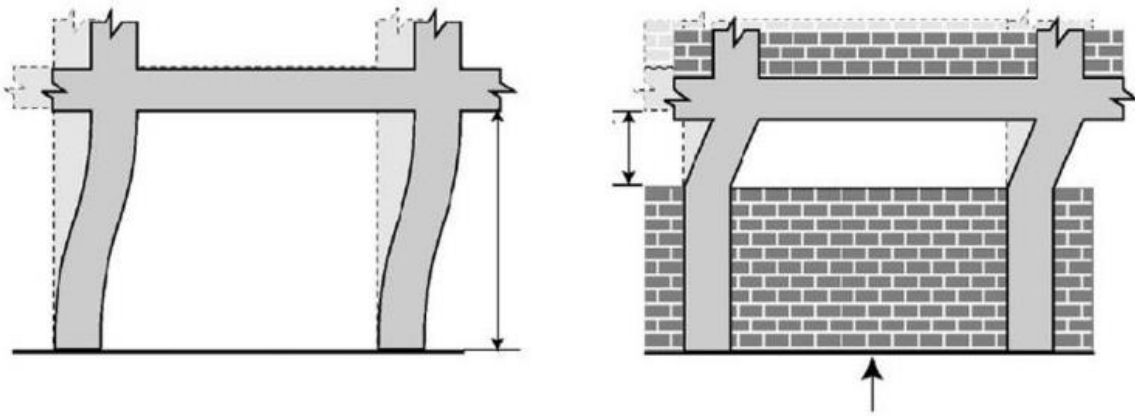
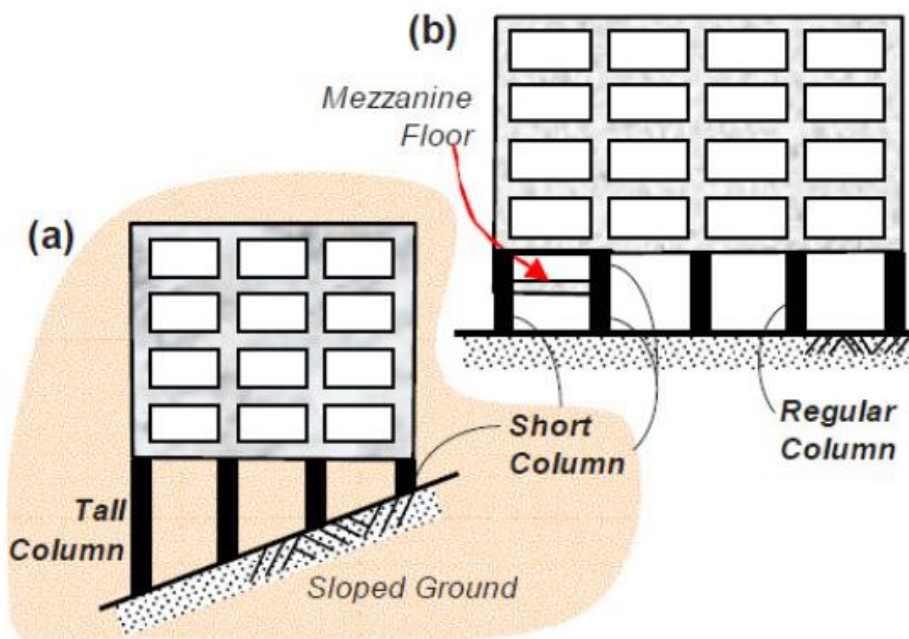


چرا ستون‌های کوتاه بیشتر در طول زلزله آسیب می‌بینند؟



چه ستون‌هایی کوتاه هستند؟

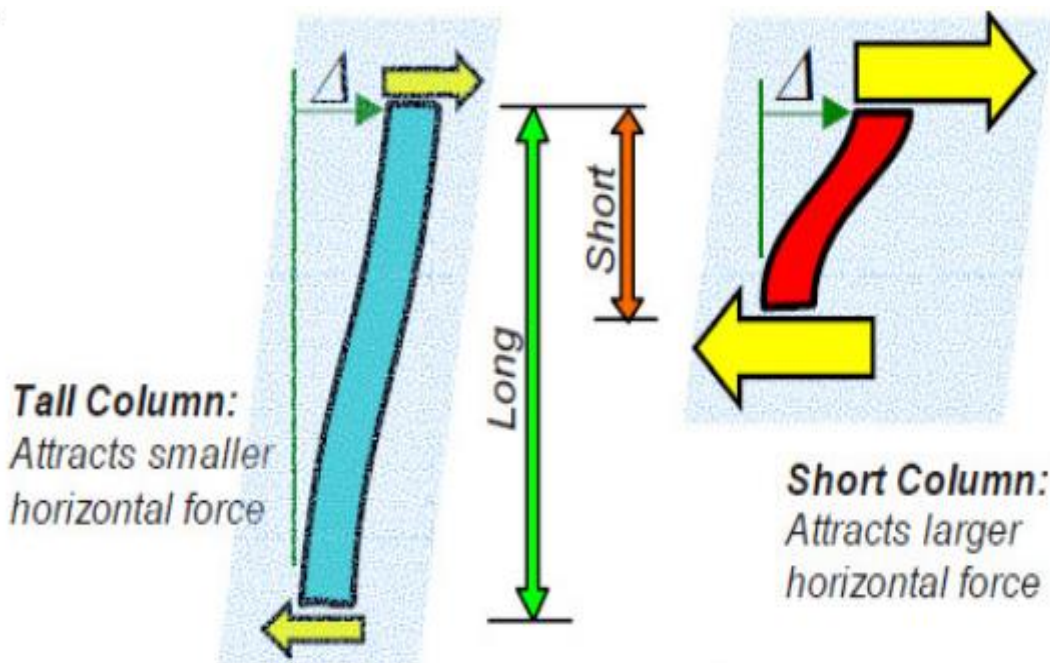
در طول زلزله‌های گذشته و در ساختمان‌هایی که دارای قاب‌های بتن مسلح (RC) و ستون‌هایی با ارتفاع‌های متفاوت در یک طبقه بودند، ستون‌های کوتاه‌تر در مقایسه با ستون‌های بلندتر در یک طبقه یکسان بیشتر آسیب دیدند. دو مثال از ساختمان‌های با ستون‌های کوتاه‌تر در شکل ۱ نشان داده شده است - ساختمان‌ها روی یک زمین شیب دار و ساختمان‌های با سقف کوتاه.



شکل ۱: ساختمان‌های با ستون کوتاه - دو مثال واضح از رخداد‌های رایج.

در حقیقت در طی یک زلزله ستون‌های کوتاه عملکرد ضعیفی دارند، به طوری که یک ستون بلند و یک ستون کوتاه با مقطع عرضی مشابه و مقدار دلتای یکسان به صورت افقی حرکت می‌کنند (شکل ۲)؛ اما ستون کوتاه در مقایسه با ستون بلند سخت‌تر است و در نتیجه نیروی زلزله بیشتری را جذب می‌کند. سختی یک ستون به معنای مقاومت در برابر تغییر شکل است - هر

چقدر سختی بیشتر باشد، نیروی لازم برای تغییر شکل آن بیشتر است. اگر یک ستون کوتاه به اندازه کافی برای چنین بار بزرگی طراحی نشده باشد، ممکن است در طول زلزله آسیب جدی ببیند. این رفتار، اثر ستون کوتاه نامیده می‌شود. خرابی در این ستون‌های کوتاه معمولاً به فرم ترک X است - این نوع تخریب ستون‌ها باعث گسیختگی برشی می‌شود.



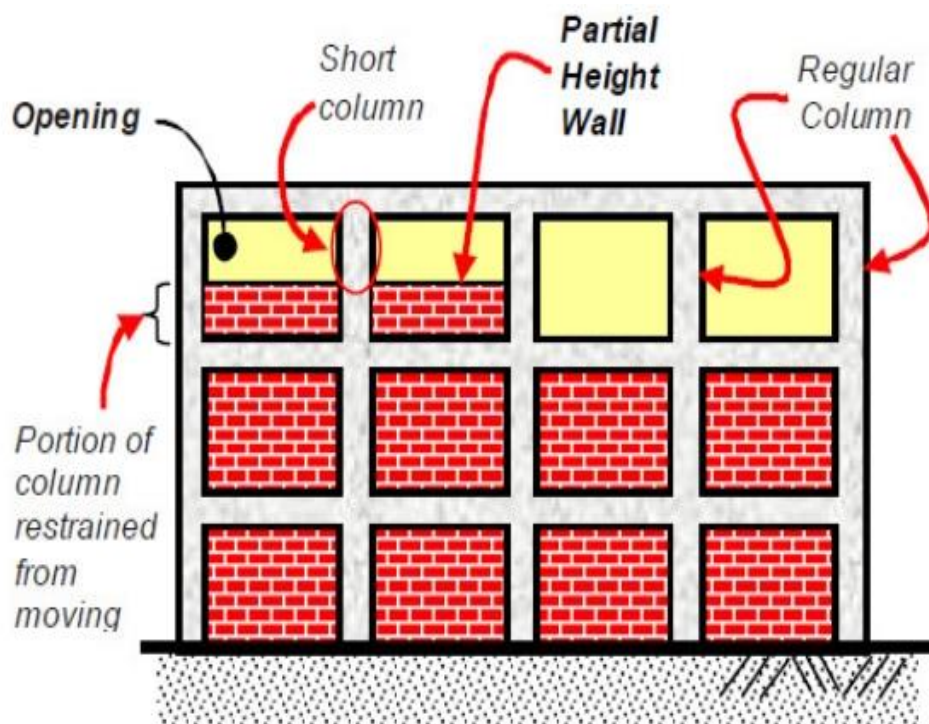
شکل ۲: ستون‌های کوتاه سخت‌ترند و در طول زلزله نیروهای بیشتری را جذب می‌کنند - این موضوع باید در طراحی در نظر گرفته شود.

رفتار ستون کوتاه

موقعیت‌های بسیاری با اثر ستون کوتاه در ساختمان‌ها پیش می‌آید. وقتی یک ساختمان روی زمین شیب دار ساخته می‌شود (شکل ۱a)، در طول لرزش زلزله همه ستون‌ها به مقدار یکسان و به صورت افقی در طول دال کف در یک طبقه حرکت می‌کنند، این عمل دیافراگم صلب کف نامیده می‌شود.

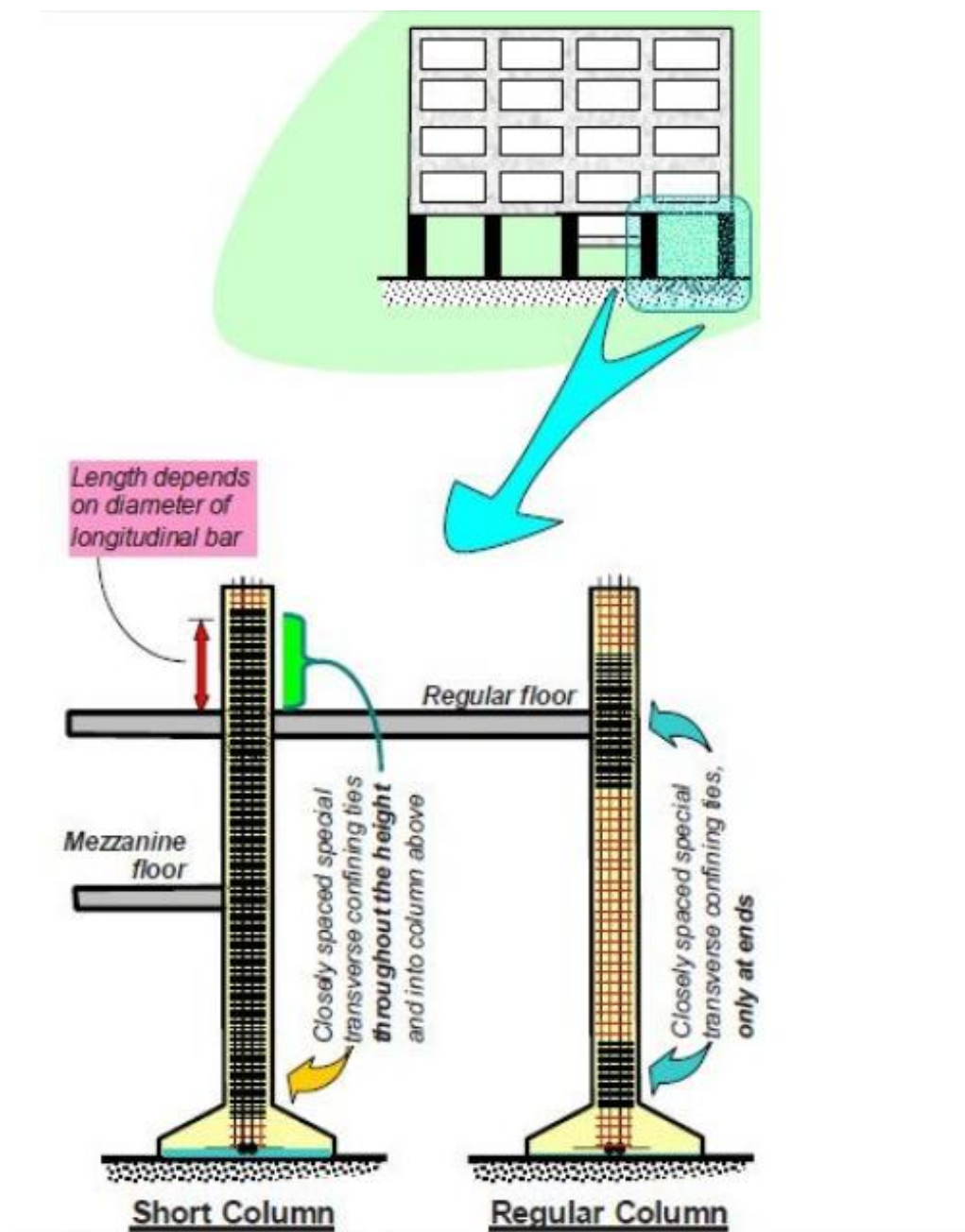
اگر هم ستون‌های کوتاه و هم ستون‌های بلند در یک طبقه وجود داشته باشند، ستون‌های کوتاه نیروی زلزله را چندین برابر بیشتر جذب می‌کنند و در مقایسه با ستون‌های بلند آسیب بیشتری می‌بینند.

اثر ستون کوتاه در ستون‌هایی که تکیه گاه طبقات با سقف کوتاه یا دال‌های اتاق‌های زیر شیروانی که بین دو طبقه منظم افزوده شده‌اند، هستند، نیز رخ می‌دهد. (شکل ۱ b).



شکل ۳: اثر ستون‌های کوتاه در ساختمان‌های RC وقتی دیوارهای جداکننده ارتفاع به ستون‌ها متصل می‌شود- اثر در اینجا واضح است زیرا دیوارهای میان قاب همیشه به‌عنوان المان‌های غیر سازه‌ای در نظر گرفته می‌شوند.

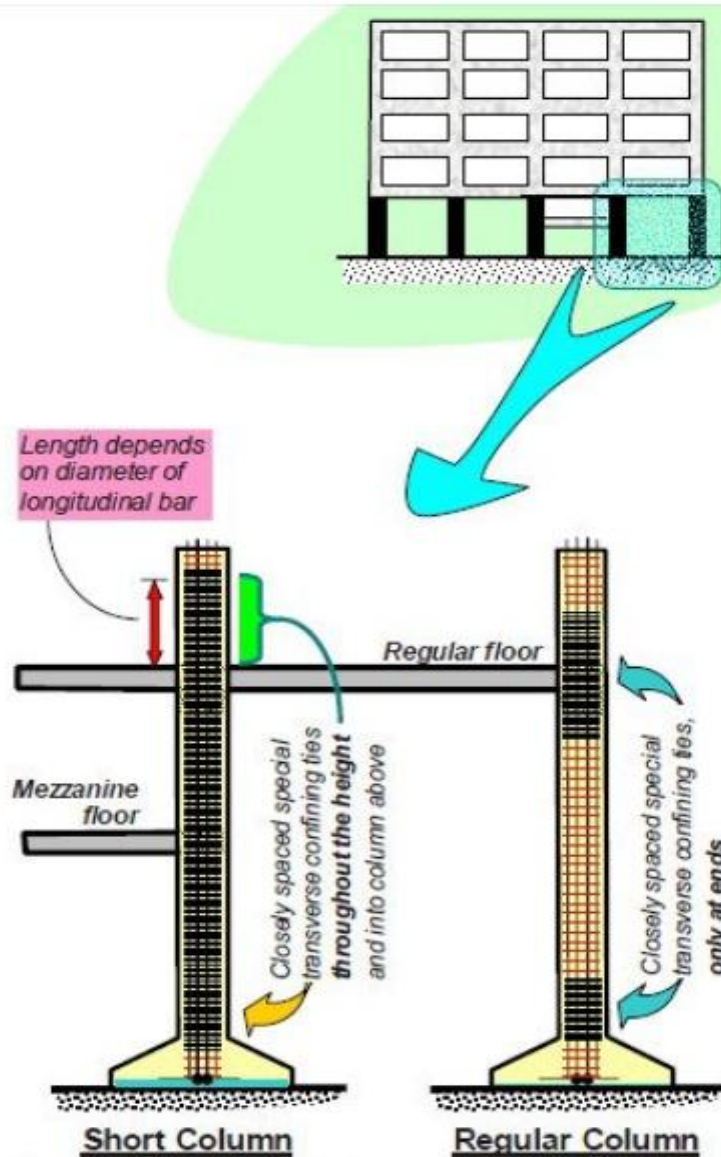
وقتی اثر ستون کوتاه رخ می‌دهد شرایط خاص دیگری در ساختمان‌ها وجود خواهد داشت. یک دیوار (بنایی یا RC) جداکننده ارتفاع را در نظر بگیرید که برای قرار گرفتن کامل یک پنجره در ارتفاع خاصی ساخته شده است. ستون‌های مجاور در حضور این دیوارها به‌عنوان ستون‌های کوتاه رفتار می‌کنند. در بسیاری از موارد، بقیه ستون‌های موجود در طبقه دارای ارتفاع معمولی هستند و دیواری به آن‌ها متصل نشده است. وقتی دال کف در طول زلزله به‌صورت افقی حرکت می‌کند، انتهای بالاتر این ستون‌ها تغییر مکان مشابهی را متحمل می‌شود (شکل ۳)؛ اما دیوارهای سخت کننده حرکت افقی بخش پایینی یک ستون کوتاه را مهار می‌کنند و این ستون با مقدار کامل در ارتفاع کوتاه مجاور بازشوی پنجره تغییر شکل می‌دهد. از سوی دیگر، ستون‌های منظم با ارتفاع کامل تغییر شکل می‌دهند. از آنجایی که ارتفاع مؤثری که در طول آن یک ستون کوتاه می‌تواند آزادانه خم شود کوچک است، انعطاف پذیری بیشتری را به حرکت افقی پیشنهاد می‌دهد و در نتیجه نیروی بزرگ‌تری در مقایسه با ستون منظم جذب می‌کند. در نتیجه، ستون کوتاه تخریب بیشتری را متحمل می‌گردد. شکل ۴ ترک X شکل را در یک ستون مجاور دیوارهای جداساز ارتفاع نشان می‌دهد.



شکل ۵: جزییات مقاوم سازی در یک ساختمان با اثر ستون کوتاه در بعضی ستون‌ها

راه حل

در ساختمان‌های جدید، در طول طراحی معماری از اثر ستون کوتاه باید تا حد ممکن اجتناب شود و اما زمانی که ممکن نیست از ستون‌های کوتاه اجتناب شود، این اثر باید در طراحی سازه لحاظ گردد. استاندارد هندی IS: 1993-13920 برای دیتیل بندی شکل پذیر سازه‌های RC نیازمند مقاوم سازی محدود کننده ویژه می‌باشد تا در برابر ارتفاع کامل ستون‌هایی که اثر ستون کوتاه را ممکن است متحمل شوند محافظت شود. مقاوم سازی محدود کننده ویژه (مثلاً، قیدهای بسته بافاصله کم) باید از زیر ستون کوتاه تا ستون‌هایی که به صورت عمودی با یک فاصله مشخص در بالا و پایین قرار دارند ادامه یابد مانند شکل ۵.



شکل ۵: جزئیات آرماتور گذاری در یک ساختمان با احتساب اثر ستون کوتاه در برخی از ستون‌ها

در ساختمان‌های موجود که دارای ستون‌های کوتاه هستند، راه‌های بهسازی مختلفی را می‌توان اعمال کرد تا از خرابی در زلزله‌های آینده جلوگیری شود. وقتی دیوارهای جداساز ارتفاع حضور دارند، ساده‌ترین راه حل، بستن بازشوها با ساختن یک دیوار با ارتفاع کامل است - این کار اثر ستون کوتاه را از بین می‌برد. اگر این کار ممکن نباشد، نیاز است که ستون‌های کوتاه با استفاده از یکی از تکنیک‌های بهسازی تدوین شده مقاوم سازی شوند. راه حل بهسازی باید توسط یک مهندس سازه با مهارت و دارای تجربه در زمینه طراحی ارائه شود.

مترجم: الهه رحیمی

منبع:

<http://struczone.com/why-are-short-columns-more-damaged-during-earthquakes/>