



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

بررسی فناوری‌های منحصر به فرد در برابر زلزله

سید حسین موسوی جمالویی

دانشجوی مهندسی عمران mosavihoseyn378@gmail.com

خلاصه :

زلزله، لرزش و جنبش و تکان خوردن زمین است که به دلیل رهش انرژی تخلیه شده از سنگ‌ها در گسل‌های پوسته زمین در مدتی کوتاه روی می‌دهد. زلزله همیشه یکی از ویرانگرترین بلایای طبیعی و دغدغه انسان بوده که همیشه در پی اندیشیدن به تمهیداتی برای هرچه کمتر صدمه دیدن است. امروزه ما به همان اندازه تحت تاثیر زلزله‌های قدرتمند قرار داریم. وقتی که در معرض نیروهای ناگهانی ناشی از امواج لرزه ای قرار می‌گیریم، حتی ساختمان‌های مدرن و پل‌ها می‌توانند به طور کامل از بین بروند و سقوط کنند و مردم را در داخل و اطراف خود از بین ببرند. خوشبختانه، طی چند دهه گذشته، معماران و مهندسان تعدادی از فناوری‌های هوشمندانه را طراحی کرده‌اند تا اطمینان حاصل کنند که خانه‌ها، آپارتمان‌ها و آسمان‌خراش‌ها فرو نریزند بنابراین مسأله‌ی مقاوم سازی ساختمان در برابر زلزله مسأله‌ای غیرقابل چشم‌پوشی است. برای مقاوم‌سازی سازه‌ها، شیوه‌های مختلفی وجود دارد که هر کدام دارای معایب و مزایایی هستند. با توجه به اینکه اکثر سازه‌ها به صورتی ساخته می‌شوند که پایداری لازم در برابر زلزله را ندارند. در این پژوهش سعی شده به بررسی فناوری‌های نوین در برابر زلزله پرداخته میشود.

واژگان کلیدی: زلزله، سازه، مقاوم‌سازی

مقدمه :

زمین لرزه یکی از وحشتناک‌ترین پدیده‌های طبیعت محسوب می‌شود. اغلب زمینی را که روی آن ایستاده ایم، به صورت تخته سنگ‌های صلب و محکمی تصور می‌کنیم که از استحکام زیادی برخوردار است. هنگامی که زمین لرزه ای روی می‌دهد برای لحظه ای این تصور بر هم می‌ریزد، اما طی همان لحظه کوتاه خسارت‌های شدیدی وارد می‌شود. با توجه به پیشرفت‌هایی که در حوزه علوم مختلف صورت گرفته است، دانشمندان توانسته‌اند نیروهایی را که باعث زمین لرزه می‌شود،



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

شناسایی کنند. علاوه بر آن با استفاده از فناوری های نوین می توان شدت یک زلزله و مکان آن را حدس زد. مهم ترین کار باقی مانده آن است

زلزله لرزش ناگهانی پوسته جامد زمین است که هر از چند گاهی در نواحی که بر روی بند زلزله خیز قرار دارند رخ میدهد. این پدیده طبیعی دارای خصوصیات و ویژگیهای منحصر به فردی است، که آگاهی از پدیده های همراه زلزله، شناخت گسلها و انواع آن در تعیین الگوی لرزه زمین ساخت و رژیم لرزه خیزی مناطق مختلف دارای اهمیت است.

چرا زلزله بوجود میآید؟

به درستی مشخص نیست که چرا زلزله بوجود میآید، اما همانطور که قبلا اشاره شد تجمع انرژی در درون زمین از یک طرف و افزایش نیروی زیاد در درون زمین و عدم تحکمل طبقات زمین برای نگهداری این انرژی از طرف دیگر موجب شکسته شدن زمین در بعضی نقاط آن شده و انرژی از محل آن آزاد می شود. این شکستگی که اکثرا با جابجایی زمین اتفاق میافتد باعث خطرات و ایجاد لرزش زمین میشود که به آن زلزله گفته میشود.

رابطه گسل با زلزله

رابطه گسل - زلزله دو طرفه میباشد. یعنی وجود گسلهای فراوان در یک منطقه سبب بروز زلزله میگردد. این زلزله به نوبه خود سبب ایجاد گسل جدیدی گردیده و نتیجتا تعداد شکستگیها زیادتر شده و به این ترتیب قابلیت لرزه خیزی منطقه افزایش مییابد

نحوه آزاد شدن انرژی زلزله

ممکن است یک زلزله به همراه خود پیش لرزه و پس لرزه هایی داشته باشد، که این دو قبل و بعد از زلزله اصلی ممکن است وقوع یابند، به عبارتی دیگر این موضوع به نحوه آزاد شدن انرژی زلزله بستگی دارد بطوری که انرژی زلزله بصورتهای زیر آزاد میگردند

پیش لرزه

گاهی اوقات از بروز زلزله اصلی، یکسری زلزلههایی با بزرگی کمتر از زلزله اصلی به وقوع



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

میپيوندند که معمولا فراوانی آنها با نزدیک شدن به زمان وقوع لرزش اصلی، افزایش مییابد

لرزش اصلی

همان زلزله اصلی بوده که بواسطه آن اکثر انرژی ذخیره شده در سنگها یکباره آزاد میگردد و چنانچه داده های مربوط به یک زلزله بزرگ غیر دستگاهی باشد مهلهزه نامیده میشود

پس لرزه

زلزله های خفیفتری که غالبا پس از لرزش اصلی، از حوالی کانون زلزله اصلی منشا میگیرند، را پس لرزه میگویند. پس لرزه ها میتوانند حتی تا سالها پس از وقوع زلزله های اصلی نیز به طول انجامد

دسته لرزه

مجموعهای از تعداد زیادی زلزله که در یک منطقه محدود در مقطع زمانی در حد هفته تا چند ماه به وقوع میپیوندد. دسته لرزه ها غالبا در نواحی آتشفشانی دیده میشوند

ریز لرزه

زلزله های ضعیفی هستند که بزرگی آنها ۳ ریشتر و یا کمتر از ۳ بوده و غالبا افزایش ناگهانی و نامنظم آنها نشانه قریب الوقوع بودن مهلهزه یا زلزله اصلی میباشند

اکنون در حالی که مشخص نیست کشور ما با وجود قرار داشتن روی گسلهای بزرگ و حضور در یکی از زلزلهخیزترین مناطق دنیا تا چه زمانی با همین زیرساختهای کنونی قرار است به استقبال زمین لرزه برود، در این گزارش به معرفی برترین فناوریهای مقابله با زلزله و همچنین راهکارهای کشورهای زلزله خیز برای قد علم کردن روبروی این بلای طبیعی میپردازیم، اما قبل از آن به دو مورد از عوامل انسانی افزایش دهنده وقوع زلزله اشاره خواهیم کرد

شکافت با آب Fracking

فرکینگ" (شکافت با آب) صنعتی جدید و بسیار خطرناک است. بسیاری از مردم بر این باورند که این روش موجب زمین لرزه های القای می شود. اجماع علمی نیز در این مورد آن است که تزریق فاضلاب به لایه های زیرین زمین در زمان مساعد بودن زمین بدون شک باعث زمین لرزه خواهد شد



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

در فرایند فرکینگ آب و روانکننده ها به زمین وارد میشوند و موجب شکاف زمین شده تا نفت و گاز طبیعی بازیابی شود، اما فاضلاب نیز در این فرآیند بازیابی شده و به سطح بازگردانده میشوند.

زباله های هستهای

از دیگر موارد مهم، ایده ذخیرهسازی زباله های هستهای است که تضمینی برای امنیت آن وجود ندارد و در صورت وقوع حادثه در جایی که این زباله ها دفن شدهاند، وقوع یک زلزله بر اثر انفجار آنها دور از تصور نیست.

از جدیدترین فناوری های مقابله با زلزله میتوان به صورت اجمالی از ابداعاتی نظیر فونداسیون شناور، بکارگیری کمک فنر در زیر ساختمانها، بهره گیری از قدرت آونگ، فیوزهای قابل تعویض، دیوار هستهای، ناپدید کردن اثر زلزله با استفاده از حلقه های پلاستیکی متمرکز زیر پایه ساختمان، آلیاژهای منعطف، پوشش فیبر کربنی، استفاده از زیست مواد و لوله های مقوای ی، راه اندازی سامانه های هشدار سریع بر روی موبایل، کمک گرفتن از ماهواره ها برای بهبود واکنش در برابر زلزله، استفاده از هوش مصنوعی برای پیش بینی زلزله و تشخیص زلزله با کابل فیبر نوری نام برد.

توپ فوتبال ضد زلزله

این توپ ضد زلزله که شبیه به توپ فوتبال است طوری ساخته شده تا ضد ضربه باشد و بتواند روی آب هم شناور بماند.

مهندسان عموماً در هر سطحی از یک ساختمان، تعدیل کننده ها را کار میگذارند. یک سر آن به یک ستون و انتهای دیگر به میله متصل میشود.

هر تعدیل کننده شامل یک سر پیستونی است که در داخل یک سیلندر پر از روغن سیلیکون حرکت میکند هنگامی که زلزله رخ میدهد، حرکت افقی ساختمان باعث میشود پیستون در هر تعدیل کننده با فشار بر روی روغن، انرژی مکانیکی زمین را به گرما تبدیل کند.



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

ناپدید کردن زلزله

زمین لرزه هم به مانند بسیاری دیگر از مسائل طبیعی مانند آب و صوت، موج تولید میکند. موجهایی که توسط زمین شناسان به عنوان امواج بدنه و سطحی طبقه بندی میشوند

موج بدنه به سرعت از طریق داخل زمین منتشر میشود. دومی به آرامی از طریق پوسته بالایی حرکت میکند و شامل یک زیرمجموعه از امواج میشود که به عنوان امواج "رایلی" (Rayleigh) شناخته میشود و زمین را به صورت عمودی حرکت میدهد. این حرکت به سمت بالا و پایین، بیشترین تکان و آسیب را در یک زلزله باعث میشود

در حال حاضر تصور کنید اگر بتوانید انتقال برخی از امواج لرزه‌های را قطع کنید، آیا ممکن است انرژی را از بین ب برید یا آن را در اطراف مناطق شهری منتشر کنید؟ بعضی از دانشمندان چنین فکر میکنند و راه حل خود را "ناپدید کردن زلزله" (seismic invisibility) cloak نامیده‌اند، زیرا توانایی آن را دارد که یک ساختمان را از قرار گرفتن در معرض امواج سطحی نجات دهد

حلقه پلاستیکی متمرکز زیر پایه یک ساختمان ۱۰۰

استفاده کنند. هنگام بروز امواج لرزه‌های، آنها در یک ردیف وارد یک حلقه میشوند و درون سیستم قرار میگیرند. بنابراین امواج نمیتوانند انرژی خود را به ساختار بالا انتقال دهند. آنها به سادگی در اطراف پایه ساختمان قرار میگیرند و از طرف دیگر آزاد میشوند و سفر طولانی خود را از سر میگیرند مهندسان معتقدند که برای انجام این کار میتوان ند از

دیوار هستهای

در بسیاری از ساختمانهای بلند مدرن، مهندسان از ساختار دیوارهای هستهای برای افزایش عملکرد لرزه‌های با هزینه پایین استفاده میکنند. در این طرح، یک هسته بتنی تقویت شده را در قلب ساختمان قرار میدهند که اطراف آن آسانسورها قرار میگیرند. دیوار هستهای برای ساختمانهای بسیار بلند میتواند کاملاً قابل توجه باشد

روش دیوار هستهای سرعت حرکت طبقات و نیروهای شدید را کاهش میدهد، اما از تغيیر شکل در پایین دیوار هستهای جلوگیری نمیکند. مهندسان برای جلوگیری از تغيیر شکل و آسیب پایه دیوار هستهای، دو



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

سطح پای این تر ساختمان را با تزریق فولاد تقویت می‌کنند و سیستمهای تحت فشار را در ارتفاع ساختمان به کار می‌برند. های ساختاری آشنا، انتظار می‌رود و آشکار تشکیل شده است، با توجه به تعداد بی شماری از طرح های در بر گرفته شده توسط هنر شلوغ قبل که برای تحقق اهداف و الزامات بی شماری توسعه یافته است. در حالی که این دستگاه ها هدف و الزامات مربوطه، خاص خود را برآورده می‌کنند، ثبت اختراعات فوق یک اسلاید بادی برای دلبستگی به یک پنجره خانه برای ارائه یک فرار امن از یک خانه در حال سوختن توصیف نمی‌کنند.

بنابراین، می‌توان قدردانی کرد که نیاز مداوم به اسلاید بادی جدید و بهبود یافته برای دلبستگی به یک پنجره خانه وجود دارد که می‌تواند برای ارائه یک فرار امن از یک خانه سوزان مورد استفاده قرارگیرد. در این راستا، اختراع حاضر به طور قابل ملاحظه ای این نیاز را برآورده می‌کند

ویژگی ها و طراحی

برای انواع اشکال احتمالی ایجاد شده است. از دست دادن قدرت یک اتفاق معمول در شرایط غیر الکتریکی است. این اطمینان می‌دهد که در صورت قطع برق هنوز می‌توان با خیال راحت مردم را تخلیه کرد. سرسره به پنجره های طبقه دوم تا چهارم یک ساختمان چند طبقه اضطراری است متصل است

به عنوان یک خروج اضطراری عمل می‌علاوه بر این دارای پله های تلسکوپی است که دسترسی به خروجی پنجره را برای کودکان و همچنین کند. پله ها وقتی استفاده نمی‌شود داخل آن تا می‌شوند و هنگام فعال شدن سیستم افراد مسن آسان می‌بیرون می‌آیند. این فناوری تضمین می‌کند که پله ها فضای محدودی در اتاق را اشغال میکنند. در عین حال اطمینان حاصل میکند که مانع حرکت ازاد نمیشود

Sts چگونه کار میکنند

پس از کشیدن دسته یا Push activation handle یا Pull handle یا از فعال سازی Safety to Slide فشار دادن آن ، اسلاید بیرون می‌آید و در کمتر از ۶ ثانیه کاملاً باد می‌شود. پس از تورم ، هر کسی که در غیر اینصورت در ساختمان گیر افتاده باشد ، می‌تواند به ایمنی سر بخورد. سرسره برای طبقات دوم ، سوم و چهارم انواع ساختمانهای چند طبقه قابل اجرا است. می‌تواند به طور موثری حدود ۳۰ نفر را زیر یک دقیقه تخلیه کند. ممکن است در ساختمانهای مسکونی ، تجاری یا آموزشی و سایر ساختمانهای بیش از یک طبقه STS وسیله ای Safety to Slid



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست

e، نصب شود. این که آیا خروج سنتی مسدود است یا هنوز در دسترس است. جایگزین برای تخلیه در مواقع اضطراری فراهم می کند

نتیجه گیری :

درستی مشخص نیست که چرا زلزله بوجود می آید، اما همانطور که قبلاً اشاره شد تجمع انرژی در درون زمین از یک طرف و افزایش نیروی زیاد در درون زمین و عدم تحکیم طبقات زمین برای نگهداری این انرژی از طرف دیگر موجب شکسته شدن زمین در بعضی نقاط آن شده و انرژی از محل آن آزاد می شود. این شکستگی که اکثراً با جابجایی زمین اتفاق می افتد باعث خطرات و ایجاد لرزش زمین می شود که به آن زلزله گفته می شود پیش از وقوع زلزله های ادواری شکافهایی در سنگها و پوسته زمین به وجود می آید که همگی در جهت خاصی هستند و بعد از وقوع زلزله شکافهای حاصل از زمین لرزه دقیقاً در امتداد شکافهای قبل از وقوع آن امتداد می یابد در آغاز زلزله های بزرگ ابتدا صدای عجیبی همچون زوزه باد و حرکت درختان و برگها و سپس صدای ضعیف شیشه های منزل شنیده می شود و به سرعت لرزش های اولیه که معمولاً با شدت بالا نیستند آغاز می گردد و پس از آن موج اصلی با مدت زمان چند ثانیه ای قبل از وقوع زلزله و برای مقابله با آن و کاهش خسارتها و تلفات جانی ناشی از زلزله، لازم است که دو اقدام مهم یعنی ایمن سازی سازه ای و غیر سازه ای را به خوبی و مطابق اصول علمی انجام دهیم.

- ۱- تهرانی، خسرو - زمین شناسی ایران - دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۷.
- ۲- درویش زاده، علی - زمین شناسی ایران - انتشارات امیرکبیر ۱۳۸۰
- ۳- معماریان، حسین - زمین شناسی مهندسی و ژئو تکنیک - انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱
- ۴- <http://www.slidetosafety.com>



سیزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست