

* فهرست علائم

A_m	سطح مقطع عرضی دیوار
A_s	سطح مقطع عرضی آرماتور
A	شتاب مبنای طرح
B	ضریب بازتاب ساختمان
B_p	ضریب بازتاب برای قطعات الحاقی
C	ضریب زلزله
D	عرض ساختمان
E	مدول الاستیسیته
d	اندازه پیش‌آمدگی ساختمان در ساختمان‌های با مصالح بنایی
d_i	ضخامت لایه i خاک
e	خروج از مرکزیت بار
e_{aj}	برون مرکزی اتفاقی طبقه j
e_{ij}	فاصله افقی مرکز سختی طبقه i و مرکز جرم تراز j
F_j	نیروی جانبی در تراز j
F_p	نیروی جانبی قطعه الحاقی
F_{pi}	نیروی جانبی وارد به دیافراگم در تراز i
F_t	نیروی جانبی اضافی در تراز بام
F_v	مؤلفه نیروی قائم زلزله
F_s	تنش کششی مجاز فولاد
f_m	حداقل مقاومت فشاری ۲۸ روزه "قطعه" مصالح بنایی
f_v	مقاومت برشی مجاز مصالح بنایی
G	مدول برشی
g	شتاب ثقل
H	ارتفاع کل ساختمان نسبت به تراز پایه
H_m	حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان از تراز پایه
h_i	ارتفاع تراز i از تراز پایه
h_{eff}	ارتفاع مؤثر
I	ضریب اهمیت ساختمان
I_d	طول مهاری
L	طول ساختمان
l	اندازه پیش‌آمدگی ساختمان در ساختمان‌های با مصالح بنایی
M_i	لنگر پیچشی در طبقه i
M_u	لنگر خمشی نهایی مقطع
N	ضریب اصلاح طیف
n	تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا
R	ضریب رفتار سازه

R_v	ضریب رفتار عضو برای مؤلفه قائم نیروی زلزله
S	عددی که برحسب نوع زمین و میزان خطر لرزه‌خیزی تعیین می‌شود
T	زمان تناوب اصلی نوسان سازه در جهت موردنظر
T_s	عددی که برحسب نوع زمین تعیین می‌شود
T_0	عددی که برحسب نوع زمین تعیین می‌شود
t_b	ضخامت آجر
t_{eff}	ضخامت مؤثر
t_m	ضخامت ملات
V_u	کل نیروی جانبی طرح یا برش طرح در تراز پایه
V_{min}	حداقل نیروی جانبی طرح یا برش طرح در تراز پایه
$\bar{V}_s$	میانگین سرعت موج‌برشی لایه‌های خاک
V_{ser}	کل نیروی جانبی یا برش پایه در زلزله سطح بهره‌برداری
V_{si}	سرعت موج‌برشی لایه i خاک وزن قابل ارتعاشی ساختمان
W	وزن قابل ارتعاش ساختمان
W_i	آن قسمت از وزن قابل ارتعاش ساختمان که در تراز i واقع شده است.
w_i	وزن دیافراگم و قطعات مرتبط با آن در سطح i
W_p	وزن یک طره (شامل قسمتی از سربار)
w_p	وزن یک عضو یا قطعه الحاقی (شامل قسمتی از سربار)
β	ضریب کاهش باربری
γ_m	ضریب اطمینان اجرایی مربوط به مصالح بنایی
γ_s	ضریب اطمینان اجرایی مربوط به فولاد
ρ	ضریب نامعینی
Ω_0	ضریب اضافه مقاومت
ν	ضریب پواسون
μ	ضریب اصطکاک بین آجر و ملات
ρ	سطح مقطع فولاد خمشی تقسیم و سطح مقطع مصالح بنایی (نسبت فولاد خمشی)
Φ	قطر آرماتور
σ	تنش
σ_y	تنش فشاری گسیختگی
σ_1, σ_3	تنش‌های اصلی
τ	تنش برشی
ε	تغییر شکل نسبی
$\varepsilon_1, \varepsilon_3$	تغییر شکل‌های نسبی اصلی
Δ_M	تغییر مکان جانبی نسبی غیرخطی طرح
Δ_{eu}	تغییر مکان جانبی نسبی زیر اثر زلزله طرح
Δ_a	تغییر مکان جانبی نسبی مجاز

فهرست مطالب

۹	۱-مقدمات.....
۱۱	مقدمه.....
۱۲	اهداف.....
۱۲	ساختمان‌های مصالح بنایی و انواع آن.....
۱۳	انواع ساختمان‌های مصالح بنایی.....
۱۳	ساختمان‌های بنایی مسلح.....
۱۳	ساختمان‌های بنایی کلاف دار.....
۱۳	ساختمان‌های بنایی غیرمسلح.....
۱۴	اهمیت بررسی سازه‌های مصالح بنایی.....
۱۴	مزایای استفاده از ساختمان‌های بنایی.....
۱۴	مشکلات مهم در طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی.....
۱۵	رفتار ساختمان‌های بنایی.....
۱۶	نواقص متداول در ساختمان‌های بنایی.....
۱۶	ضعف‌های ساختمان‌های مصالح بنایی.....
۱۷	رفتار و خصوصیات سقف‌ها.....
۱۷	رفتار و خصوصیات دیوارهای آجری.....
۱۸	مودهای شکست دیوار آجری و انواع آن‌ها.....
۲۱	۲-اصول و مبانی بهسازی لرزه‌ای سازه‌های بنایی.....
۲۳	مقدمه.....
۲۴	اهمیت توجه به ساخت‌وساز ساختمان‌های بنایی.....
۲۵	ساختمان‌های مصالح بنایی.....
۲۵	انواع ساختمان‌های مصالح بنایی.....
۲۶	ساختمان‌های بنایی مسلح.....
۲۶	ساختمان‌های بنایی کلاف دار.....
۲۷	ساختمان‌های بنایی غیرمسلح.....
۲۷	فلسفه بهسازی و تقویت ساختمان‌ها.....
۳۱	تفاوت بین واژه بهسازی لرزه‌ای و تقویت در مهندسی عمران.....
۳۱	بهسازی لرزه‌ای / مقاوم‌سازی.....
۳۱	تقویت.....
۳۱	فرایند بهسازی لرزه‌ای.....
۳۱	تهیه اطلاعات آسیب‌شناسی لرزه‌ای سازه.....
۳۲	جمع‌آوری اطلاعات اولیه بازدید عینی.....
۳۲	تهیه و تنظیم گزارشی ارزیابی کیفی.....
۳۳	آزمایش‌های و سونداژها.....
۳۴	آزمایش‌های غیرمخرب.....
۳۵	آزمایش‌های مخرب.....
۳۵	تهیه طرح بهسازی لرزه‌ای (طرح مقدماتی).....
۳۷	اجرای طرح بهسازی لرزه‌ای.....
۳۷	شات‌کریت دیوارها.....
۳۷	صلب نمودن سقف و شات‌کریت دیوارها.....
۳۷	صلب نمودن سقف.....

فهرست مطالب

استفاده البافت پلیمر.....	۳۸
مودهای عمومی شکست سازه‌های بنایی.....	۳۸
نقصان مسیر بار.....	۴۰
انسجام ساختمان.....	۴۰
۳-ضوابط سازه‌ای در سازه‌های بنایی.....	۵۵
نقش کلاف در ساختمان‌های مصالح بنایی.....	۵۷
انواع کلاف در ساختمان‌های مصالح بنایی.....	۵۷
کلاف‌های افقی.....	۵۷
کلاف‌های افقی در تراز زیر دیوارها (روی شالوده).....	۵۸
کلاف‌های افقی در تراز روی دیوارها و زیر سقف.....	۵۹
کلاف فولادی.....	۵۹
کلاف بتنی.....	۵۹
میل‌گردگذاری در کلاف‌های افقی.....	۶۰
کلاف‌های قائم.....	۶۱
جانمایی کلاف‌های قائم.....	۶۱
نحوه اجرایی کلاف قائم بتن آرمه.....	۶۲
میل‌گردگذاری در کلاف‌های قائم.....	۶۲
کلاف‌های قائم معادل.....	۶۴
اتصالات کلاف‌های افقی و قائم.....	۶۶
دیوار در ساختمان‌های بنایی.....	۶۷
دیوار سازه‌ای.....	۶۸
اجرای دیوار سازه‌ای.....	۶۹
مصالح خشک دیوارها.....	۶۹
ملات مصرفی دیوارها.....	۶۹
دیوار غیرسازه‌ای.....	۶۹
سقف.....	۷۰
سقف طاق ضربی.....	۷۱
سقف تیرچه‌بلوک.....	۷۲
موارد تکمیلی سقف‌ها در ساختمان‌های بنایی.....	۷۳
ضوابط اجزای غیرسازه‌ای.....	۷۴
نماسازی.....	۷۴
نمای آجری.....	۷۴
نمای سنگی.....	۷۵
جان‌پناه.....	۷۶
دودکش.....	۷۶
بادگیر.....	۷۷
خرپشته.....	۷۷
سقف کاذب.....	۷۷
۴-روش‌های مقاوم‌سازی سازه‌های بنایی.....	۷۹
مقدمه.....	۸۱
حالت‌های کلی مقاوم‌سازی.....	۸۱

فهرست مطالب

۸۲	افزایش مقاومت
۸۲	افزایش شکل پذیری
۸۲	افزایش مقاومت و شکل پذیری
۸۲	تعمیر، ترمیم و مقاوم سازی
۸۲	تعمیر
۸۲	ترمیم
۸۳	بهسازی لرزهای (مقاوم سازی)
۸۳	اصلاح ملات و واحدهای بنایی
۸۳	بهسازی سیستم سازه‌ای ساختمان
۸۳	کامل نمودن مسیر بار
۸۴	رفع نامنظمی در پلان
۸۴	رفع نامنظمی در ارتفاع
۸۴	مقاوم سازی پی
۸۵	تقویت در برابر ساختمان‌های مجاور
۸۵	بهسازی دیوارهای باربر
۸۶	تعبیه دیوار برشی
۸۷	پی دیوارهای برشی
۸۷	اتصال دیوارهای برشی در طبقات
۸۸	استفاده از پشت‌بند
۸۸	مقاوم سازی با FRP
۹۰	انواع مواد مرکب FRP
۹۰	مقایسه عملکرد انواع کامپوزیت‌ها در سازه
۹۰	تقویت برشی و خمشی دیوارهای آجری
۹۱	تقویت قطری
۹۱	تعمیر سطوح
۹۴	ایجاد پی برای روکش بتنی
۹۴	تأمین دیوار نسبی ساختمان بنایی
۹۵	تعمیر ترک‌های ایجاد شده در دیوارها
۹۶	تزریق گروت یا اپوکسی
۹۶	دوغاب ریزی
۹۷	پرکردن بازشوها
۹۷	بزرگ کردن بازشوها
۹۸	افزایش بارهای قائم
۹۸	تأثیر بازشوها و سربار قائم
۹۹	تقویت اتصالات دیوار - دیافراگم
۹۹	نوارهای فولادی
۹۹	مهاربندی فولادی
۱۰۰	افزودن هسته‌های مرکزی
۱۰۱	استفاده از کمرکش
۱۰۱	مقاوم سازی ساختمان‌های بنایی غیر مسلح به کمک مش‌بندی پروپیلن

فهرست مطالب

بهبودی سقف	۱۰۲
افزایش انسجام ساختمان	۱۰۵
انسجام سقف و دیوار	۱۰۵
بهبودی اتصالات	۱۰۶
بهبودی اعضای غیرسازه‌ای ساختمان‌های مصالح بنایی	۱۰۷
بهبودی سیستم کلاف	۱۰۷
تعبیه کلاف‌های افقی و قائم در ساختمان‌های بدون کلاف	۱۰۷
تعبیه کلاف افقی	۱۰۷
کلاف افقی با نبشی در تراز سقف	۱۰۸
نوار لرزه‌ای افقی	۱۰۸
کلاف‌های قائم	۱۰۸
نوار لرزه‌ای قائم	۱۰۸
کلاف قائم با نبشی	۱۰۹
کلاف قائم با ورق در وسط دیوار	۱۰۹
کلاف قائم با پروفیل قوطی	۱۰۹
ابعاد کلاف قائم بتنی	۱۰۹
پس تنیده کردن دیوارها	۱۱۰
ایجاد قاب خمشی فلزی	۱۱۱
جداسازی پایه‌ای	۱۱۱
میراگرها	۱۱۲
نصب اتاق امن	۱۱۴
سبک‌سازی و کاهش جرم	۱۱۵
توجه به سبک‌سازی در معماری سنتی ایرانی	۱۱۵
نتیجه‌گیری	۱۱۶
۵-منابع	۱۲۳
منابع	۱۲۵

مقاومت و سختی و شکل‌پذیری این دیوارها با روابط تحلیلی ساده امکان‌پذیر نیست. لیکن در سال‌های اخیر روش‌های عددی برای بررسی رفتار دیوارها و ساختمان‌های بنایی گسترش یافته است، اما نتایج این تحلیل‌ها زمانی قابل‌اعتماد است که نتایج آن‌ها با آزمون‌های آزمایشگاهی نمونه‌های مشابه تطبیق داده شود. از این‌رو استفاده از مدل‌های ریاضی و تحلیلی کالیبره شده بر نتایج آزمایش‌ها، کمک مؤثری بر درک رفتار خواهد بود

اهداف

ازجمله دلایل و عواملی که سبب می‌شود نیاز به بهینه‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌های بنایی را افزایش می‌توان به تغییر آیین‌نامه‌ها، تغییرات کاربری، گذشت زمان، فرسوده شدن مصالح و... اشاره کرد که باتوجه به افزایش روزافزون روش‌های مقاوم‌سازی که همواره پیشرفته‌تر و توسعه‌یافته‌تر می‌شوند، نیاز به بررسی و تحقیق بیشتر در مورد روش‌های مختلف را ایجاب می‌کند. روش‌های نوین مقاوم‌سازی ساده‌تر و گاهی ارزان‌تر و سریع‌تر هستند و باعث کنار گذاشته شدن روش‌های پردردسر سنتی می‌شوند. هدف از این کتاب گردآوری روش‌های سنتی، کاربردی و نوین مقاوم‌سازی و بهسازی کارکرد لرزه‌ای و بررسی و تحقیقات بر روی آن‌ها است. به‌طور کلی؛ اگرچه در دنیا راهکارهای متفاوتی جهت بهسازی سازه‌های مصالح بنایی ارائه شده است لیکن استفاده از راهکاری که در عین ساده بودن قابل‌تعمیم به کلیه ساختمان‌ها در مناطق مختلف باشد، ارجح است.

ساختمان‌های مصالح بنایی و انواع آن

اگر بخواهیم یک تعریف کلی از ساختمان بنایی داشته باشیم، می‌توان گفت که ساختمان بنایی ساختمانی است که در ساخت اسکلت آن از آجر، بلوک سیمانی و یا سنگ استفاده شده، به‌طوری‌که بارهای قائم و بارهای جانبی توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل می‌شوند. برای ساختمان‌های کوچک که از ۲ طبقه تجاوز نمی‌نمایند و یا حداکثر ارتفاع آن‌ها از سطح تراز پایه زمین ۸ متر است می‌توان از این نوع ساختمان استفاده نمود. اسکلت اصلی این نوع ساختمان‌ها آجری بوده و برای ساختن سقف‌ها در ایران معمولاً از پروفیل‌های فولادی (I) شکل و آجر به‌صورت طاق ضربی استفاده می‌گردد؛ و یا از سقف تیرچه و بلوک استفاده می‌شود. در این نوع ساختمان برای مقابله با نیروهای جانبی (نظیر زلزله) باید حتماً از شناژهای روی کرسی‌چینی و زیر سقف‌ها استفاده شود؛ همچنین در ساختمان‌های آجری معمولاً دیوارهای حمال در طبقات مختلف روی هم قرار می‌گیرند و اغلب پارتیشن‌ها نیز همین دیوارهای حمال هستند. حداقل عرض دیوارهای حمال نباید از ۳۵ سانتی‌متر کمتر باشد؛ و یا به عبارت دیگر برای دیوارهای با مصالح بنایی، حداقل نسبت ضخامت به ارتفاع نباید از ۰/۱ برای دیوارهای مهار نشده کمتر باشد.

انواع ساختمان‌های مصالح بنایی

بر اساس ویرایش چهارم استاندارد، ۲۸۰۰ و همچنین با نگاهی به مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۲) می‌توان گفت که ساختمان‌های بنایی به‌طور کلی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

- (۱) ساختمان‌های بنایی مسلح
- (۲) ساختمان‌های با مصالح بنایی کلاف دار
- (۳) ساختمان‌های بنایی غیرمسلح

در ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، به بررسی ضوابط ساختمان‌های با مصالح بنایی کلاف دار پرداخته شده است. این در حالی است که در مبحث هشتم مقررات ملی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۲)، علاوه بر ضوابط ساختمان‌های بنایی کلاف دار، ضوابط ساختمان‌های بنایی مسلح و غیرمسلح نیز بررسی شده است.

ساختمان‌های بنایی مسلح

این ساختمان‌ها با استفاده از آجر، سنگ، بلوک سیمانی یا ترکیبی از آن‌ها ساخته شده و همچنین توسط میل‌گردهای فولادی تقویت می‌شوند. نحوه عملکرد ساختمان‌های بنایی مسلح به‌گونه‌ای است که عملاً واحدهای بنایی نقشی تحمل نیروهای ثقلی را بر عهده‌دارند و میل‌گردهای فولادی برای افزایش باربری جانبی ساختمان استفاده می‌شوند.

ساختمان‌های بنایی کلاف دار

این ساختمان‌ها با آجر، سنگ، بلوک سیمانی یا ترکیبی از آن‌ها ساخته شده و در آن‌ها از کلاف‌های افقی و قائم که معمولاً از بتن مسلح هستند استفاده می‌شود. نحوه عملکرد ساختمان‌های بنایی کلاف دار به‌گونه‌ای است که عملاً دیوارهای بنایی نقش تحمل بارهای ثقلی و جانبی را بر عهده‌دارند و از کلاف‌ها جهت افزایش یکپارچگی و شکل‌پذیری دیوارها استفاده می‌شود.

ساختمان‌های بنایی غیرمسلح

در این ساختمان‌ها تنها از آجر، بلوک سیمانی، سنگ و یا خشت استفاده می‌شود و مصالح فولادی و بتنی در آن‌ها کاربرد ندارد. نحوه عملکرد در ساختمان‌های بنایی غیرمسلح، از فولاد و یا کلاف استفاده نشده و عملاً تمام بارهای ثقلی و جانبی باید توسط مصالح غیرمسلح دیوارها تحمل شود.

اهمیت بررسی سازه‌های مصالح بنایی

ساختمان‌های با مصالح بنایی به دلیل سهولت تولید، اقتصادی بودن و خاصیت خوب عایق بودن، در مناطق زیادی از کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساختمان‌سازی با مصالح بنایی تا شروع قرن بیستم که مصالح ساختمانی نظیر بتن مسلح و فولاد جای آن را گرفت به عنوان عمده سیستم سازه‌ای برای ساختمان‌های کوتاه مرتبه تا متوسط رواج داشت. دلایل عملکرد رفتار نامناسب سازه‌های مصالح بنایی در مقابل زلزله را می‌توان در مواردی همچون شکننده بودن مصالح و کاهش مقاومت بر اثر تکرار بارهای شدید، وزن سنگین، سختی زیاد و در نتیجه پاسخ شدید در مقابل امواج زلزله با پیوند طبیعی کوتاه و وابستگی زیاد مقاومت ساختمان به کیفیت ساخت خلاصه نمود [۱]. اعضای سازه‌ای مقاوم در مقابل بارهای قائم وزنی و بارهای جانبی ناشی از زلزله در ساختمان‌های بنایی بدون اسکلت، دیوارهای باربر - برشگیر بنایی هستند که در ایران غالباً از نوع بنایی موسوم به غیرمسلح هستند. در آیین‌نامه زلزله ایران، برای تقویت ساختمان‌های بنایی، استفاده از کلاف بندی‌های بتن‌آرمه افقی و قائم در اطراف دیوارها الزامی است. در تحقیقات بسیاری از کشورهای زلزله‌خیز مشخص شده است که کلاف بتن‌آرمه مقاومت و پایداری دیوارهای بنایی را در برابر زلزله بسیار بالا می‌برد. علاوه بر دیوارهای باربر عناصری چون برشگیر بنایی غیرمسلح و محصور در کلاف، دیوارهای بنایی پاره مسلح و بنایی کاملاً مسلح، دیوارهای بنایی با پوشش یا اندود مسلح و سایر ابداعات از لحاظ نوع بلوک‌ها و ملات‌ها در ساختمان بنایی دیده می‌شود که به یکپارچگی سازه کمک شایانی می‌کند [۲].

مزایای استفاده از ساختمان‌های بنایی

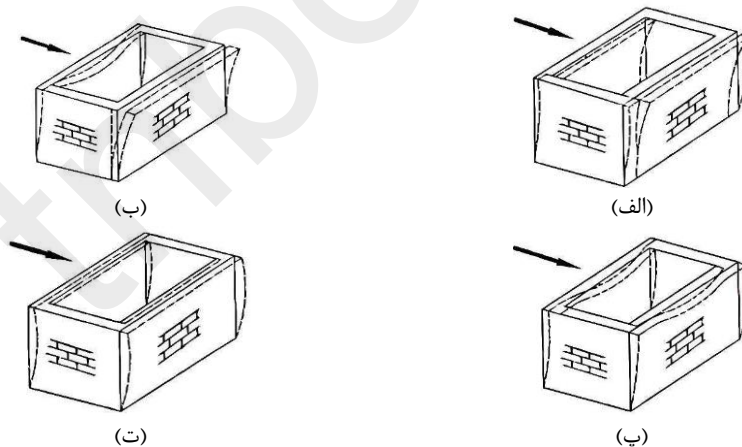
- ۱) ارزان‌تر از ساختمان‌های دیگرند.
- ۲) سرعت ساخت آن‌ها بالاست.
- ۳) باتوجه به ضخامت دیوار، عایق صوتی، حرارتی و برودتی هستند.
- ۴) مصالح آن‌ها در دسترس هستند.
- ۵) مقاومت در برابر آتش‌سوزی و کم بودن احتمال پوسیدگی و زنگ‌زدگی.

مشکلات مهم در طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی

- ۱) کمبود دیوار باربر برشی علی‌الخصوص در جهت عرض ساختمان و عدم رعایت ضابطه حداقل دیوار نسبی (باتوجه به اینکه ایران در نیمکره شمالی است و در این راستا پنجره‌های بیشتری اجرا می‌شوند)
- ۲) از بین رفتن چسبندگی خط ملات در زلزله‌های شدید و کمی مقاومت لغزشی و برشی دیوارهای برشی غیر باربر
- ۳) باربر نبودن غالب دیوارهای شرقی - غربی داخلی ساختمان‌های بنایی
- ۴) منظور نشدن اثر نوع ملات، کیفیت آجرکاری و سایر عوامل در مقاومت دیوارهای باربر برشی در آیین‌نامه زلزله
- ۵) تمایل به ایجاد بازشوهای بزرگ و غیرضروری

رفتار ساختمان‌های بنایی

توزیع نیروی زلزله در این نوع ساختمان‌ها به گونه‌ای است که نیروهای اینرسی ناشی از حرکت زمین در هنگام وقوع زلزله به جرم ساختمان وارد می‌شود. جرم ساختمان نیز در دیوارها و سقف متمرکز شده است. دیوارها را نیز می‌توان به دو قسم دیوارهای عرضی و یا دیوارهای برشی تقسیم کرد. دیوارهایی که در جهت نیروی زلزله هستند، برشی یا طولی و دیوارهای عمود بر جهت نیرو را دیوار عرضی می‌نامند. هنگامی یک سیستم خوب را برای مقابله با زلزله داریم که سقف انسجام خوبی با خود و دیوارها داشته باشد. سقف‌های تیرچه یا طاق ضربی یا دال بتنی که صلیب برشی کافی داشته باشند، از این ویژگی برخوردارند بنابراین دیوارهای برشی تحت لنگر خمشی و نیروی برشی درون صفحه‌ای و دیوارهای عرضی تحت تأثیر نیروهای خارج از صفحه قرار می‌گیرند. در ساختمان‌های آجری کلاف دار، کلاف‌ها نقش دور گیر دارند و دیوارها و سقف را احاطه نموده و باعث انسجام و یکپارچگی سیستم می‌شوند. اتصال خوب دیوارها به شالوده نیز پایداری دیوارهای بنایی، مخصوصاً دیوارهای لاغر را در پی خواهد داشت و علاوه بر آن افزایش مقاومت و شکل‌پذیری دیوارهای بنایی و کاهش خطر فروپاشی دیوارهای خسارت دیده یا ریزش سقف را به همراه دارد. چگونگی توزیع نیروهای زلزله در ساختمان آجری در حالت‌های مختلف در شکل (۱-۱) نشان داده شده است که در آن نقش کلاف‌ها و صلبیت سقف نشان داده شده است. [۳].



شکل ۱-۱: توزیع نیروی زلزله و ارتعاشات در سازه بنایی. الف و ب) اتصال نامناسب دیوارهای سازه‌ای با یکدیگر (بدون کلاف) پ) اتصال مناسب دیوارهای سازه‌ای با یکدیگر (با کلاف) ت) اتصال مناسب دیوارها با سقف توسط دال بتنی صلب

نواقص متداول در ساختمان‌های بنایی

مطالعهٔ ساختمان‌های بنایی در زلزله‌های گذشته نشان داده است که این ساختمان‌ها عموماً دارای نواقص مشابهی که در جدول (۱-۱) به این نواقص اشاره شده است [۴].

ضعف‌های ساختمان‌های مصالح بنایی

عمده‌ترین ضعف ساختمان‌های مصالح بنایی که منجر به آسیب‌دیدن سازه در خلال زلزله می‌شود، در موارد زیر خلاصه می‌شوند:

- (۱) ملاحظات معماری و پیکربندی سازه‌ای
- (۲) سیستم سقف
- (۳) دیوارهای باربر
- (۴) اتصال دیوارها و اجزای غیرسازه‌ای به ساختمان
- (۵) پی‌ها
- (۶) اجزای غیرسازه‌ای
- (۷) کیفیت نامناسب مصالح و استفاده از مصالح نامناسب

جدول ۱-۱: نقاط ضعف مربوط به کلاف در ساختمان مصالح بنایی با کلاف

نقاط ضعف	اجزا
نقاط ضعف عدم استفاده از کلاف قائم و کلاف افقی در تراز پی	سیستم کمی کلاف
کافی نبودن تعداد و فواصل کلاف‌ها، ابعاد و میل‌گردگذاری آن‌ها	
ضعف مصالح کلاف بنایی	
درگیر نبودن میل‌گردهای کلاف و کافی نبودن طول همپوشانی آن‌ها در اتصالات	
انفصال در کلاف با واسطه‌های اجرای بازشوهای بلند یا نیم‌طبقه	
انفصال در کلاف به واسطه عبور لوله و دودکشی	
عدم اتصال مناسب بین دیوار و کلاف	
نقاط ضعف عدم استفاده از کلاف قائم و کلاف افقی در تراز پی	

رفتار و خصوصیات سقف‌ها

در بسیاری از ساختمان‌های قدیمی سقف ساختمان متشکل از تیرهای چوبی همراه با پوشش کاه‌گل است. مشکل اصلی این سقف‌ها علاوه بر وزن زیاد، عدم انسجام و یکپارچگی یا به طور خلاصه صلب نبودن سقف و عملکرد نامناسب آن جهت توزیع نیروی جانبی زلزله بین دیوارهای برشی بنایی است. یکی دیگر از سقف‌های بسیار متداول در ساختمان‌های بنایی سقف طاق ضربی است. در این سقف تیرهای اصلی پروفیل‌های I شکل نورد شده هستند که به فواصل مشخص قرار می‌گیرند و در حفاصل آن‌ها طاق آجری با ملات گچ یا گچ‌و‌خاک اجرا می‌گردد. این سقف در مقایسه با سقف‌های چوبی دارای استحکام و سختی بیشتری است اما باز دارای مشکلاتی اساسی هستند که عدم انسجام و یکپارچگی سقف، فاصله‌گرفتن تیرهای فولادی از یکدیگر در هنگام وقوع زلزله، عدم اتصال مناسب تیرها به دیوارهای تکیه‌گاهی و... از جمله آن‌ها هستند. به طور خلاصه اگر در ساخت این سقف‌ها دقت کافی نشود، این نوع سقف نیز صلبیت کافی نخواهد داشت.

سقف‌های بتنی نیز در ساختمان‌های بنایی قابل استفاده هستند. از مزایای شاخص این سقف‌ها صلب بودن آن‌ها است و در صورتی که ساختمان با کلاف‌های افقی و قائم ساخته شود، این سقف‌ها عملکرد عالی در هنگام وقوع زلزله خواهند داشت. سقف‌های ساختمانی که تحمل‌کننده بارهای ثقیلی هستند، در هنگام وقوع زلزله وظیفه انتقال نیروهای افقی زلزله را به عناصر قائم باربر جانبی بر عهده دارند. این سقف‌ها باید همانند یک دیافراگم صلب عمل نموده و در برابر تغییر شکل‌های افقی ایجاد شده در میان صفحه خود دارای مقاومت و سختی کافی باشند. همچنین باید سقف‌ها برای تلاش‌های برشی و خمشی ایجاد شده در میان صفحه خود زیر اثر بارهای جانبی زلزله طراحی گردند. اگر اصول فوق در طراحی سقف رعایت گردد، در آن صورت می‌توان سقف ساختمان را یک دیافراگم صلب فرض نمود و در این حالت توزیع نیروی برشی طبقه، بین عناصر قائم در برابر زلزله به نسبت سختی آن‌ها صورت می‌گیرد در غیر این صورت توزیع نیروی برشی بین عناصر قائم در برابر زلزله باتوجه به تغییر شکل‌های ایجاد شده در آن محاسبه می‌شود [۳].

رفتار و خصوصیات دیوارهای آجری

در حالت کلی دیوارهای بنایی عناصر اصلی تشکیل‌دهنده یک ساختمان بنایی هستند. همچنین در ساختمان‌های بنایی از کلاف‌های افقی و قائم استفاده می‌شود تا علاوه بر توزیع یکنواخت نیروهای مرده و زنده و همچنین پیوند کلیه دیوارها به صورت یک سیستم پیوسته، از واژگونی آن‌ها نیز جلوگیری به عمل آمده و ضریب لاغری آن‌ها به مقدار قابل توجهی کاسته شود. استفاده از بازشوهای زیاد در یک دیوار سبب می‌شود