عملکرد و رفتار سازه‌های بنایی به هنگام وقوع زلزله

سازه‌های بنایی اغلب در برابر زلزله آسیب‌پذیر هستند. در این مقاله عملکرد و رفتار سازه‌های بنایی هنگام وقوع زلزله موردبحث قرار می‌گیرند.

از دیرباز، بسیاری از مرگ‌ومیرهای انسانی به ساختمان‌های بنایی مرتبط بوده است. در حال حاضر نیز شرایط تفاوتی نکرده است. از جمله مسائلی که در این باره حائز اهمیت است، می‌توان به اهمیت بهسازی رفتار لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی اشاره کرد.

از عمده‌ترین مصالح مورد استفاده در ساخت سازه‌های بنایی، آجر و یا بلوک‌های بتنی توخالی است. انواع مختلف مصالح مورد استفاده در ساخت سازه‌های بنایی عبارت‌اند از:

آجر: این مصالح از جنس خاک است. به جهت ثبات و پایداری این خاک در کوره پخته می‌شود.

بلوک بتنی توخالی: به‌عنوان بلوک پوکه‌ای شناخته می‌شود.

آجر سفالی توخالی: شکل کلی آن مانند بلوک بتنی است که دارای سلول‌های توخالی بوده اما رنگ آن مشابه آجر است.

سنگ: سنگ را می‌توان به شکل طبیعی یا به‌صورت برش‌های مستطیل شکل استفاده کرد.

خشت خام: خشت با ریختن گل در قالب دیوارها و یا به شکل بلوک‌های خشک شده در آفتاب تهیه می‌گردند.

تأثیر خواص مصالح بر رفتار لرزه‌ای سازه‌های بنایی طی زلزله

رفتار سازه‌های بنایی به هنگام زلزله به ویژگی‌های مصالح مثل ملات و آجر بستگی دارد. خواص مصالح مذکور، طی تغییرات در مواد خام و روش‌های ساخت آن تغییر کرده و به‌نوبه‌ی خود به نوع مواد استخراجی از معادن نیز وابسته است.

آجرهای رسی پخته‌شده از عمده‌ترین مصالح مورد استفاده در ساخت سازه‌های بنایی هستند. این آجرها متخلخل بوده و آب را جذب می‌کنند. تخلخل بیش از حد به لحاظ داشتن رفتار مناسب از جانب مصالح بنایی خطرناک بوده زیرا در این حالت آجرها آب ملات مجاور را جذب می‌کنند و در نتیجه چسبندگی مناسب بین آجر و ملات تأمین نمی‌شود و موقعیت آجرها تثبیت نمی‌گردد.

برای جلوگیری از این مشکل، آجرهای با جذب آب کم باید مورد استفاده قرار گیرند و همچنین قبل از استفاده باید داخل آب غوطه‌ور و از آب اشباع گردند. این کار هدر رفت آب ملات را به حداقل می‌رساند.

ملات‌های متنوعی از جمله گل، ماسه سیمان یا ماسه سیمان آهک در ساخت سازه‌های بنایی استفاده می‌شوند. از بین آن‌ها، گل ضعیف‌ترین نوع ملات است. ملات گل هنگام خشک شدن به‌راحتی خرد و از دیوار جدا شده و همچنین در برابر زلزله مقاومت بسیار پایینی دارد.

ملات ماسه سیمان با آهک مناسب‌ترین نوع ملات است. این ملات یک مخلوط با کارایی عالی است که آجرها را پوشش می‌دهد و در برابر کشش ناشی از لرزش‌های خفیف ناشی از زلزله بدون خرابی مقاومت می‌کند و به‌خوبی به آجرها می‌چسبد.

مقاومت لرزه‌ای دیوارهای بنایی به مقاومت نسبی آجر و ملات بستگی دارد. آجرها باید مقاوم‌تر از ملات باشند. افزایش بیش از حد ضخامت ملات قابل‌قبول نیست.

رفتار سازه‌های بنایی به هنگام زلزله

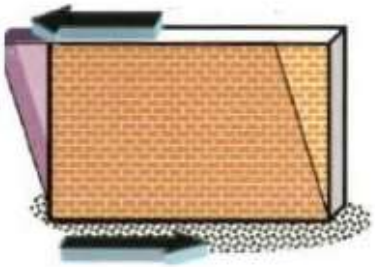
حرکت زمین یا لرزش آن طی رخداد زلزله، نیروهای اینرسی قابل‌توجهی را در کف طبقات و یا در مرکز جرم ساختمان به وجود می‌آورد. ساز ه ای ایمنی خود را حفظ می‌کند که نیروهای ایجاد شده در آن از طریق یک مسیر به زمین انتقال پیدا کند. این مسیر انتقال باید بدون هیچ قطع شدگی یا انسداد باشد تا مخاطرات ناشی از خرابی و فروریزش به حداقل برسد.

از بین المان‌های سازه که امر انتقال نیروها را انجام می‌دهند (سقف و دیوار و فونداسیون)، دیوارها از آسیب‌پذیرترین اعضا (به دلیل نیروهای افقی به وجود آمده ناشی از زلزله) هستند. ما برای اعمال بارهای افقی وارد بر یک دیوار دو جهت ممکن را فرض می‌کنیم. در حالت اول به نیروهای افقی اجازه داده می‌شود که در بالای دیوار و عمود بر راستای صفحه‌ی آن (درون صفحه‌ای)، همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است اعمال شوند.

شکل ۱) دیوار در راستای عمود بر صفحه‌اش هل داده می‌شود

این جهت به‌عنوان راستای ضعیف دیوار در نظر گرفته شده است، چون در این حالت دیوار دچار واژگونی می‌گردد.

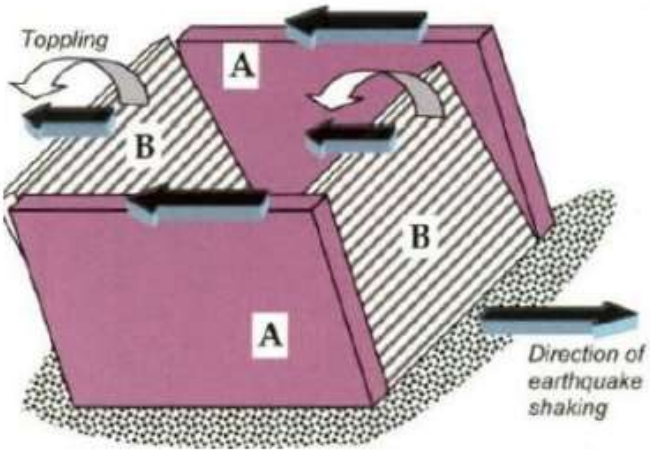
جهت دوم، راستایی است که دیوار به آن سمت هل داده می‌شود و نتیجه‌ی آن در شکل ۲ نشان داده شده است. این جهت به‌عنوان راستای قوی در نظر گرفته می‌شود زیرا دیوار هنگامی که در راستای طولی (صفحه دیوار) هل داده شود، مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد.



شکل ۲) دیوار در راستای صفحه‌اش هل داده شده است

همیشه به این صورت نیست که از مودهای مذکور فقط یک مودم رخ دهد. زمین می‌تواند هم‌زمان با لرزش افقی، دچار حرکت قائم نیز شود؛ بنابراین هر دو حالت احتمالی شانس وقوع دارند.

نیروهای اینرسی افقی ناشی از حرکت زمین، بیشترین خرابی را بر ساختمان‌های بنایی معمولی به‌جا می‌گذارند. انتقال نیروها ممکن است از طرف سقف‌ها به سمت دیوارها انجام گردد. انتقال نیروهای افقی ممکن است از طریق هر دو راستای قوی و ضعیف صورت گیرد.

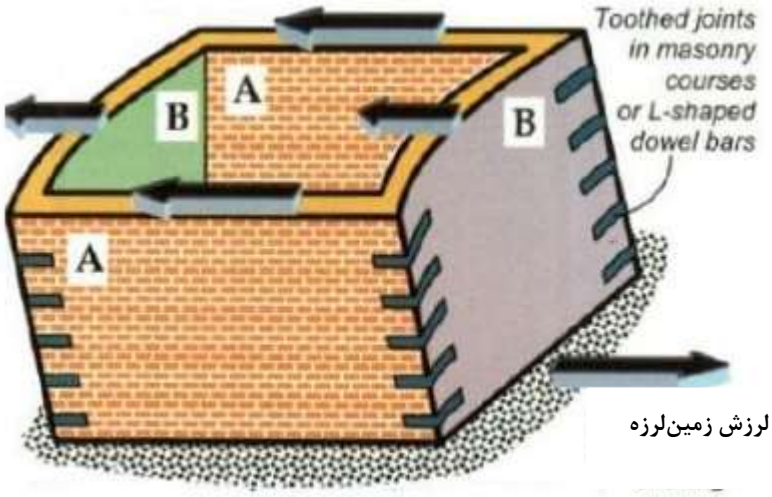


شکل ۳) دیوار A در راستای قوی بارگذاری شده است و دیوار B در راستای ضعیف بارگذاری شده است دیوار B متحمل واژگونی می‌شود.

جلوگیری از وارد شدن آسیب به سازه‌های بنایی در برابر زلزله

زمانی که دیوارها نسبت به هم همانند یک جعبه به‌درستی چفت و بست نشوند، شانس واژگونی دیوار تحت اثر بارگذاری در راستای ضعیف افزایش می‌یابد. بنابراین راه چاره‌ی این مشکل، متصل کردن دیوارها به یکدیگر بوده تا از این طریق بتوان عملکرد لرزه‌ای مناسبی را فراهم کرد.

با این روند (متصل کردن دیوارها به شکل باکس به یکدیگر)، مقاومت جانبی دیوارهای بارگذاری شده در راستای ضعیف، از طریق دیوارهای بارگذاری شده در راستای قوی تأمین می‌گردد. همان‌گونه که هر یک از المان‌ها به‌صورت مجزا ساخته می‌شوند، باید سختی و صلبیت کلی تأمین گردد تا از مقاومت هر عضو واحد اطمینان حاصل شود. برای دستیابی به این موضوع، دیوارها را به‌ناچار باید به سقف و فونداسیون متصل نمود.



شکل ۴) دیوار B به طرز مناسبی به دیوار A متصل شده است

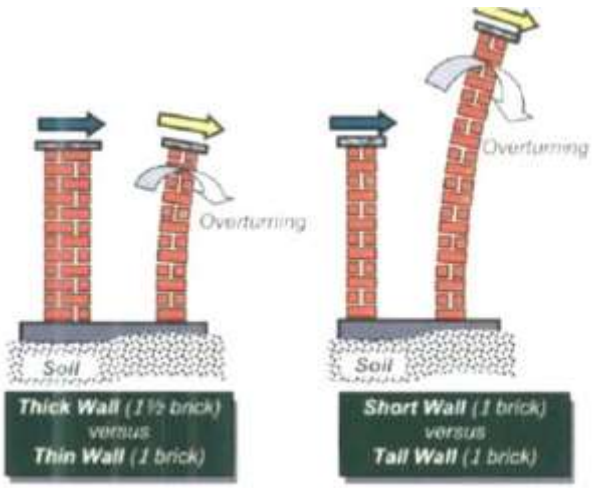
اجزای دیوارهای بنایی مانند یک عضو لاغر عمل می‌کنند چون ضخامت آن‌ها در مقایسه با طول و ارتفاع کوچک است.

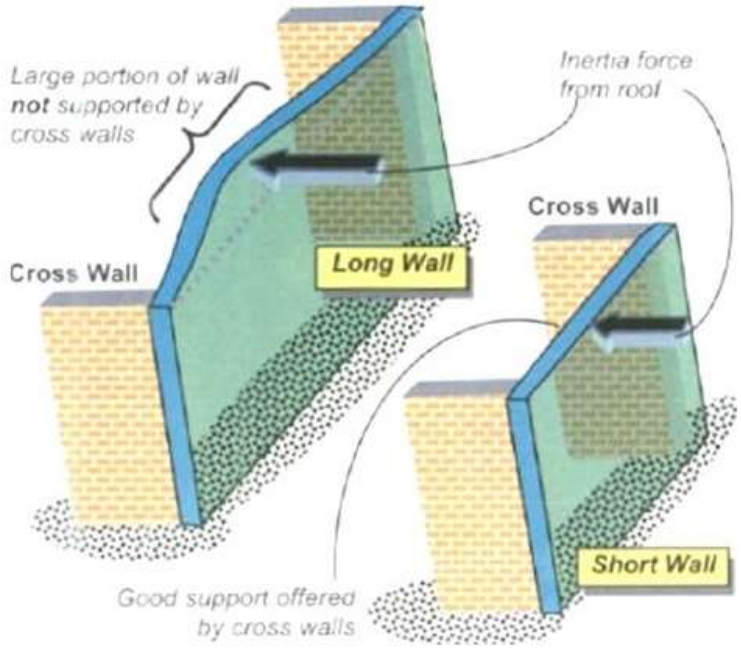
رفتار باکس گونه‌ی ساختمان بنایی برای جلوگیری از وارد شدن آسیب لرزه‌ای به آن

عملکرد باکس گونه به‌عنوان یک طرح به چندین جنبه‌ی ساخت و ساز وابسته است. این موضوع با انجام مواردی که در ادامه ذکر می‌گردد، قابل دستیابی بوده و منجر به اطمینان از اتصال مناسب بین دیوارها می‌گردد:

- اطمینان از چفت و بست شدن مناسب لبه‌های دیوارها در محل تقاطع با یکدیگر
- استفاده از تسمه در سطوح مختلف، به‌خصوص در سطح درگاه (قسمت بالای دیوار)
- اجرای بازشوهایی با ابعاد کوچک‌تر، مقاومت بیشتر دیوار را منجر می‌گردد.

تمایل دیوار به واژگونی زمانی که در راستای ضعیف بارگذاری می‌گردد را می‌توان از طریق محدود کردن نسبت‌های طول به ضخامت و ارتفاع به ضخامت همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، کاهش داد. توصیه می‌گردد که ابعاد بازشوهای درب و پنجره کوچک اختیار گردند.





شکل ۵) آسیب‌پذیری دیوارهای بنایی لاغر

آیین‌نامه‌های طراحی این نسبت‌ها (نسبت‌های طول به ضخامت و ارتفاع به ضخامت) را محدود می‌کنند. دیواری که در مقایسه با ضخامت خود خیلی بلند یا خیلی طویل باشد، در برابر بارگذاری لرزه‌ای روی راستای ضعیفش، آسیب‌پذیر خواهد بود.

مترجم: ابوالفضل فرقدانی

منبع:

https://theconstructor.org/earthquake/behavior-masonry-building-earthquake/14262/