج در ایران قضیه فرق می کند و تیر باید مدل شود.

-نگه داشتن انسجام قاب های سازه ای امری بدیهی است ؛ لذا وجود تیر درون دیوار برشی ضرورت خواهد داشت . از طرفی رعایت طول مهاری آرماتورهای طولی تیرها در دیوار بعضا غیر اجرایی و غیر عملی است . اگر این تیر داخل دیوار برشی نباشد، آرماتورهای طولی تیرهایی که به دیوار وصل می شوند باید داخل قسمتهای ستون مانند دیوار خم ۹۰ درجه خورده و مهار شوند. خود این قسمتهای انتهایی دیوار به حد کافی پرآرماتور و شلوغ هستند، با اضافه شدن این خمهای ۹۰ درجه شلوغ تر هم خواهد شد.لذا امتداد یافتن تیر ها بهتر از قطع آن است.

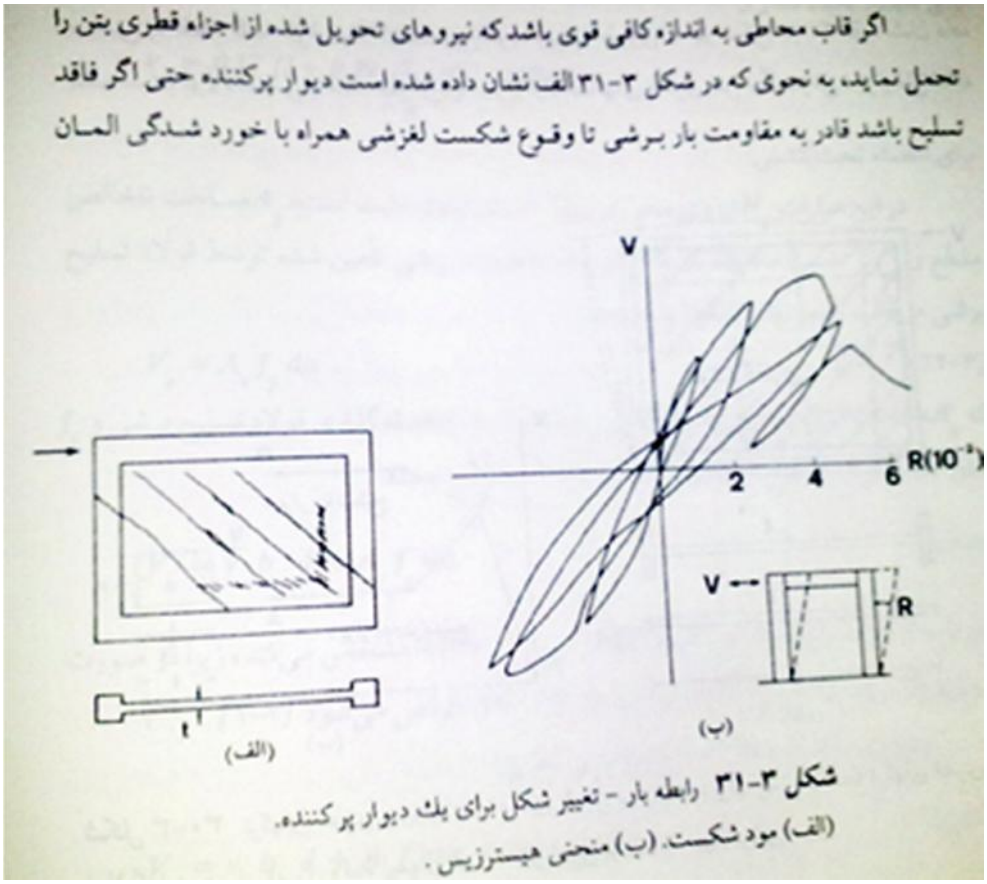
-وجود تیر در تراز طبقه در بخش دیوار برشی به لحاظ لزوم تحمل بار دیوار برشی در فایل ۲۵٪ ضروری به نظر می رسد. دربحث آنالیز سازه برای ۲۵٪ نیروهای زلزله مطابق استاندارد ۲۸۰۰ عدم وجود این تیر موجب انفصال در قاب و حصول نتایج غیر قابل قبول در طراحی سازه خواهد گردید.

-این تیر داخل دیوار برشی (که لزومی هم ندارد که هم ضخامت دیوار باشد و معمولاً هم عرض تیرهای دهانه‌های کناری در نظر گرفته می‌شود) علاوه بر اینکه نقش Collector را ایفا می‌نماید در افزایش شکل‌پذیری دیوار و همچنین بهبود عملکرد میانقابی دیوار نقش مهمی را ایفا می‌نماید.

- این تیر در عمل برای انتقال بهتر نیروهای دیافراگم به دیوار نقش مهمی خواهد داشت. فرض کنید جهت تیرچه ها طوری باشد که روی دیوار برشی بیفتند، اگر این تیر نباشد اتصال تیرچه ها به مشکل برمی خورد. اگر تیر نباشد در صورتی که تیرچه ها موازی دیوار برشی باشند، دیوار برشی چه اتصالی با دیافراگم کف خواهد داشت ؟؟(در حالتی که تیرچه ها موازی دیوار هستند به نظر انسجام کافی بین دیافراگم صلب و دیوار نداریم.)

-در حالتی که تیر داخل دیوار مدل نشود و حتی ستونها را حذف کنیم اثر متقابل دیوار و قاب در نرم افزار دیده نخواهد شد و قاب ضعیف طراحی خواهد شد. (در مورد اثر متقابل دیوار و قاب به لینک زیر مراجعه نمایید:اثر متقابل دیوار و قاب)

-المانهای اطراف در واقع دیوار را بصورت یک پانل محصور در خواهند آورد . در این مورد قسمتی از کتاب ساختمانهای مقاوم در برابر زلزله "مینورو واکاباياشی" را در زیر بخوانید:



اگر قاب محاطی به اندازه کافی قوی باشد که نیروهای تحویل شده از اجزاء قطری بتن را تحمل نماید، به نحوی که در شکل ۳-۳۱ الف نشان داده شده است دیوار پرکننده حتی اگر فاقد تسلیح باشد قادر به مقاومت بار برشی تا وقوع شکست لغزشی همراه با خورد شدگی المان

شکل ۳-۳۱ رابطه بار - تغییر شکل برای یك دیوار پر کننده.
(الف) مود شکست. (ب) منحنی هیسترزیس.

۲۹- از اتصال تیر به تیر در ساختمانهای بتنی حتی الامکان باید اجتناب گردد. بعضاً در نقشه ها دتایلی برای اتصال مفصلی تیر به تیر در ساختمان های بتن آرمه داده می شود که پایه و مرجع علمی ندارد. این اتصال اصطلاحاً شکلاتی گفته می شود. شما در هیچ آئین نامه یا کتاب مرجع بتن آرمه این دتایل را پیدا نخواهید کردو اما این دتایل از کجا آمده است؟ شبیه این دتایل در هندبوک زلزله دکتر فرزاد نعیم آورده شده که هدف آن برای تقویت برشی در محل تشکیل مفصل پلاستیک بوده است نه ایجاد اتصال مفصلی.

به جای اتصال شکلاتی که مرجع معتبری فعلاً ندارد بهتر است آرماتور بالایی تیر فقط آرماتور مونتاژ باشد مثل ۲ عدد آرماتور نمره ۱۲ و انتهای آرماتورها داخل تیر خم نشوند. قبلاً در کتاب Design of Reinforced Concrete Structure, Volume 2نوشته Mashhour Ghoneim و Mahmoud El-Mihimy در Cairo University به دتایلی در این مورد برخوردم که در شکل زیر نشان داده شده است.

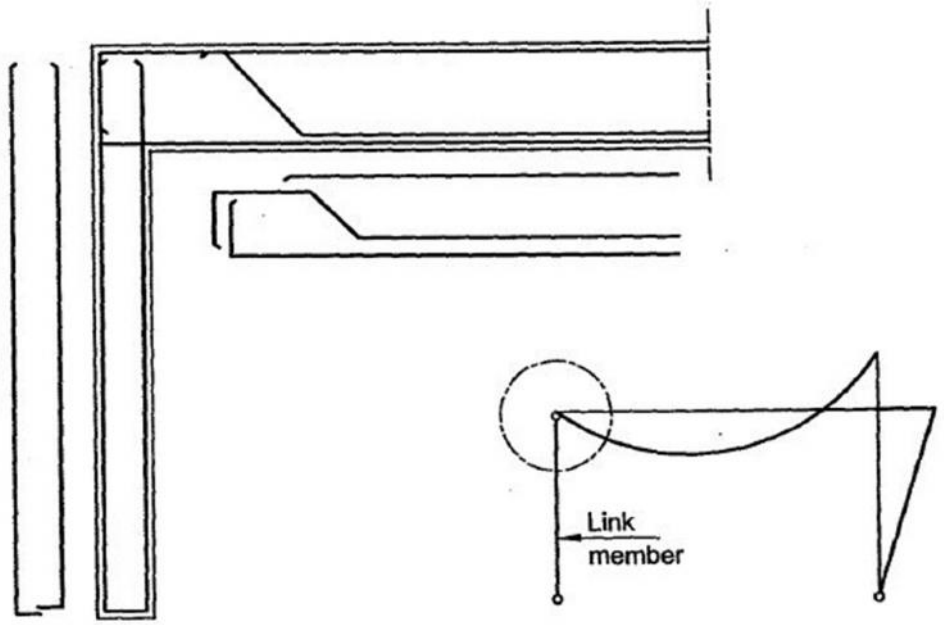
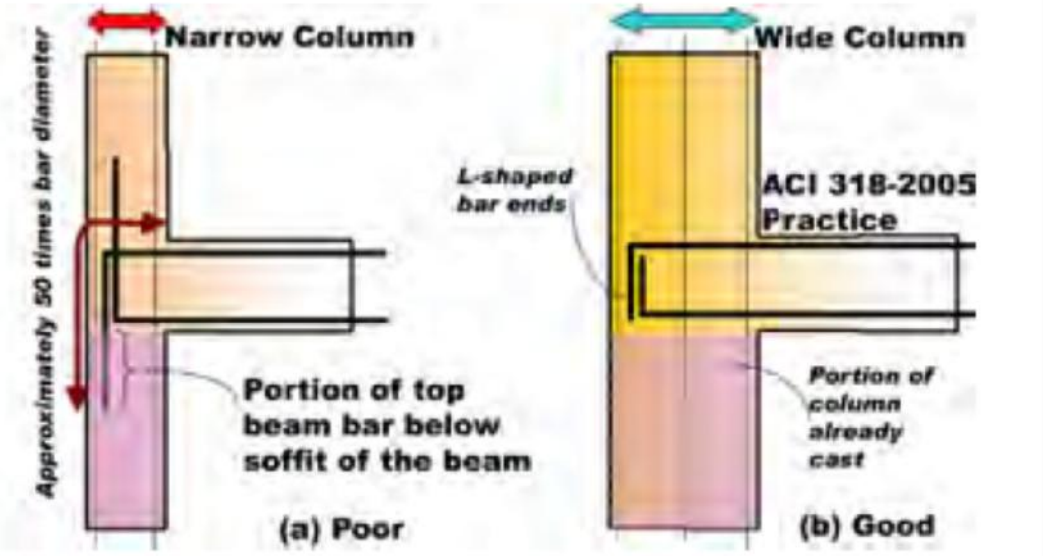


Fig. 9.9 Detailing of Frame Joints (Detail-1)

همانطور که در شکل نشان داده شده است، آرماتور بالایی ادامه نیافته و خم نشده است. فقط یک آرماتور ادکا برای تقویت برش در تکیه گاه قرار داده شده است شبیه آنچه در تیرچه ها قرار داده می شود. لذا به نظر میرسید برای اتصال مفصلی تیرهای بتنی این دتایل مناسبتر باشد.

۳۰- طول ناکافی آرماتورهای انتظار ستونها در تراز طبقات و وصله کردن تمامی آرماتورها در یک ناحیه از ستون از اشکالات دیگر اجرایی برخی ساختمانهای بتن آرمه می باشد.

۳۱- عرض ناکافی ستونهای بتنی برای طول مهاری مستقیم قلاب استاندارد ۹۰ درجه آرماتورهای طولی نیز از اشکالاتی می باشد که بیشتر باید در طراحی مدنظر قرار گیرد.



۳۲- عدم رعایت زمان قالب برداری با توجه به دمای هوا نیز بعضاً مشاهده می شود. برداشتن زودهنگام قالب ها می تواند به بتن ستون ها یا تیرها آسیب بزند. همچنین برچیدن پایه های اطمینان فقط در صورتی مجاز است که علاوه بر مراعات تمامی محدودیت ها، بتن به مقاومت ۲۸ روزه مورد نظر رسیده باشد.

۳۳- برای پیوستگی بهتر راه پله بتی با سقف ارجح است که بتن ریزی پله ها همزمان با بتن ریزی سقف انجام گیرد. این کار همچنین از لحاظ ایمنی کارگران و مهندس ناظر و مهندس مجری و کارفرما برای صعود به طبقات لازم الاجرا می باشد.

۳٤- آب بند نبودن قالب که به خروج شیرهٔ بتن و کیفیت نازل آن منجر می شود.

۳۵- عدم رعایت ابعاد مقاطع و انحراف از آنچه در طرح پیش بینی شده است. بعضاً مشاهده می شود که عرض تیرهای بتنی با عرض تیرها در نقشه ها مغایرت دارند.

۳٦- عدم رعایت فاصله آرماتورها از قالب و از یکدیگر (که سبب زیاد یا کم شدن پوشش بتن روی آرماتور می شود). در ستونها بعضاً مشاهده می شود که توزیع آرماتورها متقارن نمی باشند.

۳۷- عدم توجه به تراز بودن سطح بتن سقفها یا تراز بودن بلوکهای سفالی و در نتیجه افزایش بار مرده در اثرپوکه ریزی اضافی برای تراز نمودن سقف.

۳۸- تمیز نکردن داخل قالب ها قبل از بتن ریزی. در این مورد اگر بلوک ها از نوع یونولیتی باشند داخل قالب ها و داخل تیرچه های مابین بلوک ها نیاز به تمیزکردن بیشتری دارند.

۳۹- شاقول کردن ستون ها و مهار آنها حتماً باید قبل از بتن ریزی انجام گیرد و بعد از بتن ریزی تنها کنترل گردند. بعضاً مشاهده می شود که بعد از بتن ریزی اقدام به شاقول کردن ستون می نمایند و با حرکت دادن آرماتورهای طولی ستون و قالب ها باعث ایجاد ترک در پای ستون و یا سطح بالای ستون می شوند.

٤۰- عدم رعایت ضوابط حریق در ساختمان های ٦ طبقه و بیشتر.

در ستون های با مدت زمان مقاومت در برابر حریق ۹۰ دقیقه یا بیشتر، ملاحظات زیر باید رعایت شود.

- لاغری ستون به ۵۰ محدود می گردد.
- درصد آرماتور ستون ها (غیر از محل وصله ها) به مقدار ۰/۰۲۵ محدود می شود. ρ_{max} =0.025
- آرماتورهای طولی باید در امتداد وجوه ستون توزیع شده و آرماتورهای عرضی نیز در محیط و سطح میانی مقطع توزیع شوند.
- برای محصور کردن بتن و آرماتورهای طولی نباید فقط به خاموت های محیطی اکتفا شود، بلکه باید سنجاق ها و خاموت های میانی نیز به طور همزمان در آنها به کار برده شود.
- حداقل کوچکترین بعد مقطع ستون برابر ۲٤۰ میلی متر بوده و حداقل فاصله مرکز آرماتورهای سفره خارجی تا وجه ستون برابر ۵۰ میلی متر خواهد بود.
- آرماتورهای طولی باید در عرض تیر توزیع شده و آرماتورهای عرضی نیز علاوه بر خاموت خارجی در بخش میانی مقطع تعبیه گردد.

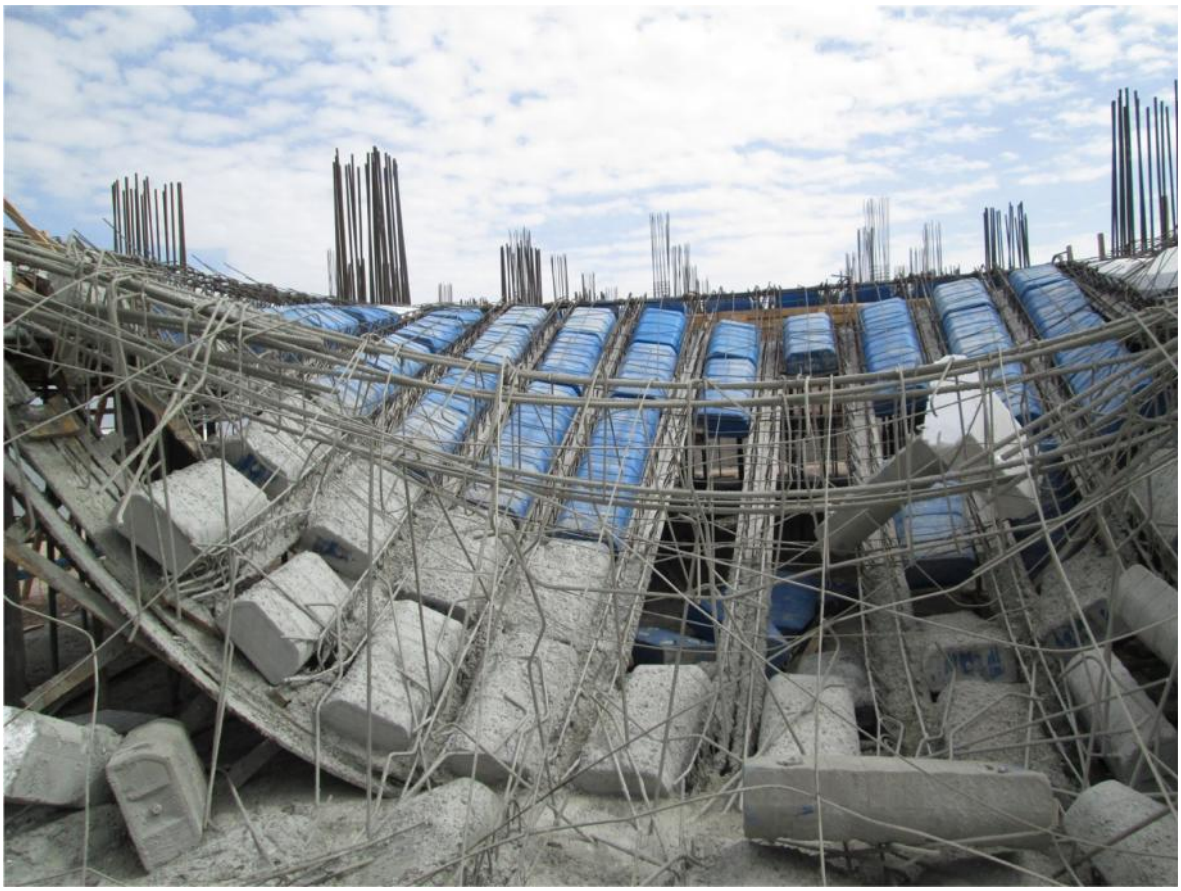
٤۱- عدم رعایت طرح اختلاط مناسب در ساخت بتن مخصوصاً در ساخت دستی بتن با بتونیر از جمله اشکالاتی است که به وفور مشاهده می شود.

۴۲- عدم اعمال خیز منفی وسط دهانه تیرها و تیرچه های بلند. این مورد اگر با کیفیت پائین بتن و ارتفاع کم تیر و همچنین کمبود آرماتور فشاری لازم همراه باشد ممکن است در درازمدت منجر به خیز تیر و ترک خوردگی سقف و یا دیوار زیر آن گردد. خیز زیاد تیرهایی که در روی پنجره ها و یا به عنوان نعل درگاه به کارگرفته شده اند، ممکن است باعث ترک برداشتن شیشه ها و یا حتی اختلال در عملکرد مناسب پنجره شود. تغییر شکل زیاد تیرها ممکن است سیستم شیب بندی بام و هدایت مناسب آب باران از روی بام را مختل کند. در نهایت خیز زیاد تیرها باعث عدم زیبایی و حتی ایجاد احساس نا امنی در استفاده کنندگان از سازه می شود. در زیر عکس هایی از یک ساختمان بتن آرمه آورده می شود که ۳ سال قبل ساخته شده است. بعد از ۳ سال تیر بغل بالکن به دهانه حدود ٦ متر و به ابعاد ٤٥ در ٤٠ سانتی متر خیز پیدا کرده است و باعث ترک خردگی گچ کاری و خرد شدن بلوک های سفالی بالای دیوار شده است.

۴۳- در پایان هم عکس هایی از سقفی در شهرستان مرند آورده می شود که حین بتن ریزی دچار ریزش شد و متاسفانه یک نفر کارگر جان خود را از دست داد. دلیل یا دلایل ریزش این سقف کامل مشخص نشد ولی بعضی نظرات که به ذهن می رسد و یا طبق شنیده هاست و ممکن است صحیح نباشند، عبارتند از:

- دهانه ها بالای ۸.۲۵ متر هست که نیاز مند اجرای خیز و شمع کوبی زیاد را داشت.
- شمع های فلزی کارفرما بسیار کهنه بوده و پوسیدگی هایی مشاهده می گردید و اکیپ اجرایی هم بدلیل بی تجربگی فواصل را اصولی رعایت نکرده بودند.
- دلیل ریزش سقف در رفتن تیرچه ها از تیر می باشد که بخاطر عدم رعایت اصول بتن ریزی تیرچه ها شکسته شده و بدلیل اینکه میگرد های ادکا و منفی از طریق تیرچه ها به تیر وصل شده در هنگام ریزش تیر بتنی را به پیچش وا داشته و جک های زیر تیر را خم کرده. در واقع تیر ریزش نکرده.
- قبل از بتن ریزی حتماً محکم بودن جک ها را باید خود مهندس ناظر یکی یکی چک کند.
- نظر دیگر : نقشه بردار می رود سقف را قبل از بتن ریزی کنترل می کند و می بیند یک سمت سقف ٤ سانتی متر با سمت دیگر اختلاف ارتفاع دارد. بعد می گوید این سقف مهم نیست از سقفهای بعدی این خطا رو مرتکب نشوید .

پیمانکار قبل از بتن ریزی فکری به ذهنش می رسد :همه شمع های فلزی سمت بلند تر را شل می کنند یعنی طولش کمتر می شود. (احتمالاً این کار هم باعث سر خوردن تیرچه ها از روی قالب چوبی شده باشد ضمن اینکه خیز منفی تیرچه ها هم از بین برود).



گسیختگی جک های فلزی