فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال ششم، شماره ۸۴، بهار ۱۴۰۱، ص ۵۷۳-۵۶۵

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

تعیین نقش زلزله در میزان خرابی های ایجاد شده در سازه های بتنی

سید مجتبی بابارسولی [۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۲/۰۱

چکیده

خطرهای زمین لرزه تاثیرات مستقیم مانند گسیختگی گسل های زمین، تکان زمین، روانگرایی خاک و تاثیرات غیر مستقیم از قبیل سونامی، سیل، زمین لغزه و آتشسوزی می باشد. هرکدام از تاثیرات فوق می تواند در خسارت ساختمان نقش مهمی داشته و سطح عملکرد در ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد. محدوده نزدیک گسل معمولا در محدوده ۱۵ کیلومتری از گسل فعال فرض میشود. منحنی های شکنندگی یکی از ابزارهای مفید برای ارزیابی احتمالاتی خرابی سازه ها می باشند. در این مطالعه به بررسی نقش زلزله در میزان خرابی های ایجاد شده در سازه های بتنی پرداخته شده است. در ساختمان های بتنی به علت این که انسان در ساخت بتن که ماده اصلی و سازه ای در این نوع از ساختمان ها تلقی میشود نقشی اساسی دارد لذا با قصور در هر یک از گامهای تهیه بتن که شامل نوع و جنس مصالح انتخابی، دانه بندی، نسبت بیش از اندازه آب به سیمان و یا هر گونه مواردی از این قبیل که در نهایت منتج به کاهش مقاومت مورد انتظار طراحی بتن شود، میتواند باعث ایجاد ضعف سازه ای در ساختمان مورد نظر گردد.

واژگان کلیدی

زلزله، خرابی، سازه های بتنی

۱. کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش سازه.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

برای مقاوم سازی سازه های بتنی در برابر بارهای جانبی مانند زلزله، سیستم های باربر جانبی مختلفی وجود دارد و در ساختمان ها بر حسب ویژگی های آنها استفاده می شود. با توجه به ویژگی های دیوار برشی بتنی مسلح به عنوان سیستم باربر جانبی می توان آن را در ساختمان های یتنی به منظور افزایش سختی سازه و بهبود عملکرد در برابر نیروهای جانبی مانند زلزله می توان استفاده کرد. پس مطالعه در زمینه بررسی رفتار این نوع سیستم سازهای تحت بار زلزله ضروری به نظر می رسد. اگر چه در زلزله های اخیر دنیا، سازه های طراحی شده براساس ضوابط لرزه ای موجود، در حفظ ایمنی افراد مناسب عمل کردهاند اما دامنه خرابی های ایجاد شده در سازه ها و خسارت اقتصادی وارد شده، بسیار گسترده و خارج از انتظار بوده است. امروزه به خوبی مشخص شده که سازه های طراحی شده براساس این ضوابط، در برابر زلزله های شدید متحمل خسارات سنگین خواهند شد. از این رو طراحی براساس عملکرد به عنوان روشی که مبتنی بر پذیرش معیار تغییرمکان و شکل پذیری مورد انتظار (و هماهنگ با سطوح مورد انتظار) باشد، مورد توجه قرار گرفت. در مهندسی زلزله براساس عملکرد برای ارزیابی عملکرد سازه لازم است ظرفیت و نیاز لرزهای آن تعیین شود. با توجه به اینکه ارزیابی عملکرد سیستم های غیر خطی پیچیده است، باید روش های تحلیلی مناسبی برای مدل سازی رفتار سازه در برابر زمین لرزه استفاده شود. با توجه به پیشرفت های اخیر در زمینه تحلیل های کامپیوتری، امروزه امکان استفاده از آنالیزهای دینامیکی غیر خطی برای رسیدن به این منظور میسر است. در این روش پاسخ سازه با درنظر گرفتن رفتار غیر خطی مصالح و رفتار غیر خطی هندسی سازه تحت اثر زلزله مشخص تعیین می شود. روش تحلیل دینامیکی غیرخطی افزایشی یا IDA در سال ۱۹۷۷ توسط برترو بیان شد. در نهایت به شکل قانونمند در سال ۲۰۰۲ توسط واموات سیکو و کرنل توسعه داده شد. در پژوهش دیگری از مکی و استوجادینوس مولفه های حاصل از تحلیل IDA و نیز روش های تحلیل ریسک و خطر زلزله در ترکیب با یکدیگر بررسی شد و در طراحی سازه به روش احتمالاتی استفاده شد.

در مطالعه دیگری که توسط جالیر و کرنل انجام شد، یک سازه ی بتن مسلح با روش IDA مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۲۰۰۶ مندر و همکاران روش IDAرا برای ارزیابی خطر لرزه ای پله ای بتنی به استفاده نمودند. هان و چوپرا در سال ۲۰۰۶ روش تحلیل دینامیکی افزایشی تقریبی با استفاده از روش تحلیل پوشآور مودال را روی ساختمان های ۹،۳ و ۲۰ طبقه فوالدی با قاب خمشی مورد بررسی قرار دادند. کیم و همکاران نیز به ارزیابی عملکرد دیوارهای سازهای بتن مسلح تحت بارهای لرزهای پرداختند که تمرکز آنها بیشتر بر تشریح روش قابلیت اطمینان استوار بود. همچنین از جمله کارهای پژوهشی انجام شده در خصوص قابلیت اعتماد لرزه ای می توان به مطالعات انجام شده توسط همبرگر و موئل (۲۰۰۲) یوریز و مهین کاراواسیلیس (۲۰۰۴) و مونتیل و همکاران (۲۰۰۹) خالو و تنکابنی رویز (۲۰۱۳)، یون و همکاران (۲۰۱۷) اشاره نمود. در مطالعه دیگری منصوری و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی آسیب لرزه ای ساختمان های قاب خمشی فولادی و بتنی پرداخت در این پژوهشی به کاهش شیب منحنی شکنندگی با افزایش بیشینه شتاب زمین اشاره شده است. همچنین در پژوهشی توسط بوژورکس و گیلمور (۲۰۱۸) روی ارزیابی قابلیت اطمینان قاب های فولادی با

در نظر گرفتن خرابی پیشرونده پرداخته اند. بوجورکیز همکاران (۲۰۱۷) روشی برای ارزیابی قابلیت اعتماد سازه های فولادی با در نظر گرفتن جابه جایی بیشینه و تغییر شکل های پلاستیک با استفاده از مفاهیم انرژی پیشنهاد دادند.

بررسی روش IDA

یکی از جدیدترین روش های تحلیل سازه، روش تحلیل دینامیکی غیر خطی فزاینده یا IDA است. این آنالیز پارامتریک بر مبنای آنالیز دینامیکی غیر خطی بوده و برای بررسی عملکرد سازه ها تحت بار زلزله ابداع شده است. در این شیوه تحلیل، یک یا چند شتابنگاشت به چندین سطح از شدت، مقیاس شده و به سازه اعمال می شود. هدف از مقیاس کردن نگاشت ها، پوشش دقیق تر کل محدوده رفتاری سازه از حالت الاستیک تا ویرانی است. در هر گام مقیاس کردن، مدل سازه ای تحت شتابنگاشت های مورد نظر تحلیل شده و یک یا چند منحنی از پاسخ خسارت برحسب شدت حاصل می شود. با استفاده از این منحنی ها، تعریف حالات حدی و در نهایت ترکیب نتایج با منحنی تحلیل احتمالی خطر منطقه مورد مطالعه، می توان به ارزیابی سازه ها پرداخت. اطلاعات منحصر به فردی که این منحنی ها در مورد پاسخ سازه های چند درجه آزادی ارائه می کنند، می تواند توجیهی بر گسترش استفاده از این روش، با وجود فرایند دشوار و زمان بر انجام آن باشد.

ضریب مقیاس برای تعیین حرکت زمین در سطوح مختلف شدت از سطح ملایم تا خیلی قوی، باید شتابنگاشت انتخاب شده را مقیاس کرد. بدین منظور از یک تبدیل ساده و یکنواخت با استفاده از ضریب مقیاس استفاده می شود. ضریب مقیاس در یک شتابنگاشت مقیاس شده، یک مقدار عددی (اسکلار) غیر منفی است که دامنه آن از صفر تا بی نهایت تغییر می کند. $\lambda \in [0, +\infty)$

این مقدار عددی در تمامی مقادیر ثبت شده از شتابنگاشت مورد نظر ضرب شده و با توجه به کوچک یا بزرگ بودن آن، سطح شدت کاهش یا افزایش میابد.

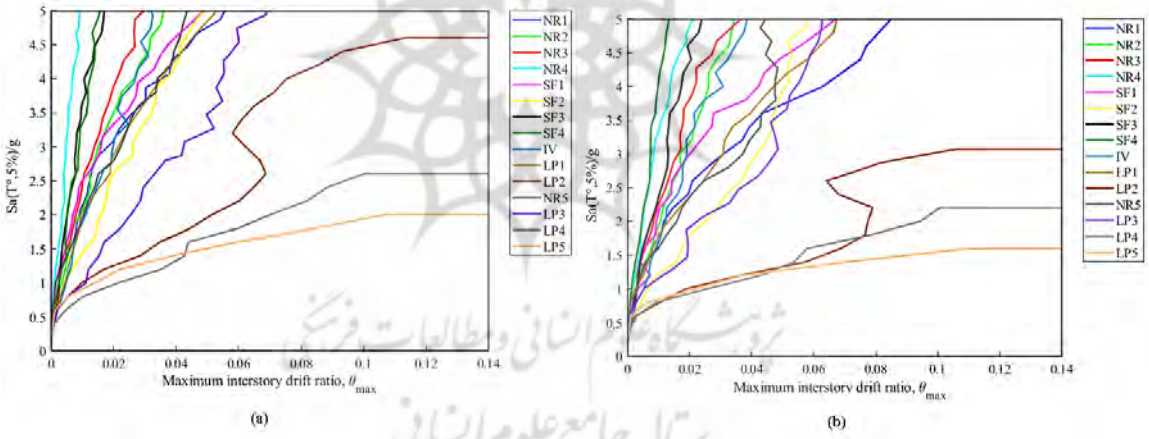
اندازه شدت حرکت زمین (IM) کمیتی مقیاس پذیر از یک شتابنگاشت مقیاس شده است. این کمیت در واقع تابعی از شتابنگاشت اصلی است که به صورت هماهنگ با افزایش یا کاهش شتابنگاشت، تغییر می کند.

-شدت خرابی یا تغییرپذیری شرایط سازه این کمیت نیز یک مقدار عددی مثبت است که ویژگی های پاسخ مدل سازه ای را در برابر بارهای لرزه ای مورد نظر بیان می کند $DM \in [0, +\infty) / IM = fal(\lambda)$ به عبارت دیگر DM کمیتی قابل مشاهده است که می تواند از نتایج خروجی تحلیل دینامیکی غیرخطی برداشت شود. انتخاب یک DM مناسب به نوع سازه و خرابی مورد نظر بستگی دارد.

