

بررسی روشهای بهسازی ساختمانهای مصالح بنایی بدون کلاف بندی

دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

استادیار پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

دکتر مسعود مکارچیان

استادیار دانشگاه بوعلی سینا.

علیرضا معصومی

دانشجوی کارشناس ارشد مهندسی سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس.

E-Mail: Reza56_n@yahoo.com

۱- چکیده

احداث ساختمانهای با مصالح بنایی در سطح وسیعی در کشور ما در حال اجراست و طبق آمارهای موجود، در حال حاضر یکی از پرتعدادترین نوع ساختمانها را در کشور تشکیل می دهند. آموزه های زلزله های گذشته حاکی از خسارات مالی و جانی فراوان این ساختمانها داشته که خود نشان از عملکرد نامناسب آنها بوده است. از طرفی رفتار پیچیده آنها که ناشی از رفتار ناهمگن، غیرخطی و صفحه ای بودن اجزاء آنهاست، باعث آن شده است که ساختمانهای با مصالح بنایی در ردیف ساختمانهای آسیب پذیر در برابر زلزله قرار گیرد، پس می توان گفت که بررسی این نوع ساختمانها چه برای طراحی ساختمانهایی که بعداً ساخته خواهند شد و چه برای مقاوم سازی ساختمانهای موجود ضروری به نظر می رسد. در این مقاله، ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای با مصالح بنایی غیر مسلح با استفاده از منحنی ظرفیت ساختمان که معرف مقاومت لرزه ای آنها نیز هست، مورد بررسی قرار می گیرد و در ادامه نحوه به دست آوردن خصوصیات مکانیکی و منحنیهای مقاومت برشی دیوارهای کلاف بندی شده به منظور برداشتن گام اول در جهت مدلسازی بیان می گردد. در مراحل بعد نحوه مدلسازی سه بعدی این ساختمانها با استفاده از نرم افزار مهندسی *SAP 2000*، که می تواند گامی موثر در جهت شناخت رفتار آنها، در حالتها و ابعاد مختلف کلاف گذاری باشد، بررسی می شود. سپس با تحلیل استاتیکی غیرخطی آنها و بررسی مدل های تحلیل شده می توان به تغییر مکان نسبی طبقات، میزان شکل پذیری و مکانیزم شکست در ساختمان دست یافت، که از جمله نتایج به دست آمده می توان به این موارد اشاره کرد که کاهش ابعاد کلافهای افقی باعث کاهش اتلاف انرژی و شکل پذیری در ساختمان می گردد و هنگامی که ابعاد کلافهای افقی و قائم با هم برابر و مساوی ضخامت دیوار می باشد از لحاظ تغییر مکان نسبی و شکل پذیری در ساختمان بهترین حالت مشاهده می شود، همچنین در ساختمانهایی که ابعاد کلافهای قائم آنها ضعیف بوده و کمتر از ضخامت دیوار می باشد، مکانیزم شکست در کلافها همراه با دیوارها و بیشتر در طبقه اول اتفاق افتاده است، به طوری که در تعدادی از مدلها، کلافها و دیوارهای طبقه دوم آسیبی ندیده اند.

کلید واژه ها : بهسازی، ساختمانهای مصالح بنایی ، کلاف بندی ، زلزله

۲- مقدمه

قبل از مدلسازی هر سازه‌ای، ابتدا می‌بایستی که خصوصیات سازه‌ای و خواص مصالح به کار رفته شده در المانهای آن تعیین شده باشد، چرا که این خواص هستند که رفتار سازه را تعیین می‌کنند، از این رو در این قسمت به ارزیابی ظرفیت برشی دیوارهای سازه‌ای، در ساختمانهای بنایی غیرمسلح و کلاف‌بندی شده پرداخته می‌شود تا با کمک این اطلاعات بتوان گامی در جهت مدلسازی دقیق‌تر برداشت

۲-۲ مقاومت برشی دیوارهای بنایی کلاف‌بندی

شده [۴]

بر اساس نظریه پائولی و پرستلی [۵]، حالات گسیختگی ساختمانهای بنایی به شرح زیر می‌باشند، که با استفاده از حالات گسیختگی بحرانی شماره‌های ۱ و ۲ می‌توان حداکثر مقاومت برشی دیوارهای کلاف‌بندی شده را به دست آورد:

۱- حالت گسیختگی برشی لغزشی دیوارهای بنایی که به صورت افقی است.

۲- حالت گسیختگی فشاری قطری، در این روش نیروی برشی بر اساس معادله پیشنهادی استافورد-اسمیت و کارتر [۷] محاسبه می‌شود که در این رابطه عرض مهاربند معادل توسط FEMA (306) [۱] به دست می‌آید.

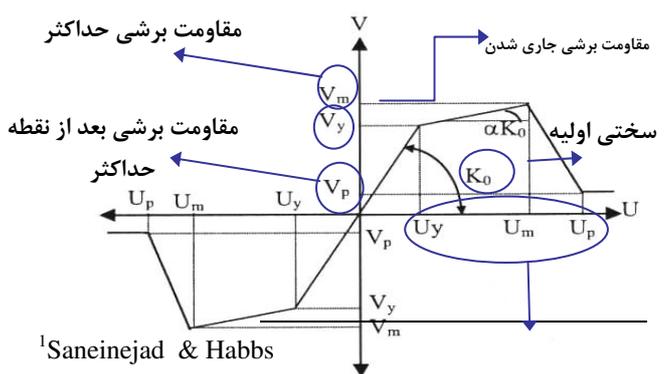
ترک خوردگی کششی قطری، که حالت گسیختگی عمومی نیست (صانعی نژاد و هابز، ۱، ۱۹۹۵) [۶].

گسیختگی کششی (خمشی) که برای ساختمان مورد مطالعه بر پایه مشاهدات، عموماً حالت گسیختگی بحرانی نیست.

۲-۲-۱ منحنی نیرو - تغییر مکان و خصوصیات

مکانیکی دیوارهای کلاف‌بندی شده

بیشترین مقاومت برشی به دست آمده از حالات گسیختگی اول و دوم، که از مقاومت برشی حداکثر دیوارهای بنایی (توصیه شده توسط آئین نامه ACI 530-88) کوچکتر است، به عنوان حداکثر مقاومت



¹Saneinejad & Habbs

۲-۱ ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمانهای با مصالح

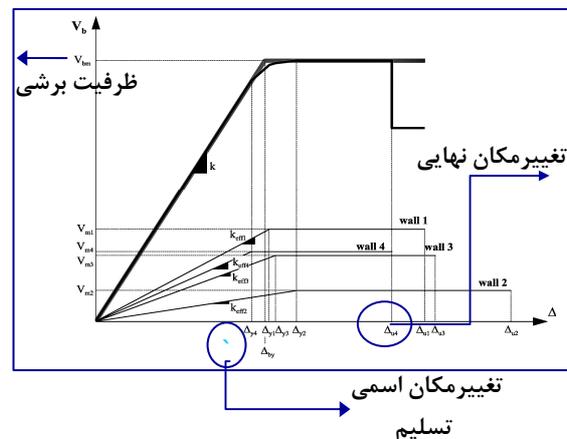
بنایی موجود غیرمسلح [۲،۳]

در روش ارائه شده در این بخش ظرفیت ساختمان برای مقاومت لرزه‌ای به وسیله منحنی ظرفیت سنجیده می‌شود،

در این راستا، منحنی ظرفیت ساختمان از روی هم‌گذاری منحنیهای ظرفیت تک‌تک دیوارهای باربر به دست می‌آید. فرض می‌شود که مقاومت لرزه‌ای ساختمان در هر جهت، از طریق دیوارهای باربر به کار رفته در همان جهت تأمین می‌شود. همچنین فرض می‌شود سقفها کاملاً صلب بوده، بنابراین فرض می‌شود و از اثر عواملی مانند پیچش و ضربه ساختمانهای مجاور چشم‌پوشی می‌گردد [۳،۲].

برای سقف و دیوار تغییرمکان مساوی فرض می‌شود و از اثر عواملی مانند پیچش و ضربه ساختمانهای مجاور چشم‌پوشی می‌گردد [۳،۲].

پارامترهای این منحنی عبارتند از:



شکل ۱ - منحنیهای ظرفیت دیوارها و ساختمان [۲،۳]

$$E_m = 33000 \frac{kg}{cm^2} \quad \text{مدول الاستیسیته بنایی:}$$

$$E_c = 240000 \frac{kg}{cm^2} \quad \text{مدول الاستیسیته بتن:}$$

تغییر مکانهای نظیر

مقاطع استفاده شده جهت تعریف کلافها و دیوارها از نوع مستطیلی^۳ است، در مورد کلافها ابعاد مشخص است، اما به منظور به دست آوردن مقاطع المانهای به کار رفته در مدلسازی دیوارها با فرض اینکه این المان دوسر گیردار است که برای این فرض تمهیداتی نیز به کار رفته، از رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$k = \frac{12 EI}{l^3} \quad (1)$$

چون برای هر دیوار مدول الاستیسیته، E ؛ سختی، k ؛ و ارتفاع، l ؛ مشخص است؛ لذا از رابطه (۱) مقدار ممان اینرسی، I ، به دست می‌آید که برای مقاطع مستطیلی با فرض برابر بودن عرض و عمق مقطع،

$$I = \frac{b^4}{12} \quad (2)$$

می‌باشد که از این رابطه ابعاد مقطع به دست می‌آید.

۳-۳ خصوصیات مفاصل

برای تعریف خصوصیات مفاصل در برنامه SAP 2000، در پنجره گفتگوی داده‌های خصوصیت مفصل قاب^۴، نمودار نیرو-تغییر مکان با استفاده از نقاط A، B، C، D، E مشخص می‌شود که این نقاط به صورت نسبتی از V_x و U_y هستند و با استفاده از خصوصیات مکانیکی دیوار به دست می‌آیند. لازم به ذکر است مفاصل به کار رفته در مدلسازی از نوع برشی^۵ V_2 است.

۳-۴ خصوصیات تحلیل رانش استاتیکی غیر خطی^۶

در این مدلسازی از رانش تا حد تغییر مکان^۷ برای اجرای تحلیل با تغییر مکان کنترل شده استفاده گردیده که این رانش معمولاً تا حد تغییر مکان معین در جهت کنترلی معین و در گره کنترلی معین انجام می‌گیرد که در تمامی مدلها، این رانش تا ۳۰ سانتیمتر و در جهت محور

شکل ۲- منحنی نیرو - تغییر مکان دیوارهای بنایی کلاف‌بندی شده [۴]
برشی دیوارهای بنایی در نظر گرفته می‌شود، همچنین پارامترهای منحنی مقاومت توسط روابط ارائه شده در مرجع شماره [۴] محاسبه می‌شوند.

۳-۳ مدلسازی ساختمانهای بنایی

بعد از تقسیم‌بندی دیوارها با توجه به محل قرارگیری بازشوها و کلافها در ساختمان و به دست آوردن خصوصیات مکانیکی هر دیوار که همان پارامترهای منحنی مقاومت است، نوبت به مدلسازی سه‌بعدی ساختمان و جایگزینی عضوهای معادل به جای دیوار فرا می‌رسد. لذا مواردی که در این بخش توضیح داده خواهد شد، اقداماتی است که در جهت مدلسازی ساختمانهای بنایی با استفاده از نرم‌افزار SAP 2000 (Nonlinear Version 7.44) انجام شده است.

۳-۱ ترسیم مدل

جهت ترسیم مدل ساختمان با استفاده از ابزارهای ترسیم، به جای هر دیوار از یک المان معادل قائم استفاده می‌گردد به طوری که ارتفاع این المان برابر با ارتفاع دیوار است و در وسط طول دیوار قرار می‌گیرد، همچنین در وسط ارتفاع این المان یک مفصل برشی (V_z) با استفاده از خصوصیات دیوار، قرار می‌گیرد. در مورد دیوارهایی که دارای بازشو هستند، ابتدا تقسیم‌بندی و سپس مدلسازی می‌شوند. همچنین کلافهای افقی و قائم به صورت معمول همانند مقاطع بتنی ترسیم می‌گردند.

۳-۲ خصوصیات مصالح و ابعاد مقاطع

قبل از اینکه نوع مقطع تعریف گردد، باید خصوصیات مصالح آن را مشخص نمود، در این مدلسازی از بتن و مصالح بنایی، جهت مدلسازی کلافها و دیوارهای بنایی استفاده شده است که مدول الاستیسیته^۲ آنها به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

³ Rectangular

⁴ Frame Property Data

⁵ Shear

⁶ Pushover

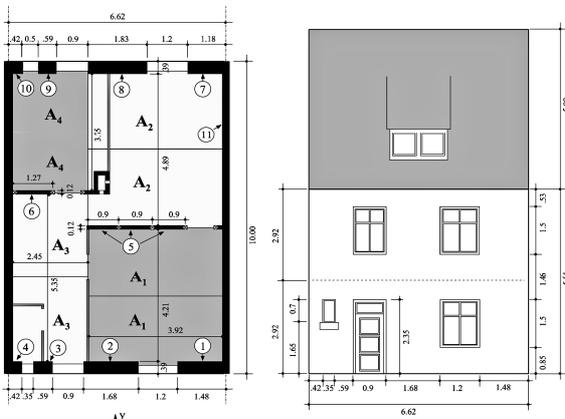
² Modulus of Elasticity

گرفته‌اند، همچنین به منظور وارد کردن خصوصیات واقعی اتصال کلافهای قائم و افقی، کلافهای افقی در محل گره اتصال با کلافهای قائم از لنگر خمشی مطابق شکل (۳-۵) آزاد می‌گردد که این لنگرها، شامل لنگر اصلی^{۱۳} و لنگر فرعی^{۱۴} ۲۲ می‌باشند.

۴- معرفی مدلها و تحلیلهای انجام شده

در این قسمت به معرفی مدلها و نتایج حاصل از تحلیل آنها پرداخته می‌شود. مدلها بر اساس محل قرارگیری کلافها و همچنین ابعاد آنها، نامگذاری و تفکیک می‌شوند که برای هر مدل بعد از اعمال این تغییرات، خصوصیات مکانیکی دیوارها دوباره محاسبه می‌گردد؛ سپس با اتمام مدلسازی و انجام تحلیل پوش‌آور، نتایج حاصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

برای این منظور شکل زیر نما و پلان یک ساختمان با مصالح بنایی غیرمسلح مسکونی در شهر باسل در کشور سوئیس را نشان می‌دهد که با حالتها و ابعاد مختلف کلاف‌گذاری، مدلسازی و سپس مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.



شکل ۳- نما و پلان یک ساختمان با مصالح بنایی غیرمسلح مسکونی در شهر باسل [۲،۳]

مدلها بر اساس محل قرارگیری کلافها از شماره ۱ تا ۶ شماره‌گذاری شده که مدل شماره ۱ حالت بدون کلاف، و سایر مدلها حالت‌های مختلف کلاف‌گذاری را نشان می‌دهند، که نحوه قرارگیری کلافها در ساختمان در شکل‌های شماره ۴ تا ۸ نمایش داده شده است.

$(U_1) X$ و به گره مرکز جرم طبقه دوم ساختمان که در دیافراگم سقف قرار دارد اعمال می‌گردد.

همچنین از الگوی بار استاتیکی از پیش تعریف شده با نام D_x برای توصیف بار جانبی و توزیع مثلثی آن بر روی سازه استفاده شده است. و بارهای مرده و زنده نیز به صورت بار متمرکز بر روی گره‌های دیوارهای باربر وارد می‌شود.

۳-۵ قیدهای گرهی^۸، وابستگی گره‌ها^۹ و آزادی انتهای آلمانها^{۱۰}

تمامی گره‌های موجود در دوسر المانهای دیوار بجز آنهایی که در داخل دیافراگم قرار گرفته‌اند تنها در جهت محور X قادر به تغییرمکان هستند و سایر درجات آزادی آنها مقید شده است که در این صورت این المانها، به صورت ستون دوسر گیردار عمل می‌کنند و فرضیات بیان شده در بخش قبل را تکمیل می‌نمایند؛ اما در مورد گره‌هایی که مربوط به المانهای دیوار هستند و در داخل دیافراگم قرار گرفته‌اند، تغییرمکان در جهت محور Z و همچنین چرخش حول محورهای X و Y آنها مقید شده است، در مورد گره‌های مربوط به کلافها هیچگونه قیدی به کار نرفته است و کلیه گره‌هایی که در تراز کف بر روی زمین قرار گرفته‌اند گیردار فرض شده‌اند.

گره‌هایی هم تراز با گره‌های دوسر المانهای دیوار، بر روی کلافهای اطراف تعبیه شده که به یکدیگر در جهت محور X وابستگی یکسان^{۱۱} دارند که این وابستگی سبب می‌شود تا تمامی گره‌های وابسته در جهت مورد نظر همراه با هم با تغییرمکانهای مساوی حرکت کنند، به طوری که هر اندازه کلافهای اطراف تغییرمکان دهند به همان اندازه نیز دیوارها جابه‌جا می‌شوند.

وابستگی دیگر، وابستگی دیافراگم^{۱۲} است که سبب می‌شود تا تمامی گره‌های وابسته، همراه با هم به صورت یک دیافراگم صفحه‌ای حرکت کنند که در اینجا تمام گره‌های موجود در سقفها، در داخل دیافراگم قرار

⁸ Joint Restraints

⁹ Joint constraints

¹⁰ End Release

¹¹ Equal constraint

¹² Diaphragm constraint

¹³ Moment 33 (Major)

¹⁴ Moment 22 (Minor)

شماره مدل	ابعاد کلاف قائم (cm)	ابعاد کلاف افقی (cm)
۱	مدل بدون کلاف	مدل بدون کلاف
۱-۲	۴۰×۴۰	۳۹×۲۶
۲-۲	۴۰×۴۰	۴۰×۴۰
۳-۲	۲۰×۲۰	۳۹×۲۶
۴-۲	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰
۵-۲	۶۰×۶۰	۳۹×۲۶
۶-۲	۶۰×۶۰	۶۰×۶۰
۱-۳	۴۰×۴۰	۳۹×۲۶
۲-۳	۴۰×۴۰	۴۰×۴۰
۳-۳	۲۰×۲۰	۳۹×۲۶
۴-۳	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰
۵-۳	۶۰×۶۰	۳۹×۲۶
۶-۳	۶۰×۶۰	۶۰×۶۰
۱-۴	۴۰×۴۰	۳۹×۲۶
۲-۴	۴۰×۴۰	۴۰×۴۰
۳-۴	۲۰×۲۰	۳۹×۲۶
۴-۴	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰
۵-۴	۶۰×۶۰	۳۹×۲۶
۶-۴	۶۰×۶۰	۶۰×۶۰
۱-۵	۴۰×۴۰	۳۹×۲۶
۲-۵	۴۰×۴۰	۴۰×۴۰
۱-۶	۴۰×۴۰	۳۹×۲۶

شکل ۸- نحوه کلاف گذاری در مدل شماره ۶

جدول (۱) نامگذاری مدل‌های تحلیل شده و خصوصیات آنها

لازم به ذکر است که مدلها براساس ابعاد مختلف کلافهای افقی و قائم به چند زیرمجموعه نیز تقسیم می‌شوند، به طوریکه مدل‌های شماره ۲ و ۳ و ۴ هر کدام با ۶ حالت و مدل شماره ۵ با دو حالت و مدل شماره ۶ با یک حالت مختلف، مدل‌سازی و مطابق جدول شماره (۱) نامگذاری شده‌اند.

۴-۱ تاثیر ابعاد کلافهای افقی و قائم در رفتار ساختمان

در این حالت معیار مقایسه، منحنی تغییرمکان نسبی طبقات بوده که این منحنی با تغییرمکان هدف یکسان برای تمامی مدلها به دست آمده است.

در این مقایسه، بیشترین تغییرمکان نسبی در طبقه اول و کمترین تغییرمکان نسبی در طبقه دوم مربوط به مدل‌هایی است که دارای



شکل ۴- نحوه کلاف گذاری در مدل شماره ۲



شکل ۵- نحوه کلاف گذاری در مدل شماره ۳



شکل ۶- نحوه کلاف گذاری در مدل شماره ۴

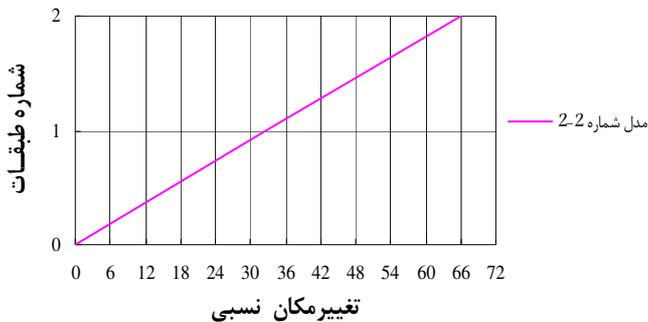


شکل ۷- نحوه کلاف گذاری در مدل شماره ۵

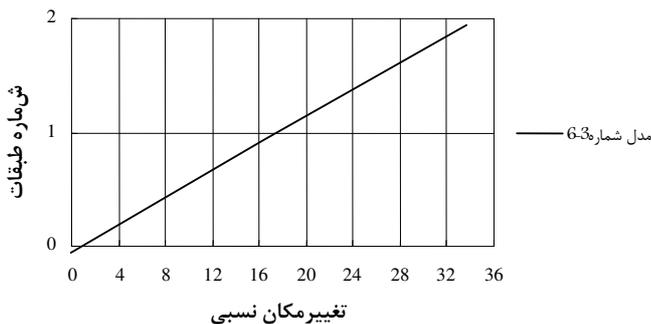


شکل ۱۰- منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۳، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۳-۳ (۱۸/۲۹ میلیمتر) بر ساختمان

در مورد ترتیب شکست و یا انهدام مدلها می‌توان گفت که در مدل شماره ۲ ساختمانهای با ابعاد کلافهای افقی و قائم ۴۰×۴۰ سانتیمتر، قادر به تحمل بیشترین تغییرمکان با حفظ انسجام ساختمان بوده‌اند و این در حالیست که در مدلهای شماره ۳ و ۴، همین حالت برای ساختمانهای با کلافهای افقی و قائم به ابعاد ۶۰×۶۰ سانتیمتر اتفاق افتاده است، ولی حتی در این مدلهای اخیر نیز همچنان مشاهده می‌شود که ساختمانهای با ابعاد کلافهای افقی و قائم ۴۰×۴۰ سانتیمتر با تغییرمکانی بسیار نزدیک و در آخرین مرحله قبل از آنها دچار گسیختگی شده‌اند.



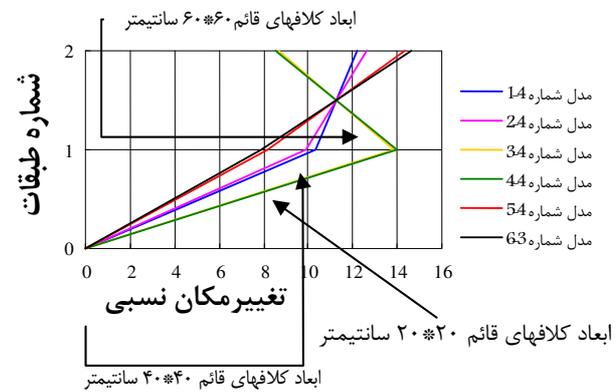
شکل ۱۲) منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۲، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۲-۲ (۹۸/۶۳ میلیمتر) بر ساختمان



شکل ۱۳- منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۳، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۲-۳ (۴۰/۶۳ میلیمتر) بر ساختمان

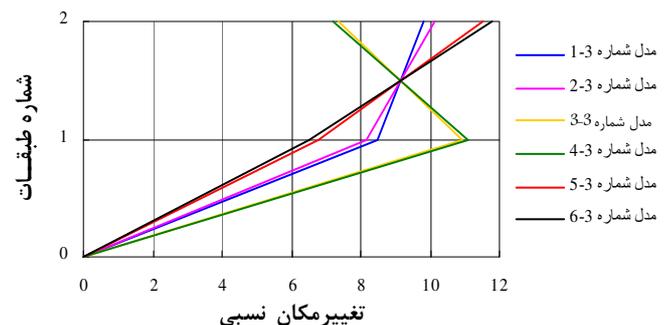
کمترین ابعاد کلافهای قائم (۲۰×۲۰ سانتیمتر) هستند، همچنین در این مدلها همواره تغییرمکان نسبی در طبقه دوم از طبقه اول کمتر بوده است. اما برعکس این حالت، در زیرمجموعه‌های شماره ۵ و ۶ مدلها، با کمترین تغییرمکان نسبی در طبقه اول و بیشترین آن در طبقه دوم اتفاق افتاده است؛ همچنین این مدلها دارای بزرگترین ابعاد کلافهای قائم در میان سایر مدلها هستند (۶۰×۶۰ سانتیمتر).

در مورد زیرمجموعه‌های شماره ۱ و ۲ مدلها، با توجه به ابعاد کلافهای قائم آنها (۴۰×۴۰ سانتیمتر)، تغییرمکان نسبی هر دو طبقه حالت بینابینی را نشان می‌دهد که همواره تغییرمکان نسبی طبقه اول آنها از طبقه دوم کمتر بوده است.

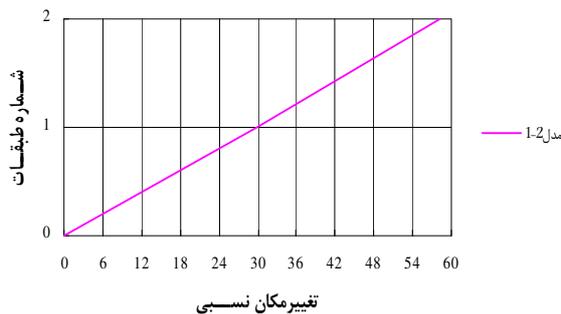


شکل ۹- منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۲، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۴-۲ (۱۶/۸۱ میلیمتر) بر ساختمان

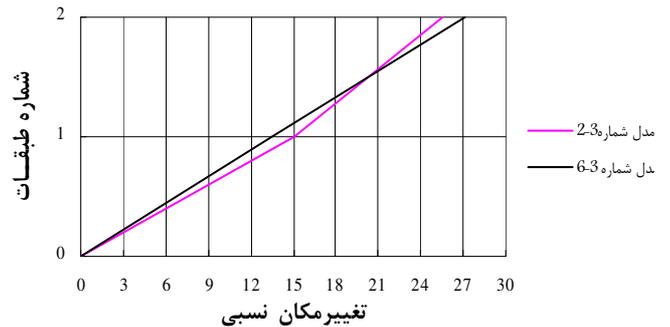
همچنین تاثیر ابعاد کلافهای افقی در هر دو مدلی که دارای کلافهای قائم یکسانی هستند نیز قابل بررسی است، و همواره مدلی که دارای ابعاد کلافهای افقی کوچکتری است، تغییرمکان نسبی طبقه اول آن بیشتر و تغییرمکان نسبی طبقه دوم آن نسبت به مدل دیگر کمتر بوده است، ولی در مجموع رفتار بسیار مشابهی داشته‌اند.



مورد) دیرتر از سایر مدلها و با تغییرمکان بیشتری دچار خرابی شده است.



شکل ۱۶- منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های شماره ۱ مدلها، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۲-۱ (۸۸/۰۹ میلیمتر) بر ساختمان

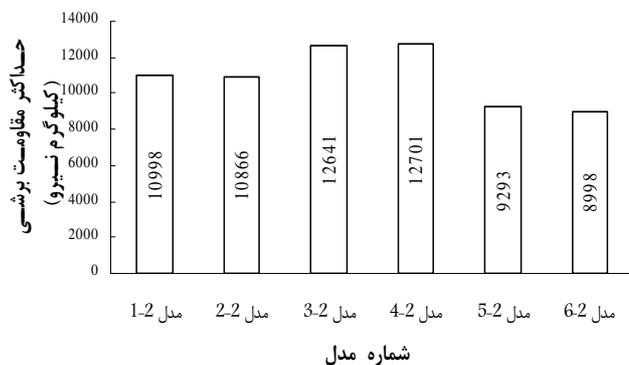


شکل (۱۴) منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۳، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۳-۶ (۵۰/۱۳ میلیمتر) بر ساختمان

۳-۴ تاثیر ابعاد کلافهای افقی بر حداکثر مقاومت

برشی دیوارها

جهت بررسی تاثیر ابعاد کلافهای افقی بر حداکثر مقاومت برشی دیوارها، نمودارهای حداکثر مقاومت برشی آنها بر اساس شماره مدل، به صورت میله‌ای ترسیم گردید، همانطور که مشاهده می‌شود، حداکثر مقاومت برشی، در بین دو دیواری که ابعاد کلافهای قائم آنها یکسان است، با کاهش ابعاد کلاف افقی، افزایش می‌یابد.

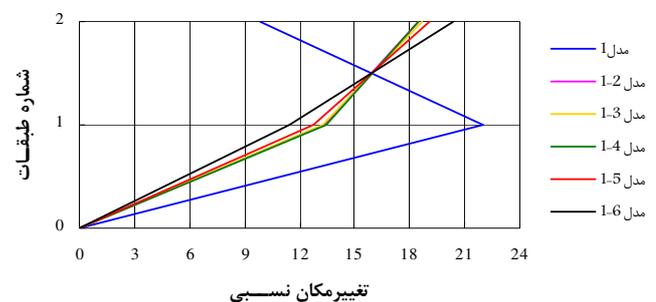


شکل ۱۷- نمودار حداکثر مقاومت برشی دیوار شماره ۲ در زیرمجموعه‌های مدل ۲



۲-۴ تاثیر محل کلافها در رفتار ساختمان

همانطور که از منحنیهای تغییرمکان نسبی طبقات نتیجه می‌شود، کمترین تغییرمکان نسبی در طبقه اول و بیشترین آن در طبقه دوم متعلق به مدل شماره ۶ می‌باشد که دارای بیشترین تعداد کلافهای قائم در ساختمان است و برعکس این حالت، یعنی هنگامی که ساختمان بیشترین تغییرمکان نسبی را در طبقه اول و کمترین آن را در طبقه دوم دارد، در مدل شماره ۱ که مدل بدون کلاف‌بندی می‌باشد، اتفاق افتاده است همچنین سایر مدلها رفتار مشابهی نسبت به یکدیگر داشته‌اند، به طوری که در بعضی حالات منحنیها بر هم منطبق می‌باشند



شکل ۱۵- منحنی تغییرمکان نسبی طبقات در زیرمجموعه‌های شماره ۱ مدلها، در اثر اعمال تغییرمکان شکست مدل ۱ (۳۱/۸۶ میلیمتر) بر ساختمان

اگر ترتیب شکست و یا گسیختگی ساختمانها مورد بررسی قرار گیرد، در اکثر حالات مدل شماره ۱ زودتر از بقیه و مدل شماره ۲ (بجز یک

شکل ۱۸- نمودار حداکثر مقاومت برشی دیوار شماره ۶ در زیرمجموعه‌های

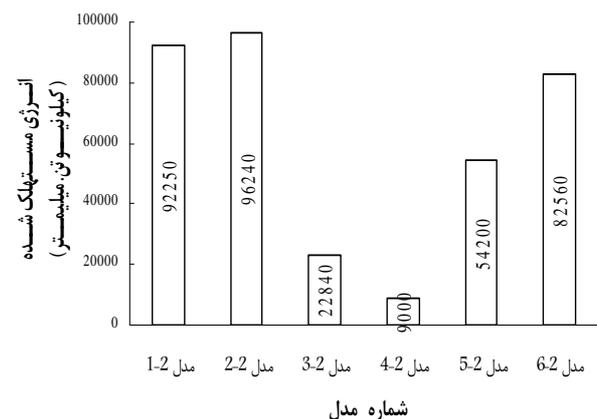
مدل ۳

۴-۴ تاثیر حالات مختلف کلاف‌گذاری در ظرفیت

شکل‌پذیری ساختمان

در این قسمت با استفاده از محاسبه سطح زیر منحنیهای پوش‌آور، می‌توان میزان انرژی جذب شده (مستهلك شده) توسط ساختمان و در نتیجه شکل‌پذیری آن را در تمامی مدلها بررسی و مقایسه کرد. برای این منظور نمودارهای جذب انرژی برای تمامی مدلها ترسیم گردیده است.

با بررسی نمودارهای اتلاف انرژی ساختمان، مشاهده می‌شود که مدل شماره ۲ در زیر مجموعه‌های شماره ۱ تا ۳، دارای بیشترین میزان اتلاف انرژی ساختمان در بین سایر مدلها است، و بجز در مدل شماره (۲-۴)، که می‌تواند به علت فاصله کلافها نسبت به ابعاد ضعیف آنها به همراه رفتار ترد ساختمانهای بنایی باشد، در سایر زیر مجموعه‌ها، اختلاف زیادی با حداکثر اتلاف انرژی که در مدلهای دیگر رخ داده است، ندارد و اتلاف انرژی و شکل‌پذیری قابل قبولی را از خود نشان داده است.



شکل ۱۹- نمودارهای جذب انرژی در زیرمجموعه‌های مدل شماره ۲

همچنین در اکثر مدلها، کاهش ابعاد کلافهای افقی باعث کاهش اتلاف انرژی در ساختمان گردیده است و در مواقعی که ابعاد کلافهای افقی و قائم با یکدیگر برابر است، اتلاف انرژی در ساختمان به

نسبت مدلهای مشابه که در آن ابعاد کلافهای قائم از کلافهای افقی بزرگتر است، بیشتر بوده است، همچنین ساختمانهایی که دارای ابعاد کلافهای قائم 20×20 سانتیمتر هستند که این ابعاد از ضخامت دیوار نیز کمتر است، کمترین اتلاف انرژی را در بین سایر مدلها داشته‌اند.

۴-۵ بررسی مکانیزم شکست در حالات و ابعاد مختلف

کلاف‌گذاری

در بررسی مکانیزم‌های شکست، حالات تغییر شکل ساختمان در نرم‌افزار SAP 2000 بعد از تحلیل پوش‌آور، بررسی شده است که در همه زیر مجموعه‌های مدل شماره ۲، کلافها دچار خرابی و گسیختگی شده‌اند. با این تفاوت که، هنگامی که ابعاد کلافهای قائم 20×20 سانتیمتر بوده است (زیر مجموعه‌های شماره ۳ و ۴)، شکست در کلافها همراه با دیوار اتفاق افتاده است در حالی که در بقیه حالات دیوارها زودتر از کلافها گسیخته شده‌اند.

در زیر مجموعه‌های شماره ۳ و ۴ این مدلها که ابعاد کلافهای قائم 20×20 سانتیمتر می‌باشد، بیشتر از هنگامی که این ابعاد 60×60 سانتیمتر است کلافها دچار خرابی شده‌اند ولی در مجموع این آسیب کمتر از مدل شماره ۲ بوده است. در مدلهای شماره ۵ و ۶ هیچ کلافی دچار خرابی نشده و در این مدلها تنها دیوارها گسیخته شده‌اند.

در ادامه این نکته نیز قابل بیان است که در ساختمانهایی که ابعاد کلافهای قائم آنها 20×20 سانتیمتر بوده است، همواره عمده آسیبها چه در کلافها و یا دیوارها در طبقه اول اتفاق افتاده و در بسیاری از مدلها طبقه دوم آسیب چندانی ندیده است که تغییر مکان نسبی این ساختمانها در طبقه اول موید این موضوع است.

۵- نتیجه‌گیری

در این بخش با توجه به مطالبی که تاکنون بیان گردید، نتیجه‌گیری‌های کلی به صورت زیر بیان می‌گردد:

۱- ساختمانهایی که ابعاد کلافهای قائم آنها، با ضخامت دیوار برابر است (که در مدلهای تحلیل شده این اندازه 40×40 سانتیمتر می‌باشد) در مقایسه تغییر مکان نسبی طبقات، حالت مناسب‌تری را نسبت به سایر

- ۱۰- کاهش ابعاد کلافهای افقی و افزایش توأم ارتفاع دیوار باعث افزایش مقاومت برشی دیوارها می‌گردد.
- ۱۱- دیوارهایی که به کلافهای اطراف متصل نمی‌باشند، تغییر در ابعاد کلافها تاثیر ناچیزی در خصوصیات مکانیکی آنها می‌گذارد.

مراجع

- ۱- FEMA 306, 1998, Evaluation Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Building, Applied Technology council (ATC-43 Project).
- 2- Lang, K., 2002, Seismic Vulnerability Of Existing Buildings, Swiss Federal Institute Of Technology.
- 3- Lang, K., and Bachman, H., 2003, On The Seismic Vulnerability Of Existing UnReinforced Masonry Buildings, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 7, No. 3, pp. 407-426.
- 4- Mostafaei, H., and Kabaeyasawa, T., 2004, Effect of Infill Masonry Walls on The Seismic Response of Reinforced Concert Building Subjected, Bull. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, vol. 79, pp.133-156.
- 5-T. Paulay, M. J. N. priestley, 1992, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley & Sons, Inc.
- 6- Saneinejad, A., and Hobbs, B., 1995, Inelastic Design of Infilled Frames, Journal of Structural Engineering ASCE; 121(4), pp.634-650.
- 7- Stafford-Smith and Cartor, 1969, A Method of Analysis for Infilled Frames, Proceedings of the Institute of Civil Engineers, 44, PP. 31-48
- مدلها نشان می‌دهد، همچنین این مدلها، با حفظ انسجام ساختمان قادر به تحمل تغییر مکان زیادی بوده‌اند.
- ۲- کاهش ابعاد کلاف افقی باعث افزایش تغییر مکان نسبی در طبقه اول و کاهش آن در طبقه دوم می‌شود. همواره در بین دو مدلی که دارای کلافهای قائم یکسانی هستند، مدلی که دارای ابعاد کلافهای افقی کوچکتری است، نسبت به مدل دیگر زودتر دچار گسیختگی شده است.
- ۳- در ساختمانهایی که ابعاد کلافهای افقی در آنها از کلافهای قائم بزرگتر است، شکست در ساختمان زودتر از سایر مدلها اتفاق افتاده است.
- ۴- اتلاف انرژی و شکل پذیری در ساختمانهایی که ابعاد کلافهای قائم و افقی در آنها کمتر از ضخامت دیوار می‌باشد، دارای کمترین مقدار است.
- ۵- کاهش ابعاد کلافهای افقی، باعث کاهش اتلاف انرژی و شکل پذیری در ساختمان می‌شود.
- ۶- در تمامی مدلها، هنگامی که ابعاد کلافهای افقی و قائم با همدیگر برابرند، اتلاف انرژی و ظرفیت شکل پذیری در آنها بیشتر بوده است.
- ۷- اتلاف انرژی و شکل پذیری در حالت شماره ۱ که حالت بدون کلاف را نشان می‌دهد، همواره کمتر از شکل پذیری در زیر مجموعه‌های شماره ۱، ۲، ۵ و ۶ مدلها که ابعاد کلافهای قائم آنها 40×40 و 60×60 سانتیمتر است، می‌باشد حتی هنگامی که ابعاد کلافها از ضخامت دیوار نیز بیشتر بوده است، اتلاف انرژی و شکل پذیری بهتری نسبت به مدل شماره ۱ مشاهده شده است.
- ۸- افزایش تعداد کلافهای قائم با فواصل کم در ساختمان باعث بهبود رفتار آنها نمی‌شود، بطوری که در مدل شماره ۲ که فاصله مرکز به مرکز کلافها تقریباً $6/5$ متر است بهترین رفتار و شکل پذیری در ساختمان مشاهده شده است. همچنین در این مدل ساختمان با بیشترین تغییر مکان دچار شکست شده است. همانطور که از نتایج مدل شماره ۱ بر می‌آید، نبود کلاف در ساختمان باعث کاهش اتلاف انرژی و شکل پذیری و شکست زود هنگام آنها می‌گردد.
- ۹- در ساختمانهایی که ابعاد کلافهای قائم آنها ضعیف بوده و کمتر از ضخامت دیوار می‌باشد، مکانیزم شکست در کلافها همراه با دیوارها و بیشتر در طبقه اول اتفاق افتاده است، بطوری که در تعدادی از مدلها، کلافها و دیوارهای طبقه دوم آسیبی ندیده‌اند که کاهش تغییر مکان نسبی طبقه دوم نسبت به اول در این مدلها موید این موضوع است.

A Study Of Upgrading Methods Of Masonry Buildings without Stringing

ABDOLREZA SATOGADAM

Assistant Professor of International Seismology Research Center

MASOUD MAKARCHYAN

Assistant Professor of the University of Abu-Ali Sina

ALIRZA MASOMIE

Islamic Azad University , Bandar Abbas branch

Reza56-n@yahoo.com

Abstract

Constructing masonry building has been done in a large scale in our country . According to the recorded statistics, it comprises the majority of building in our country . the loss of life and property as the result previous earthquakes reveals that masonry building have not functioned properly .Meanwhile, their complex behaviors resulted from the heterogenous, nonlinear, and plate behavior of its components has brought about their damages in earthquakes, Therefore, it is essential to study these buildings and to preserve the buildings against earthquakes .This paper deals with the assessment of the vulnerability of unarmored masonry buildings by the use of building capacity curve representing the resistance . It also concerns with the way to find mechanical characteristics and shearing resistance curves of masonry walls to show the initial step in modeling . The way of constructing a tridimensional model of these building by using the SAP2000 engineering software would be helpful in understanding their behavior in different forms of stringing Their nonlinear static analysis and the study of analyzed models can help us understand the relative movement of stories, the degree of ductility and the collapse mechanism in the building . One of the results obtained is that the reduction of the dimensions of horizontal strings would reduce the waste of energy and the ductility in construction . When the dimensions of the horizontal and vertical strings are equal and as thick as the wall strings , the optimal relative movement and ductility in the buildings are observed . In addition , in buildings with weak and thinner vertical in the strings with the walls and mostly on the first story has happened in such a way that in some models , strings and walls on the second story have not collapsed

Keywords: masonry building , stringing Earthquake , Upgrading