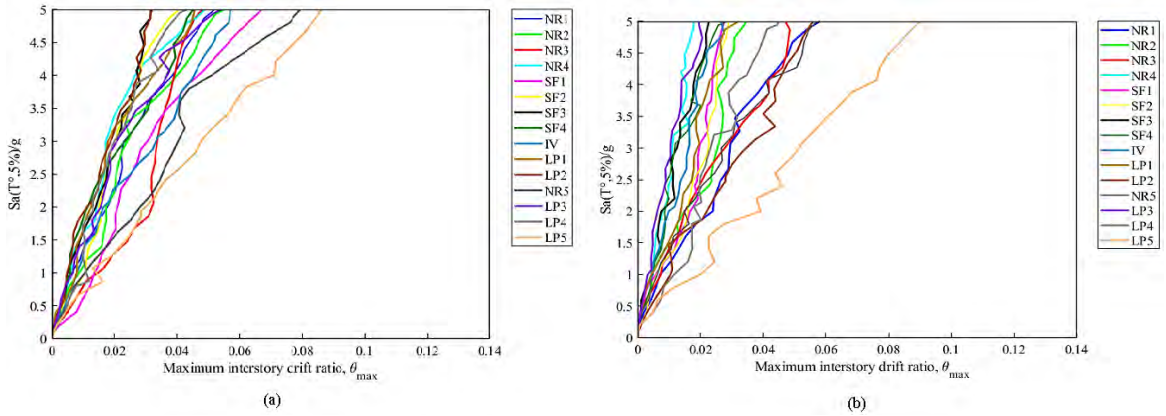
ظرفیت و سطوح عملکرد در ارزیابی عملکردی سازه ها براساس نتایج منحنی های حاصل از تحلیل دینامیکی فزاینده، نیاز به راهی کوتاه و ساده برای قضاوت در مورد عملکرد سازه ها است؛ بنابراین باید ملاحظات و محدوده هایی خاص معرفی شوند تا با نزدیک شدن کمیت DM به محدوده های مورد نظر روی منحنی، بتوان عملکرد سازه را تعیین نمود.

بررسی منحنی های IDA

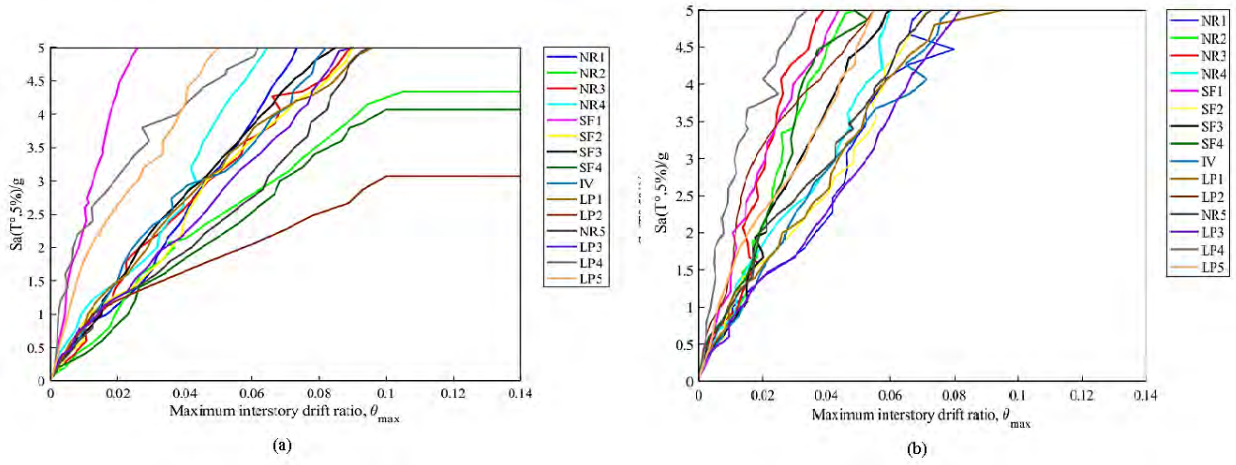
منحنی های IDA(۱۶٪،۵۰٪،۸۴٪) برای سازه های مورد مطالعه را نشان می دهد با دقت در منحنی های فوق، ملاحظه می شود در قاب های سه طبقه، منحنی ۱۶٪ و ۵۰٪ به ترتیب نماینده منحنی های با رفتار سخت و نسبتا نرم از دسته اول منحنی ها و منحنی ۸۴٪ نماینده دسته دوم است. ه طور کلی منحنیهای چندک قاب SW3-1 نسبت به منحنیهای مانند در قاب SW3 -2دارای تقاضای تحمیلی ونرخ تجمع خسارت کمتر و سختی بیشتری است که علت آن افزایش نیروهای لرزه ای اعمالی و ثابت ماندن ضخامت در قاب SW3 -2نسبت به قاب SW3-1 است، شکاف بین منحنی های ۱۶٪ و ۵۰٪ با منحنی ۸۴٪ در هر دو قاب قابل ملاحظه است که دلیل آن پایین بودن نسبت تصویر و به تبع آن بروز رفتار برشی، سختی بالا، گسیختگی ترد و اتلاف انرژی پایین است. منحنی های چندک در قاب های شش طبقه با افزایش ابعاد پلان، تقاضای تحمیلی، نرخ تجمع خسارت و نرمی کمتری را نشان می دهند. در قاب SW6 -1با افزایش سطح شدت، منحنی میانه به منحنی ۸۴٪ نزدیک می شود اما در قاب SW6 -2این روند برعکس است. منحنی میانه قاب SW9 -1نسبت به قاب SW9 -2به منحنی ۸۴٪ نزدیکتر است که نشان دهنده تحمیل نرخ تجمع خسارت بیشتر بر قاب SW9 -1است که این مسئله نیز ناشی از بزرگ شدن دهانه قاب ها است. طبیعتا افزایش بارهای ثقلی باید به افزایش تقاضا منجر شود اما در این قاب ها افزایش ابعاد در قاب های شش و نه طبقه موثرتر واقع شده است.



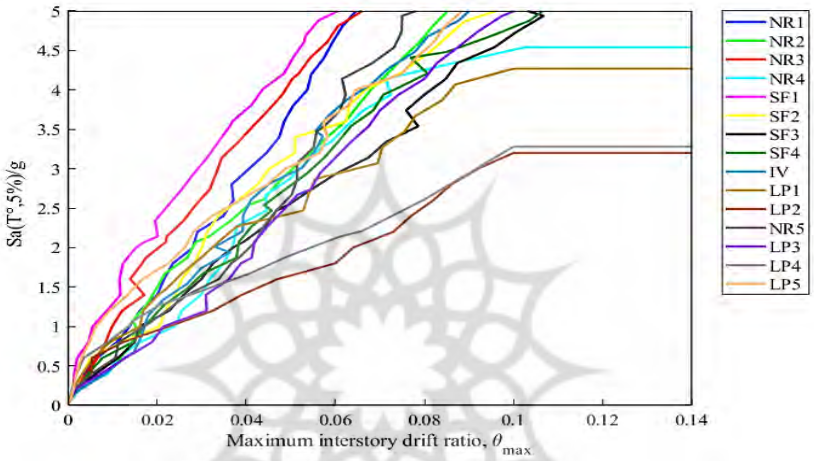
شکل ۱-منحنی های IDA قاب سه طبقه، a قاب SW3-1 b قاب SW3- 2



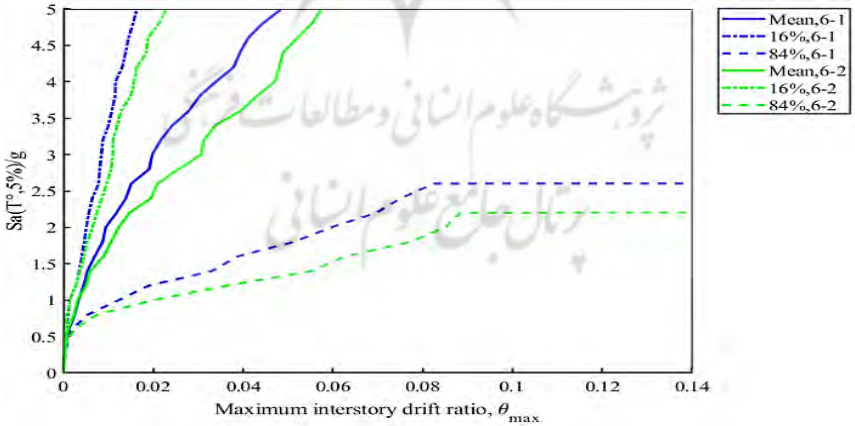
شکل ۲-منحنی های IDA قاب های ۶ طبقه، a قاب SW6-1، b قاب SW6-2



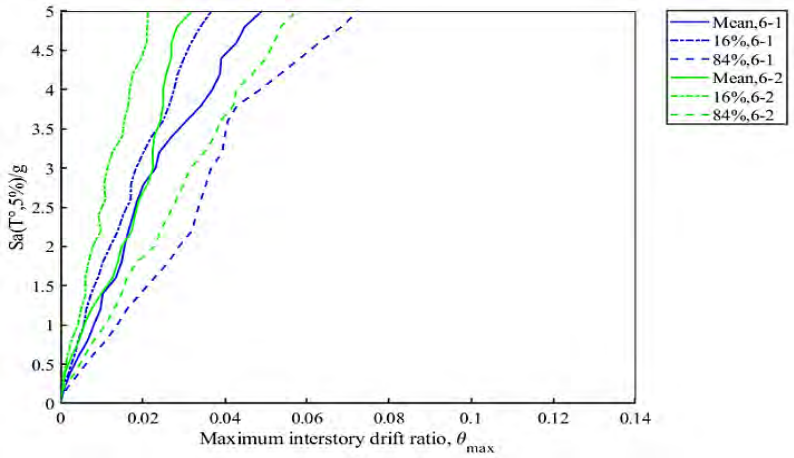
شکل ۳–منحنی های IDA قاب ۹ طبقه،a قاب SW9–1، b قاب SW9-2



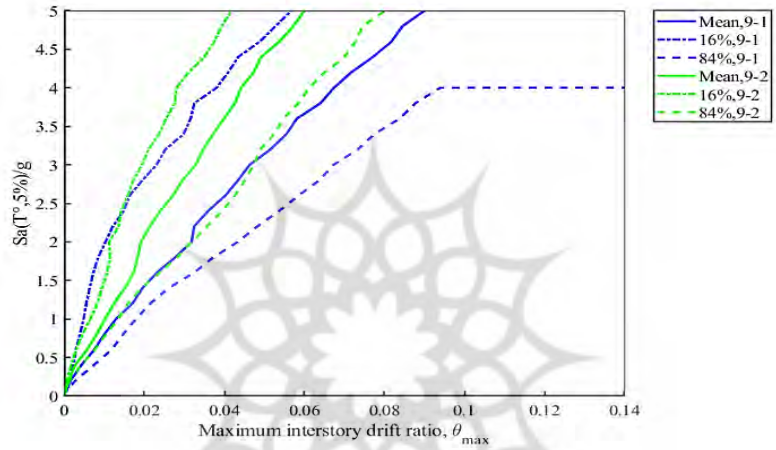
شکل ۴–منحنی های IDA قاب ۱۲ طبقه



شکل ۵–خلاصه منحنی هایIDA ، قاب ۱– SW3و ۲ –SW3



شکل ۶-خلاصه منحنی های IDA، قاب ۱-SW6 و ۲ -SW6



شکل ۷-خلاصه منحنی های IDA، قاب ۱-SW9 و ۲ -SW9

بحث و نتیجه گیری

نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی افزایشی به صورت منحنی های خوشه ای برای 15 شتابنگاشت اعمالی و خلاصه منحنی هایIDA ارائه شده است. شکل های فوق منحنی های خوشه ای برای ساختمان مورد مطالعه را نشان می دهد . با دقت در منحنی های فوق، ملاحظه می شود که رفتار سازه ها در برابر زلزله های اعمالی به دو دسته کلی تقسیم می شود، در دسته اول برخی از منحنی ها مانند سیستم های خطی رفتار می کنند و این رفتار را حتی تا شتاب طیفی g۵ نیز دنبال می نمایند، برخی دیگر رفتار نرم تری دارند و با وجود کاهش نسبی در شیب، حتی ۲۰٪ شیب الاستیک را نیز تجربه می کنند اما با نوسان حول این شیب تا شتاب طیفی g۵ و بالاتر پیش می روند .در دسته دوم، اعمال شتابنگاشتها باعث تسلیم زود هنگام و گسترده سازه ها می شود و با طی بازه کوتاه الاستیک وارد فاز پلاستیک شده و قبل از رسیدن به جابه جایی نسبی ۱۰٪، شیب ۲۰٪ الاستیک را تجربه می کنند، اما ناپایداری دینامیکی کلی مشاهده نمی شود. با مقایسه کلی منحنی های ساختمان های مختلف می توان گفت که با افزایش نسبت ارتفاع به ابعاد پلان، تقاضای تحمیل شده و نرخ تجمع خسارت افزایش پیدا می کند .چندگانگی در رفتار سازه ها در حالت کلی برای یک سازه

مشخص، به ویژگی های شتاب نگاشت های اعمال شده از جمله الگوی بار و تغییرات آن نسبت به زمان بستگی دارد . به عنوان نمونه، در ساختمان1 -SW3 میذتوان مشاهده کرد که منحنی زلزله Northridge (NR 4) پس از طی کردن بازه الاستیک در جابه جایی های نسبی پایین و سطوح شدت (IM) بالا رفتاری خطی و گاها نرمشدگی و سخت شدگی های بسیار ملایمی را تجربه میکند و بدون افزایش چندانی در نرخ تجمع خسارت به شدت 5g می رسد و حتی پیرامون این شدت روند سخت شدگی را در پیش می گیرد و بطور کلی، با اعمال این رکورد، سازه سختی بالایی را از خود نشان می دهد؛ اما سختی این سازه در زلزله ای مانند(LP5) Loma prieta با افزایش سطح شدت، روند کاهنده ای را در پیش می گیرد و نتیجه آن افزایش قابل توجه نرخ تجمع خسارت است.

با توجه به بررسی به عمل امده نتایج بدست امده به طور خلاصه به شرح زیر زیر باشد.

پارامتر سنجش میزان شدّت لرزه (که در این مطالعه شتاب طیفی مود اول سازه در نظر گرفته شده است) عامل تعیین کننده ای در انعکاس صحیح رفتار رکورد شتاب زلزله اعمالی به سازه است. برای انجام یک مطالعه دقیق با تحلیل IDA لازم است معیار شدّت به گونه ای انتخاب شود که به بهترین شکل رفتار شتابنگاشت منتخب را نمایش دهد. با وجود برتری نسبی پارامتر شتاب طیفی (Sa) بر بیشینه شتاب زمین (PGA) هم چنان به نظر می رسد که این پارامتر نماینده ی کاملی از رفتار رکورد نیست

منحنی های IDA سازه های بتنی با سیستم مقاوم جانبی دیوارهای برشی بتن مسلح بیانگر این مطلب است که بطور کلی در این گونه سازه ها حتی در سطوح شدت بالا نیز نشانه ای از فروریزش کلی دیده نمی شود.

هرچند نتایج این مطالعه بیانگر عملکرد بهتر سازه های متوسط در مقابل سازه های کوتاه و بلند است، لکن به نظر می رسد ارتفاع مناسب یک سازه با توجه مشخصات خاک محل ساخت آن و پارامترهای تشدید و میرایی میان سازه و خاک (اثر اندرکنش خاک و سازه) و محتوای فرکانسی رکوردهای شتاب مود اول در منطقه تعیین شود.

منابع

Bojorquez, E., Ruiz, S.E., and Teran-Gilmore, A., "Reliability-based evaluation of steel structures using energy concepts", Engineering Structures, 30(6), 2018, pp. 1745–1759.

Bojorquez, E., Teran-gilmor, A., Ruiz, S., Reyes-Salazar, A., "Evaluation of Structural Reliability of Steel frames considering cumulative damage", The 14 World Conference on Earthquake Engineering, 2018.

Freddi, F., Tubaldi, E., Ragni, L., and Dall'Asta, A., "Probabilistic performance assessment of lowductility reinforced concrete frames retrofitted with dissipative braces", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 42(7), 2013, pp. 993–1011.

Hamburger, R.O., and Moehle, J.P., "State of Performance-Based Engineering in the United States", Technical report, University of California, Berkeley, USA, 2012.

Han W.S. and Chopra, A.K., "Approximate Incremental Dynamic Analysis Using the Modal Pushover Analysis Procedure", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 35(15), 2006, PP. 1853-1974

Karavasilis, T.L., Bazeos, N., and Beskos, D.E., "Maximum displacement profiles for the performance based seismic design of plane steel moment resisting frames", Engineering Structures, 28(1), 2016, pp. 9–22.

Khaloo, A., and Tonekaboni, M., "Risk based seismic assessment of structures", Advances in Structural Engineering, 16(2), 2013, pp. 307–314.

Kim, T.W., Foutch, D., LaFave, J.M., and Wilcoski, J., "Performance Assessment of Reinforced Concrete Structural Walls for Seismic Loads", Department of Civil and Environmental Engineering University of Illinois at Urbana-Champaign Urbana, Illinois, Structural Research Series No. 634, May 2014.

Mander, J.B., Dhakal, R.B., and Mashiko, N., "Incremental Dynamic Analysis Applied to Seismic Risk Assessment of Bridges", 8th US National Conference on Earthquake Engineering, 2016, San Francisco, California, USA

Mansouri I., Wan Hu J., Shakeri K., Shahbazi S., Nouri B., "Assessment of Seismic Vulnerability of Steel and RC Moment Buildings Using HAZUS and Statistical Methodologies," Discrete Dynamics in Nature and Society, 2017, Article ID 2698932.

Montiel, M.A., and Ruiz, S.E., "Influence of structural capacity uncertainty on seismic reliability of buildings under narrow-band motions", Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 36(13), 2017, pp. 1915–1934.

Uriz, P., and Mahin, S.A., "Seismic Performance Assessment of Concentrically Braced Steel Frames", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, August1-6, Paper No.1639, 2014.

Yun, S.Y., Hamburger, R.O., Cornell, C.A., and Foutch, D.A. Seismic performance evaluation for steel moment frames, Journal of Structural Engineering, ASCE, 128(4), 2012, pp. 534–545.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Determining the role of earthquake in the amount of damage caused to concrete structures

Seyed Mojtaba Babarasouli [1]

Date of Receipt: 2022/03/21 Date of Issue: 2022/04/21

Absract

Earthquake hazards are direct effects such as fault rupture, earthquake, soil liquefaction and indirect effects such as tsunamis, floods, landslides and fires. Each of the above effects can play an important role in building damage and affect the level of performance in the building. The area near the fault is usually assumed to be within 15 km of the active fault. Fragility curves are one of the useful tools for evaluating the probability of structural failure. In this study, the role of earthquake in the amount of damage caused to concrete structures has been investigated. In concrete buildings, due to the fact that humans have an essential role in making concrete, which is considered the main material and structure in this type of buildings, so by failing in any of the steps of concrete preparation, including the type and material of selected materials, granulation, Excessive ratio of water to cement or any such items that ultimately lead to a reduction in the expected strength of the concrete design, can cause structural weakness in the building.

Keywords

Earthquake, Damage, Concrete Structures

1. Master of Civil Engineering, Structural Orientation

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی