ریشتر

فصلنامه انجمن علمی-دانشجویی علوم و مهندسی زلزله
دانشگاه تبریز، سال اول و دوم، شماره ۳ و ۴، زمستان ۱۴۰۲
و بهار ۱۴۰۳

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی

بلندترین ساختمانِ ضد زلزله‌ی پرجمعیت‌ترین شهر جهان

سرزمین آفتاب تابان در تاریک‌ترین روزها



بسم الله الرحمن الرحیم

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا ﴿١﴾

آنگاه که زمین به لرزش [شدید] خود لرزانیده شود (۱)



ریشتر
RICHTER

انجمن علمی دانشجویی علوم و مهندسی زلزله
Scientific Association of Earthquake Science and Engineering
دانشگاه تبریز
تاسیس ۱۴۰۱

دانشگاه تبریز

ریشتر- نشریه انجمن علمی دانشجویی علوم و مهندسی زلزله دانشگاه تبریز
سال اول و دوم | شماره سوم و چهارم | زمستان ۱۴۰۲ و بهار ۱۴۰۳
صاحب امتیاز: انجمن علمی - دانشجویی علوم و مهندسی زلزله دانشگاه تبریز
شماره‌مجوز: ک.ن.ت ۱۰۹/۹

استاد مشاور انجمن: دکتر سامان باقری


مدیر مسئول | سیدرضا حسینی
r.hoseini1107@gmail.com


سردبیر | مبینا هدایی
Mobinahodaei963@gmail.com


مدیر اجرایی | سما بناآذرپناه
sama.banaazar@gmail.com


دبیر تحریریه | ثنا مختاریان
sanamokhtarian1381@gmail.com

صفحه آرا و گرافیست: سما بناآذرپناه

ویراستاران علمی و ادبی: سیدرضا حسینی، ثنا مختاریان

عکاس: کیان گلوانی

هیئت تحریریه: سیدرضا حسینی، آی‌سان علیزادبنائی، احسان نجفی

نویسندگان و گردآوران (به ترتیب حروف الفبا): معصومه آروبلی، ابوالفضل اسماعیلی، احسان بکائی، امین حسین‌چی، سیدرضا حسینی، محمد حسینی، ندا داستان، فراز راسخی، علی زردکوهی، رضا غفارزاده، سعید قلی‌وند، کیان گلوانی، علی محمدیان، ثنا مختاریان، عطا نعمتی، محمد اسماعیل نوری

باتشکر از: دکتر طاهری، دکتر ولادی، دکتر اخلاقی، دکتر کاتبی، مهندس فیضی

سخن سردبیر

"زندگی یک نمایش است و ما باید در آن بهترین بازیگران باشیم. هرگز اجازه ندهید که مشکلات شما را از لبخند زدن بازدارد"

چارلی چاپلین

و اکنون پس انتظارهای فراوان، شماره‌های ۳ و ۴ نشریه علمی-دانشجویی ریشتر در قالب یک جلد منتشر گردید. نشریه‌ای که در ۲ شماره قبلی با استقبال بسیاری مواجه گردید و توانست با وجه تمایزهایی که نسبت به سایر نشریات دانشجویی داشت، جایگاهی برای خود پیدا کند.

به مانند ۲ شماره قبلی که نشریه به صورت متمرکز در مسیری مشخص حرکت می‌کرد، در این شماره نیز تمامی محتواها از مسیری زیبا و جذاب با عنوان ژاپن عبور می‌کنند. کشوری که پس از شنیدن نامش اولین چیزی که به ذهن همگان خطور می‌کند، زلزله خیز بودن آن است. به همین جهت نیز در این شماره ریشتر روی ژاپن متمرکز گردید.

در این شماره خانواده ریشتر تلاش کردند تا با بررسی همه جانبه کشور ژاپن، مخاطبان را با وضعیت زمین شناسی و در ادامه با راهکارهای چشم بادامی‌ها برای مقابله با این مخاطره طبیعی آشنا کنند.

در بخش مهندسی زلزله، ابتدا به معرفی یکی از ایمن‌ترین آسمان خراش‌های جهان و سپس در محتواهای بعدی این بخش به معرفی سیستم‌های مقاوم در برابر زلزله این برج پرداخته‌ایم. در بخش علوم زلزله به آشنایی با وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی کشور ژاپن پرداختیم و از آنجایی که ژاپن یکی از کشورهای پیشرو در زمین فناوری‌های مرتبط با علوم و مهندسی زلزله است، در بخش در لبه تکنولوژی محتواهایی جذاب از آخرین تکنولوژی‌های این کشور برای مقابله با این بلای طبیعی تولید نموده‌ایم.

طبق روال ۲ شماره قبل، نشریه ریشتر در این شماره نیز ۲ زبانه می‌باشد و در بخش آن سوی مرزها به معرفی مراکز آموزشی و تحقیقاتی برتر در حوزه علوم و مهندسی زلزله در کشور ژاپن پرداخته است.

امیدواریم این شماره نیز همانند ۲ شماره قبلی مطالب مفید و پرباری برای مخاطبان گرانقدر داشته باشد و بتوانیم گام‌های در آگاهی بخشی در حوزه علوم و مهندسی برداشته باشیم.

در پایان لازم به ذکر است که این شماره از نشریه ریشتر، آخرین شماره چاپی-الکترونیکی این نشریه می‌باشد و از این پس این نشریه در قالب چندرسانه‌ای منتشر خواهد شد.

بدین‌وسیله نهایت سپاس خود را از اساتید شایسته و همچنین عزیزانی که ما را در انتشار این نشریه همراهی کردند، دارم و از درگاه ایزد منان دوام عزت و سربلندی و تداوم حضورشان را خواستارم.

با آرزوی سربلندی و موفقیت برای همه شما.

مبینا هدائی

سردبیر نشریه

بهار ۱۴۰۳



ارتباط با ما

@eqa_tu

richter.tabrizu2023@gmail.com

@EQA_TU

دانشگاه تبریز - ساختمان پردیس
(ساختمان شماره ۷) - طبقه اول



انجمن علمی - دانشجویی علوم و مهندسی زلزله از تمامی علاقه‌مندان به فعالیت در انجمن و نشریه ریشتر دعوت به همکاری می‌نماید. در صورت تمایل می‌توانید از طریق راه‌های ارتباطی، با ما در ارتباط باشید.

برای عضویت اسکن یا کلیک کنید.



contents

ریشتر نیوز

10 زلزله‌ای ها فعالیتی گرم در فصلی سرد!
14 هفته پژوهش، 1402، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز
25 گزارش زمین لرزه ها
28 پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی

مهندسی زلزله

34 بلندترین ساختمان ضد زلزله‌ی پرجمعیت‌ترین شهر جهان
39 سیستم‌های کنترل فعال
43 میراگر جرمی فعال (AMD)

علوم زلزله

47 ژاپن از نظر جغرافیا، زمین شناسی، محیط و موقعیت تکتونیکی و تکامل و گسل
52 حلقه آتش
55 سرزمین آفتاب تابان در تاریک‌ترین روزها

در لـــبه تکـنولـوژی

60 میراگـر دیـواری ویســـکوز
65 جداساز شناور مغناطیسی برای کنترل ارتعاش فعال
68 سیستم هشدار زودهنگام زلزله (EEW)



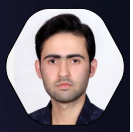
آنـــسوی مـرزها

76 Earthquake Research Institute (ERI), The University of Tokyo
79 Earthquake Research Institute (ERA), The University of Tokyo
83 Smart Building engineering

ریشتر نیوز



- زلزله‌ای ها فعالیتی گرم در فصلی سرد!
- هفته پژوهش، 1402، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز
- گزارش زمین لرزه ها
- پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی



سیدرضا حسینی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-زلزله

زلزله‌ای‌ها، فعالیتی گرم در فصلی سرد



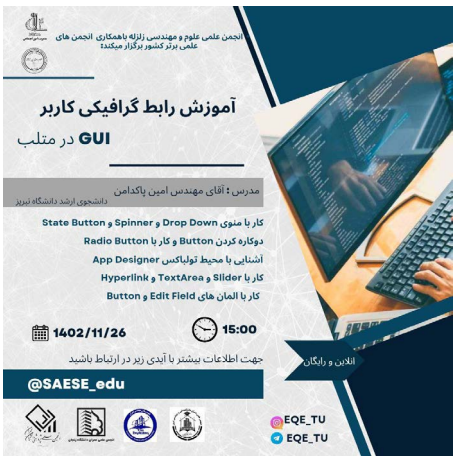
انجمن علمی-دانشجویی علوم و مهندسی زلزله فصل زمستان را نیز همچنان پرکار و خستگی ناپذیر پشت سر گذاشت.

آموزش در راس امور انجمن

همانطور که در ۲ شماره قبلی نیز اشاره شد، انجمن زلزله تمرکز عمده خود را بر روی آموزش گذاشته است و در این راستا همچنان جزء انجمن‌های پیشتاز می‌باشد.

در فصل گذشته انجمن زلزله با برگزاری ۷ کارگاه آموزشی در موضوعات مختلف عمومی و تخصصی، بار دیگر توانایی خود را در حوزه آموزش ثابت کرد. این کارگاه‌ها که با استقبال پرشور دانشجویان مواجه شد، در بستر فضای مجازی برگزار گردیدند.

در ادامه اسامی کارگاه‌های برگزار شده را همراه با اطلاعات تکمیلی مشاهده می‌نمایید:







ردیف	عنوان کارگاه	مدت زمان کارگاه
۱	مدل‌سازی فونداسیون تحت بارگذاری در پلکسیس سه بعدی	۲ ساعت
۲	مدل‌سازی پایداری شیب در ژئواستودیو	۲ ساعت
۳	آموزش رابط گرافیکی کاربر GUI در متلب	۳ ساعت
۴	آشنایی با منطق فازی و جعبه ابزار منطق فازی در محیط متلب	۳ ساعت
۵	آموزش مقدماتی برنامه نویسی با پایتون	۳ ساعت
۶	مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی	۳ ساعت
۷	کنترل‌های حین طراحی سازه‌های بتن آرمه	۲ ساعت









آغاز فعالیت‌های بین المللی

انجمن زلزله اما این بار پا را فراتر گذاشته و با برگزاری یک برنامه بین المللی، فعالیت‌های خود را در سطح بین المللی آغاز نمود. بررسی روش‌های تحقیق و پژوهش در دانشگاه‌های خارج از کشور، طرحی است که با هدف الگوبرداری از نقاط قوت روش‌های تحقیق و پژوهش در دانشگاه‌های خارج از کشور برگزار می‌گردد.

در اولین برنامه از این طرح، انجمن زلزله میزبان خانم مهندس مهسا بلال‌زاده، دانشجوی دکترای ژئوتکنیک دانشگاه آیووا استیت ایالات متحده آمریکا، بود. در این وبینار که با حضور مشتاقان تحقیق و پژوهش از سراسر کشور برگزار گردید، انتقال تجربه‌ای از روند تحقیق و پژوهش در دانشگاه‌های ایالات متحده آمریکا به دانشجویان داخل رخ داد که این موضوع می‌تواند سهمی در حل مشکلات صنعت کشور داشته باشد.



جلسات هم‌اندیشی و مشورتی

در آخرین برنامه سال، با توجه به برگزاری جلسه دبیران انجمن‌های علمی-دانشجویی دانشگاه تبریز با موضوع هفدهمین جشنواره بین المللی حرکت، جلسه‌ای در انجمن با حضور اعضای شورای مرکزی و فعال انجمن برگزار گردید. این جلسه با موضوع هماهنگی جهت حضور در نمایشگاه جشنواره و همچنین بخش رقابتی جشنواره صورت گرفت که پس از همفکری بین اعضا، برنامه ریزی‌هایی برای چند ماه آینده انجمن صورت گرفت تا انجمن بتواند در جشنواره آینده خوش بدرخشد.



همکاری‌ها و تعاملات

در ایـن مـدت و هماننـد سـابق، انجمـن زلزلـه عـلاوه بـر اجـرای طرح‌هـا و برنامه‌هـای خـود، بـا سـایر انجمن‌هـا نیـز در راسـتای اهـداف و خـط مشـی خـود همـکاری داشـته و در برگـزاری برنامه‌هـای مفیـدی مشـارکت داشـته اسـت. در ادامـه بـه برخـی از ایـن همکاری‌هـا اشـاره شـده اسـت.

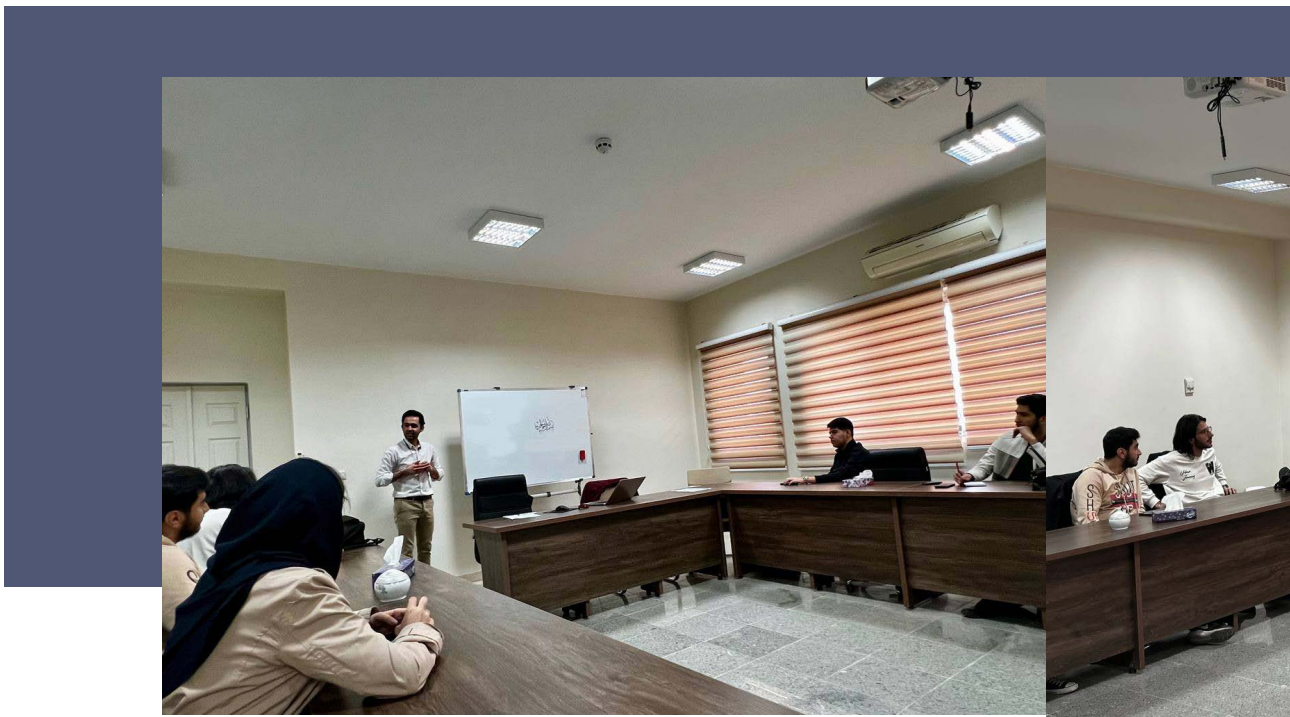
- کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در مقاله نویسی
- نرم افزارهای عمرانی و کاربردها
- ذهن آگاهی برای دانشجویان
- آموزش نرم افزارهای رویت











هفته پژوهش، ۱۴۰۲،
دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز



رضا غفارزاده
کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه

به منظور ترویج فرهنگ پژوهش در کشور، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری چهارمین هفته آذرکاه را با توجه به نامگذاری ۲۵ آذرماه به نام روز پژوهش، با کسب مجوز از شورای فرهنگ عمومی، به نام "هفته پژوهش" نام نهاده‌است و مسئولیت برگزاری این هفته را به معاونت پژوهشی و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سپرده‌است.

در همین راستا، در آذرماه سال ۱۴۰۲، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز که از دانشکده‌های پیشرو در زمینه اهتمام به پژوهش و ارج نهادن به مقام پژوهش می‌باشد، سلسله سخنرانی‌های علمی را به مناسبت هفته پژوهش ترتیب داد و با همکاری انجمن علمی-دانشجویی علوم و مهندسی زلزله دانشگاه تبریز، این همایش‌ها در محل دانشکده مهندسی عمران برگزار گردید. در ادامه سعی شده‌است به اختصار، گزارشی از آنچه در این سلسله سخنرانی‌ها گذشت، خدمت مخاطبان و خوانندگان نشریه ریشتر تقدیم گردد.

نشست اول

سخنران: جناب آقای دکتر مسعود حسین زاده اصل

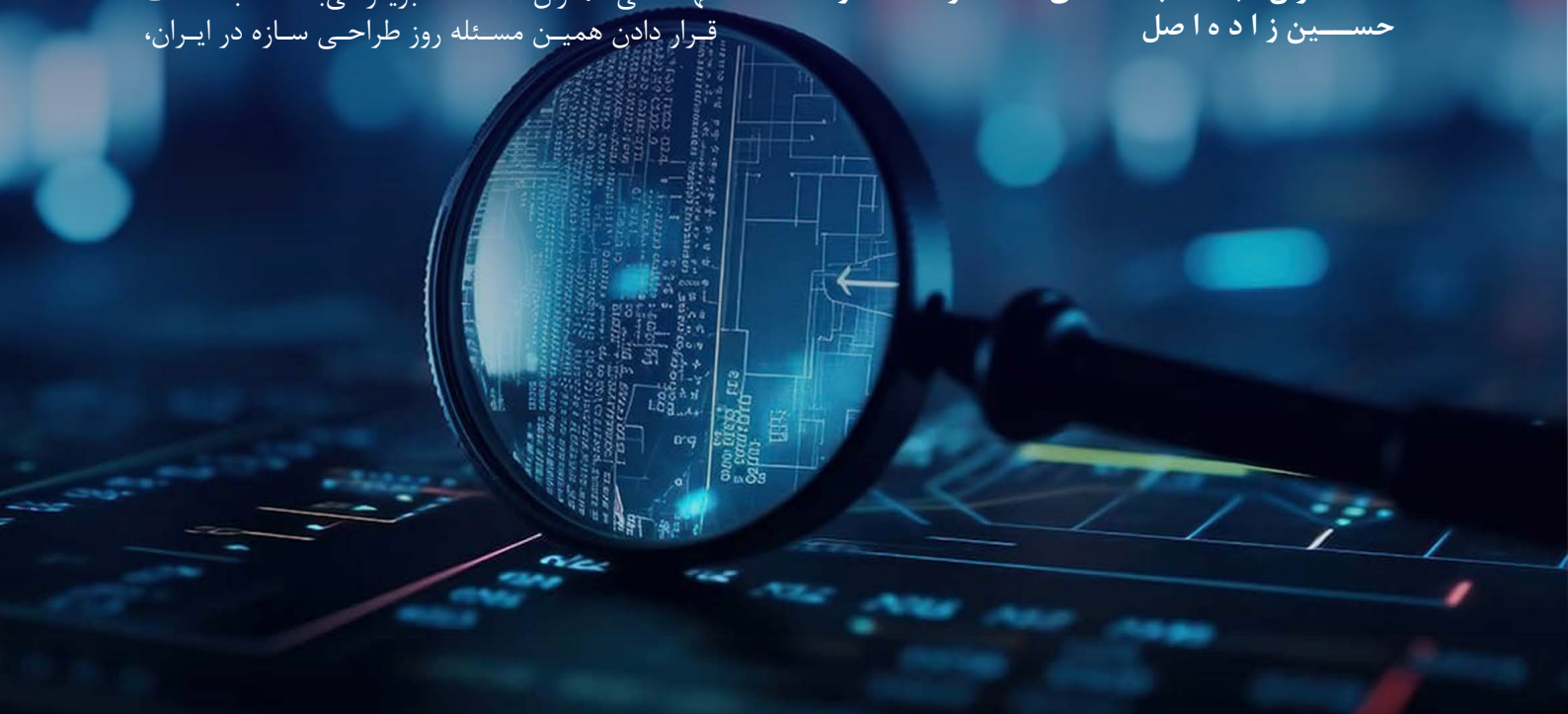
عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

موضوع سخنرانی: بررسی اندرکنش سازه راه‌پله با قاب‌های ساختمانی تحت بارگذاری لرزه‌ای

زمان: سه شنبه مورخ چهاردهم آذرماه ۱۴۰۲

تا پیش از این، عمدتاً در بین مهندسین طراح سازه رایج بود که حین طراحی سازه راه‌پله‌ها به طور کامل در مدل سازهای مدل نشوند و فقط تیرهای میان‌طبقه مدل و طراحی می‌شدند. اما پس از زلزله‌های تلخ و ناگواری که در کرمانشاه و سایر نقاط میهن عزیزمان رخ داد و مشاهدات و بازرسی‌های پسا زلزله‌ای که رخ داد، بر لزوم طراحی لرزه‌ای راه‌پله به عنوان یکی از اجزای سازهای که در حین زلزله به عنوان مجرای فرار ساکنین ساختمان نقش غیرقابل انکاری دارد، بیش از پیش پی‌برده شد.

از این رو جناب آقای دکتر مسعود حسین‌زاده اصل که از اساتید بنام و برجسته دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز می‌باشند، با هدف قرار دادن همین مسئله روز طراحی سازه در ایران،



سـخنرانی‌ای را در ایـن بـاب ترتیـب دادنـد.

در ابتـدای سـخنرانی، بحـث طراحـی لـرزه‌ای راه‌پلـه از نقطـه نظـر آیین‌نامـه‌ای بررسـی شـد و بدیـن منظـور نکاتـی از آیین‌نامه‌هـای متعـدد داخلـی و خارجـی از قبیـل اسـتاندارد ۲۸۰۰، ASCE7، AISC Design Guide 34، FE-MA-E74 بررسـی شـد. در ادامـه بخش‌هایـی از آیین‌نامه‌هـای مذکـور کـه در مـورد بحـث و بررسـی قـرار گرفـت، آمده‌اسـت.

استاندارد ۲۸۰۰

پ۶-۱-ضوابط اجزای غیرسازه‌ای معماری

پ۶-۱-۴- ضوابط و الزامات لرزه‌ای اجزای غیر سازه‌ای

پ۶-۱-۴-۷- راه‌پله‌ها

پله‌ها برای تخلیه ساکنان پس از وقوع زلزله مورد نیاز بوده و حفظ عملکرد آنها پس از زلزله از اولویت بالایی برخوردار می‌باشد. پله‌ها به دو گروه پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشد و پله‌های فرار که جزئی از سازه اصلی ساختمان نمی‌باشد تقسیم می‌شوند.

در پله‌هایی که جزئی از سازه اصلی ساختمان می‌باشند، در صورت اتصال راه‌پله‌ها به قاب سازه‌ای باید اثر آن در باربری لرزه‌ای و نیروهایی که به تیر و ستون اطراف آن براثر این باربری وارد می‌شود لحاظ شود. در این حالت لازم است اجزای راه‌پله شامل شمشیری‌ها، دال بتنی پله و پاگردها مدل‌سازی شوند. در این خصوص لازم است یکبار سازه بدون لحاظ نمودن سختی اجزای پله، مدل و طراحی شود تا سیستم باربرجانبی سازه به تنهایی قادر به تحمل کل نیروی زلزله طرح باشد و یکبار هم با مدل کردن اجزای پله و در نظر گرفتن تأثیر سختی آن، سازه مورد بررسی مجدد قرار گرفته و اجزای پله نیز تحت نیروهای ایجاد شده در آنها طراحی شوند.

1. پیوست ششم استاندارد 2800

Design Guide 34

Steel-Framed Stairway Design

© AISC 2018

Chapter 3
Stairway Code Requirements

CHAPTER 13

SEISMIC DESIGN REQUIREMENTS FOR NONSTRUCTURAL COMPONENTS

13.1 GENERAL

13.1.3 Component Importance Factor. All components shall be assigned a component Importance Factor as indicated in this section. The component Importance Factor, I_p, shall be taken as 1.5 if any of the following conditions apply:

1. The component is required to function for life-safety purposes after an earthquake, including fire protection sprinkler systems and egress stairways.

13.5.10 Egress Stairs and Ramps. Egress stairs and ramps not part of the seismic force-resisting system of the structure to which they are attached shall be detailed to accommodate the seismic relative displacements, D_{pl}, defined in Section 13.3.2 including diaphragm deformation. The net relative displacement shall be assumed to occur in any horizontal direction. Such elements shall be supported by means of positive and direct structural supports or by mechanical connections and fasteners in accordance with the following requirements:

ASCE-2016 .2

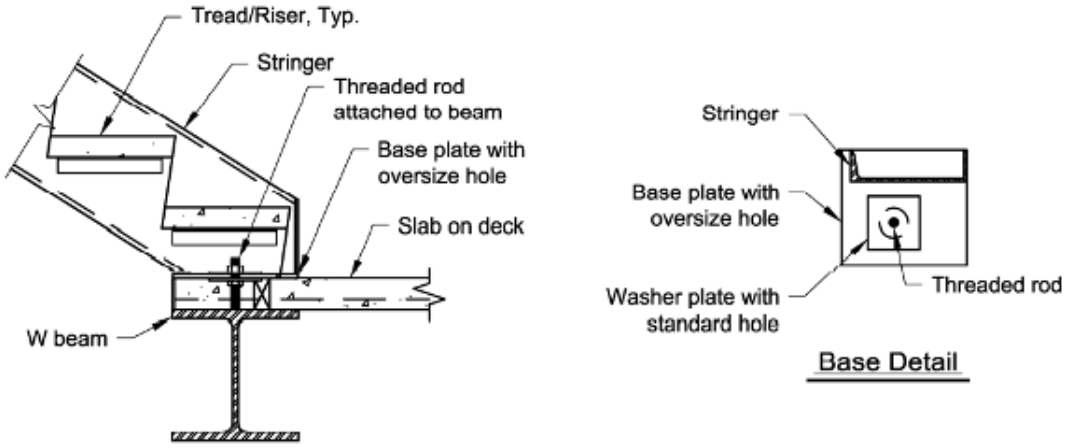
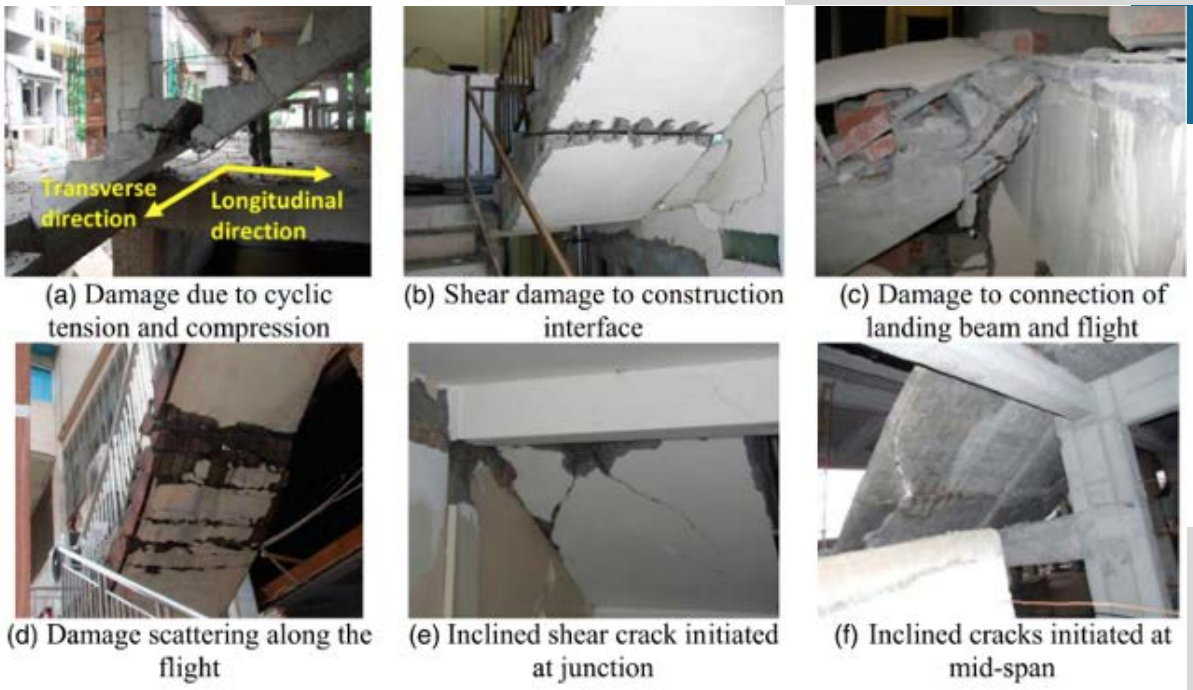


Fig. 6-19. Seismic displacement detail using sliding connection at concrete slab on deck.

3. نظر AISC Design Guide 34



4. وضعیت راه‌پله پس از وقوع زلزله



(a) Damage due to cyclic tension and compression

(b) Shear damage to construction interface

(c) Damage to connection of landing beam and flight

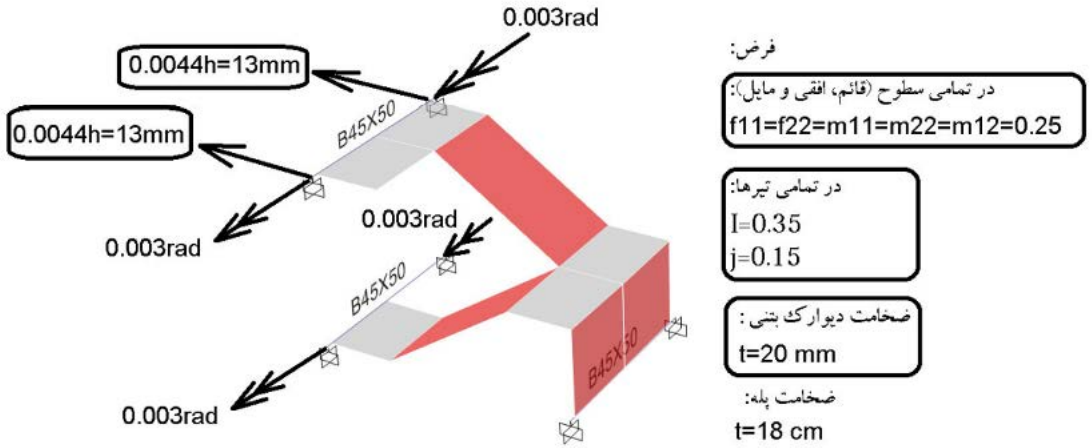
(d) Damage scattering along the flight

(e) Inclined shear crack initiated at junction

(f) Inclined cracks initiated at mid-span

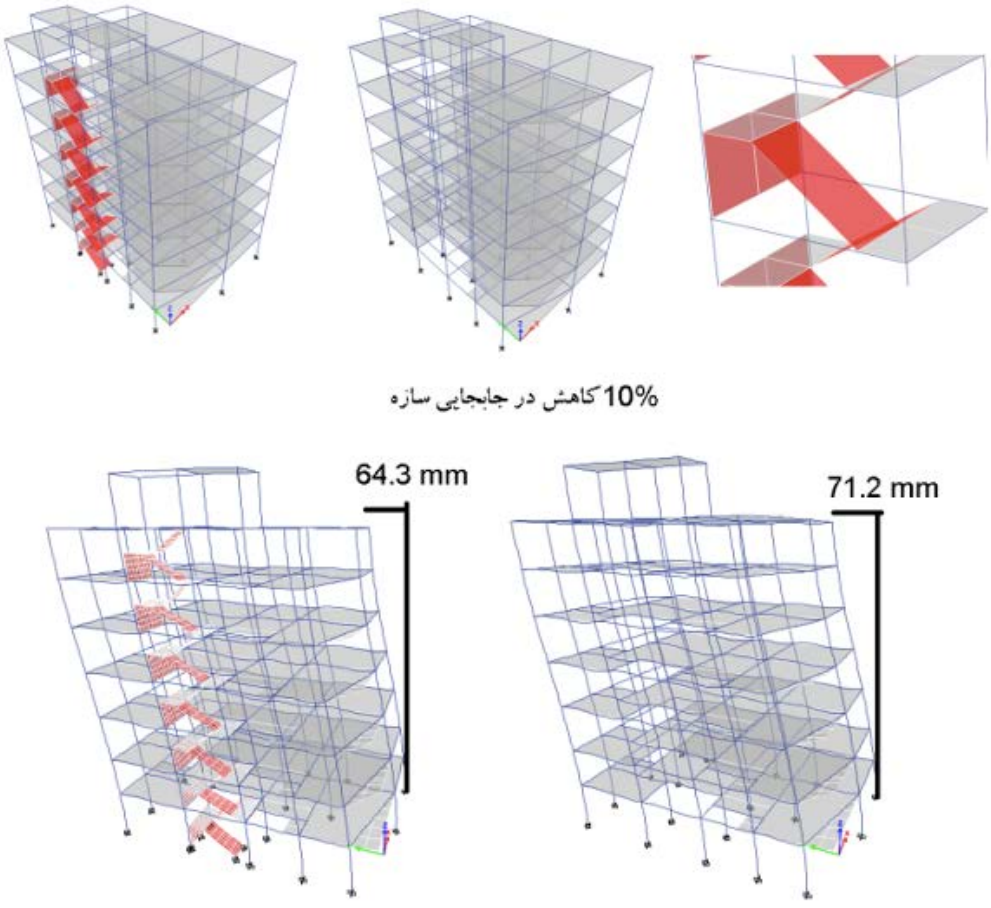
5. نمونه‌هایی از آسیب وارد بر راه‌پله در اثر زلزله

در ادامه بحث، یکسری مدلسازی راه‌پله در نرم‌افزار ایتبس که توسط آقای دکتر حسین‌زاده‌اصل انجام‌شده‌است، بررسی شد تا درک بهتری در ارتباط با اثر طراحی لرزه‌ای راه‌پله صورت گیرد.



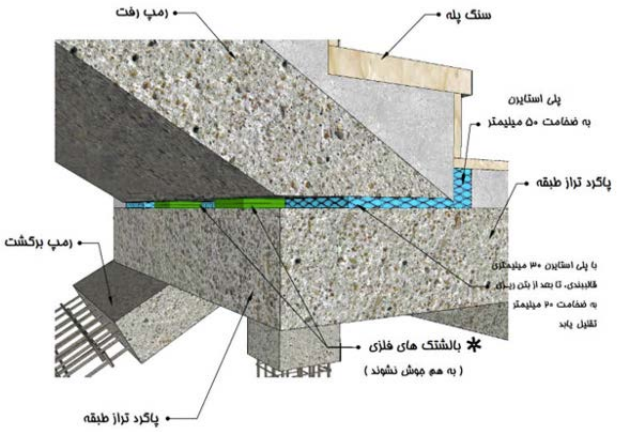
6. مدل راه‌پله در ایتبس

در ادامه طی بررسی های صورت گرفته مشخص شد که برای مثال اگر پلان یک سازه‌ای در یک راستا دارای ۱۰ دهانه قاب خمشی باشد، پس از مدل کردن رمپ پله سختی آن به اندازه یک دهانه افزایش میابد. (حدود ۱۰ درصد)

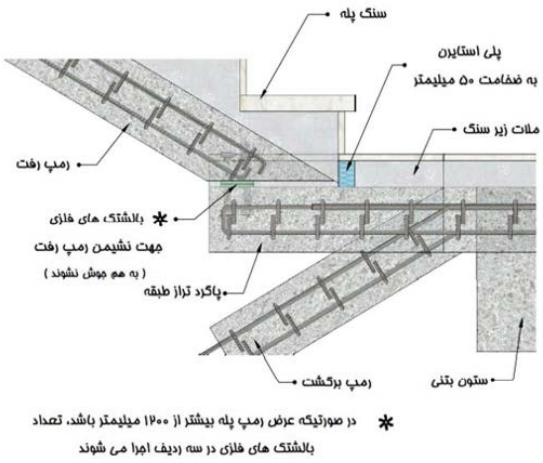


۷. تاثیرات مدلسازی راه‌پله بر جابجایی سازه

در ادامه برخی از دیتیل‌های پیشنهادی پیوست ششم مبحث ششم در شکل‌های شماره ۸ و۹ ارائه گردید که یکی از روش‌های جداسازی رمپ بتنی پله ارائه شده‌است.



8. دیتیل جداسازی رمپ بتنی راه‌پله



9. دیتیل جداسازی رمپ بتنی راهپله

در انتهای بحث هم فلوچارتی از موارد مهمی که طراح سازه باید در صورت عدم جداسازی راه‌پله مدنظر داشته باشد در قالب شکل ۱۰ به نمایش گذاشته شد.



شکل ۱۰

۲- نشست دوم

- **سخنران: جناب آقای دکتر توحید اخلاقی**
- **عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز**
- **قائم مقام اسبق معاون وزیر راه و شهرسازی در مرکز تحقیقات وزارت راه و شهرسازی**
- **رئیس پژوهشکده ساختمان و ابنیه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی**
- **موضوع سخنرانی: حریم گسل‌ها، مبانی و چالش‌های ساخت و ساز در آنها**
- **زمان: دوشنبه مورخ بیستم آذرماه ۱۴۰۲**

در ابتـدای نشسـت، آقـای دکتـر اخلاقـی، در بـاب اهمیـت موضـوع رعایـت حریـم گسـل‌ها سـخنانی را ایـراد کردنـد. در ایـن زمینـه راجـع بـه مباحثـی چـون گسـلش سـطحی، تاریخچـه مقـررات پهنه‌بنـدی گسـل‌ها صحبـت شـد و بدیـن موضـوع اشـاره گردیـد کـه مقـررات پهنه‌بنـدی گسـل‌ها بـرای اولیـن بـار در سـال ۱۹۷۲ میـلادی و در کالیفرنیـا، بـا هـدف کاهـش خطـر گسـلش سـطحی تدویـن شـد.

در ادامـه راجـع بـه حریـم گسـل‌ها صحبـت شـد و اشـاره گردیـد از آنجـا کـه گسـل‌های متعـددی در کلانشـهرها و پیرامـون آنهـا وجـود دارد، در صـورت فعـال شـدن و ایجـاد گسـیختگی سـطحی قطعـا خسـارت‌های جانـی و مالـی فراوانـی بـرای سـاکنین شـهر و مناطـق پیرامـون آن دربرخواهـد داشـت. بنابرایـن بررسـی نـوع سـازه مناسـب و حفـظ حریـم سـاخت در مجـاورت ایـن گسـل‌ها در دو سـوی فرادیـواره (Hang-ing Wall) و فرودیـواره (Foot Wall) الزامـی اسـت.

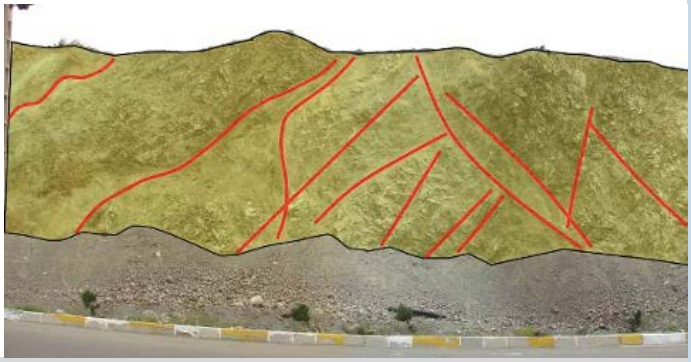
همچنیـن ایشـان خاطـر نشـان کرنـد هـدف از قانـون حریـم گسـل‌ها و الـزام رعایـت ضوابـط سـاخت و سـاز در آنهـا قانونمنـد کـردن توسـعه سـازه‌های بشـری و زندگـی شـهری در مجـاورت گسـل‌های فعـال اسـت کـه بدیـن ترتیـب خطـر گسـیختگی مسـتقیم ناشـی از زمین‌لـرزه کاهـش می‌یابـد.





زون گسیختگی سطحی

در ادامـه در ارتبـاط بـا روش‌هـای تعییـن حریـم گسـل‌ها صحبـت شـد و اشـاره گردیـد کـه حریـم گسـل‌ها محـدوده‌ای در راسـتای گسـله‌های لـرزه‌زا و فعـال اسـت کـه در آن، جابجائـی و گسـیختگی در طرفیـن گسـل رخ داده و یـا محتمـل اسـت کـه در زلزله‌هـای آتـی نیـز رخ دهـد. بـه عبـارت دیگـر و در اصطـلاح مهندسـی زلزلـه، در حریـم گسـل‌ها، مولفـه مهـم مهندسـی، جابجائـی اسـت و اگـر سـازه‌ای در آن محـدوده سـاخته شـود بایـد بـا ملاحظـات میـزان محتمـل جابجائـی و گسـیختگی ناشـی از حرکـت گسـل طراحـی شـود.



در این بخش از سخنرانی، دکتر اخلاقی به تبیین روش‌های تعیین حریم گسل پرداختند و روابط تئوریک هر کدام از این روش‌ها را به اختصار شرح دادند. به طور کلی سه روش برای تعیین حریم گسل‌ها وجود دارد: ۱- روش بربریان و همکاران (سال ۱۳۶۴) ۲- روش IBC (International building code) به کمک رابطه باتاتین (سال ۲۰۰۲) 3- روش زارع (سال ۱۳۸۰)



نقشه تفصیلی روند شکستگی‌های بنیادی و خطواره های پیرامون تبریز، تهیه شده بر اساس تصویرهای هوایی، ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرایی

در بخش آخر سخنرانی، به اصول و مبانی ساخت و ساز در حریم گسلها پرداخته شد و در این زمینه به مواردی چون طبقه‌بندی میزان خطر پهنه‌های گسلی، کابری‌ها و تعداد طبقات مجاز، گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب اهمیت و نوع کاربری و در نهایت محدودیت‌ها و چالش‌ها پرداخته شد.

۳- نشست سوم

- **سخنران: جناب آقای دکتر علی کمک‌پناه**
- **عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس**
- **سرمایه‌گذار و سازنده برج تجارت جهانی تبریز**
- **موضوع سخنرانی: تفکر دانش بنیان و خلاقیت در طرح های عمرانی**
- **زمان: سه‌شنبه مورخ بیست و یکم آذرماه ۱۴۰۲**

در این نشست، جناب آقای دکتر کمک‌پناه که تجارب ارزنده‌ای در زمینه تحقیق، شناسایی و بومی‌سازی تکنولوژی‌های روز دنیا در صنعت ساخت و ساز دارند، به مرور و بازگویی برخی از تجارب ارزنده خویش در این زمینه پرداختند و شماری از فناوری‌های نوینی که در پروژه‌های داخل ایران به کار برده‌اند را معرفی کردند که جذابیت مطالب مطرح شده از سوی ایشان منجر به استقبال قابل توجه دانشجویان از سخنرانی ایشان شده‌بود. در ادامه به برخی از فناوری‌های اشاره شده در سخنرانی ایشان، به همرا تصاویر مرتبط با آنها پرداخته میشود.



۱- فناوری سدهای RCC



۲- مهار زمین گودبرداری توسط سازه اصلی درگودبرداری بالا به پایین SRC واستفاده ازفناوری



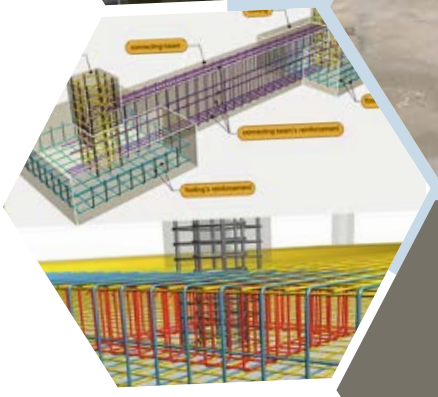
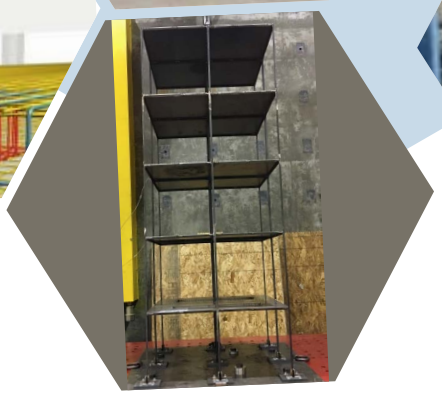





۳- فنـاوری اجـرای پل‌هـای کابلـی در کشـور

۴- فنـاوری اجـرای سـازه هـای کابلـی در کشـور





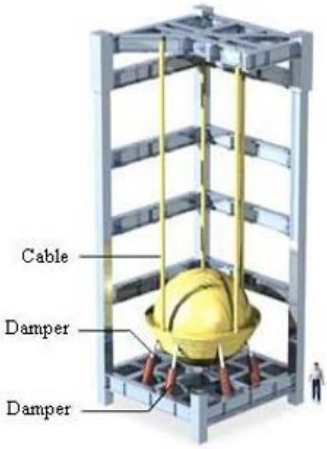
۵- فنـاوری جدیـد در پی‌هـای عمیـق سـاختمان‌ها



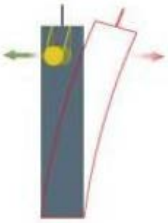
۶- فناوری سوپر فریم

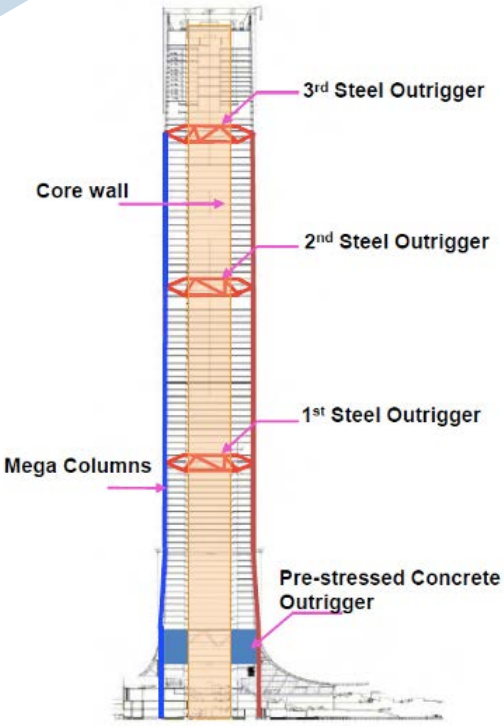






TMD Detail





۷- تولید میلگرد مقاومت بالا با fy=700 Mpa و اجرای بتن مقاومت بالا با fc=70 Mpa





۸- فناوری اتصال تزریقی میلگرد ها





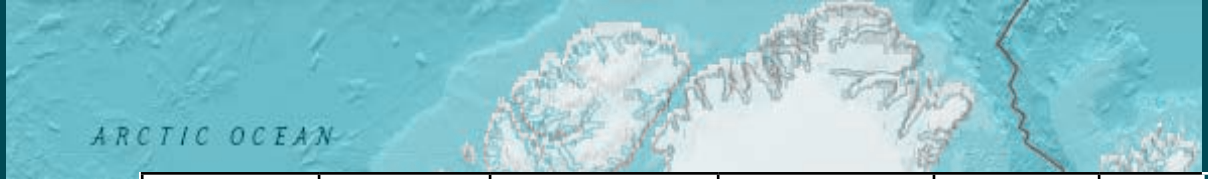
زلزله‌های سراسر جهان



عطا نعمتی
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران

در این بخش زلزله‌هایی که با بزرگای بیش از ۵ ریشتر از فوریه تا ۱۶ مارچ ۲۰۲۴ رخ داده است، گزارش شده است؛ که بزرگترین آن ها در جزیره مک کواری رخ داده است به بزرگای ۶,۷ ریشتر در عمق ۱۰ کیلومتری و همچنین بیشترین زلزله طبق نقشه در نواحی شرق و جنوب شرقی آسیا و اقیانوسیه بوده است.

در ادامه توجه شما خواننده گرامی را به زمین‌لرزه‌های رخ داده جلب می‌کنیم.



محل وقوع	بزرگا	عمق (Km)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	تاریخ وقوع	ساعت وقوع
اوکلاهاما	5.1	3	35.534	-96.764	2024/02/03	5:24:28 UTC
۱۵۸ کیلومتری جنوب غربی روستای مریزو ،گوآم	5.4	39	12.383	143.517	2024/02/04	9:50:42 UTC
۱۶ کیلومتری کلاوریا ، فیلیپین	5.4	44	18.508	120.968	2024/02/07	4:05:03 UTC
۶۲ کیلومتری شرق و شمال شرقی لورنتو،مکزیک	5.1	10	26.180	-110.754	2024/02/08	20:01:44 UTC
پاهالا،هاوایی	5.7	37	19.187	155.493	2024/02/09	20:06:31 UTC
جزیره کرمادک،نیوزیلند	6.1	13	-29.927	-177.232	2024/02/09	10:57:48 UTC
۸ کیلومتری غرب اسپرانزا،فیلیپین	5.8	32	8.682	125.568	2024/02/10	3:22:06 UTC
جزیره ولکانو ، ژاپن	۶,۱	236	22.009	-142.792	2024/02/12	11:19:34 UTC
وانوآتو	۵,۸	۲۱,۴	-۱۶,۶۷۴	۱۷۲,۸۶۷	2024/02/14	18:58:36 UTC
southern East Pacific Rise	6.3	2	-35.124	-110.786	2024/02/23	1:51:12 UTC
۲۵۹ کیلومتری غرب آداک ، آلاسکا	5.5	119	51.946	179.603	2024/02/28	15:50:21 UTC



فیجی	۵,۸	۵۴۷,۷	-20.561	-178.344	2024/03/02	00:26:40 UTC
جزیره مک‌کواری	6.7	10	-58.904	159.164	2024/03/03	16:16:51 UTC
جزیره مک‌کواری	۶,۱	۱۰	-59.168	158.796	2024/03/05	19:52:52 UTC
۲۴۳ کیلومتری شمال و شمال شرقی ناگچو	۵,۴	۱۰	33.516	93.025	2024/03/05	2:07:32 UTC
246 کیلومتری شمال و شمال شرقی ناگچو	5.6	10	33.544	93.011	2024/03/07	10:06:03 UTC
۹۸ کیلومتری جنوب شرقی پانداگوتان، فیلیپین	6	125	5.820	126.880	2024/03/08	9:11:46 UTC
۶۵ کیلومتری شرق و جنوب شرقی کیمبه ،پاپوآ گینه نو	6	50.4	-5.871	150.634	2024/03/13	15:13:23 UTC
۲۱ کیلومتری جنوب غربی پلازین ، مونتنگرو	۵,۴	۷,۶	۴۲,۹۹۴	۱۸,۶۸۰	2024/03/14	3:06:46 UTC
۵۲ کیلومتری شرق تاتسوگو،ژاپن	5.6	10	28.422	130.130	2024/03/15	10:32:48 UTC
جزیره مک‌کواری	5.9	10	-58.918	158.361	2024/03/16	00:14:52 UTC
۸۶ کیلومتری شمال شرقی ، شمال کیمبه،پاپوآ گینه نو	5.2	10	-5.223	150.846	2024/03/16	3:32:04 UTC

علی محمدیان
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه



پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی



تاریخچه

استقرار ایران زمین در میان دو صفحه اروپا آسیا و عربستان، تجربه زلزله‌های شدید در طول تاریخ، وقوع زلزله‌های شدید در دهه‌های اخیر و خسارت‌های انسانی- اجتماعی و اقتصادی ناشی از آنها بیانگر لرزه‌خیزی زیاد و آسیب پذیری شدید کشور در برابر زلزله است. متاسفانه در پی بعضی از این حوادث طبیعی ناگوار اسناد و بناهای بسیار با ارزش تاریخ فرهنگ باستانی ایرانی نیز با خاک یکسان شده است. تمامی حقایق فوق حاکی از لزوم تمرکز بر روی یافتن راه حلی برای جلوگیری و کاهش این اثرات می‌باشد.

پیشینه تأسیس

با توجه به آسیب پذیری و واقعیت لرزه‌خیز بودن کشور، بر اساس پیشنهاد سازمان یونسکو و تصویب هیأت محترم وزیران، مؤسسه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله بر اساس قطعنامه DR/۲۰۵ در بیست و چهارمین مجمع عمومی یونسکو و با مجوز شورای گسترش آموزش عالی در آذرماه ۱۳۶۸ تأسیس شد. این مؤسسه در پاییز ۱۳۷۸ بر اساس مصوبه چهارصد و هشتمین جلسه شورای گسترش آموزش عالی به پژوهشگاه ارتقاء یافت و در مردادماه ۱۳۸۰ اساسنامه جدید پژوهشگاه تصویب شد. تشکیلات جدید پژوهشگاه نیز در ۲۲ شهریورماه ۱۳۸۶ به تصویب هیأت امنای پژوهشگاه رسید و از طرف وزیر علوم، تحقیقات و فنّاوری برای اجرا ابلاغ گردید.

قرار گرفتن ایران در یکی از مناطق لرزه‌خیز جهان و احتمال وقوع زلزله‌های مخرب در همه نقاط کشور، شناخت سرشت لرزه‌ای ایران را از دیدگاه لرزه زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی با اهمیت ساخته است. پژوهشکده زلزله‌شناسی با تاکید بر این اهمیت با هدف پژوهش، فناوری و آموزش در همه زمینه‌های زلزله‌شناسی با برنامه‌ها و وظایف تدوین شده برای رفع نیازهای کشور تشکیل شده است.

برنامه‌ها و اهداف

اهداف پژوهشگاه در زمینه‌های لرزه‌زمین‌ساخت، زلزله‌شناسی، مهندسی ژئوتکنیک، مدیریت بحران، مهندسی سازه، اطلاع‌رسانی، فناوری و خدمات مشاوره‌ای عبارتند از:

۱) مطالعه و تحقیق جامع تحلیلی، تجربی، صحرایی و دستگاهی با هدف شناخت بهتر و دقیق‌تر چشمه‌های لرزه‌ای (گسل‌ها)، پوسته ایران‌زمین، لرزه‌خیزی، خطر زمین‌لرزه، پهنه‌بندی، تهیه انواع نقشه‌های مربوط و تدوین کاتالوگ داده‌های زلزله.

۲) ایجاد، توسعه و بهبود شبکه ملی لرزه‌نگاری باند پهن کشور و دیگر شبکه‌های لرزه‌نگاری و شتابنگاری برای فرابینی و شناخت بهتر و دقیق‌تر فعالیت‌های لرزه‌ای ایران و منطقه.
۳) انجام کلیه امور مربوط به نظارت لرزه‌ای، مرکز ملی داده‌های ایران (NDC) وابسته به معاهده جامع منع آزمایش‌های هسته‌ای.
۴) مطالعه و تحقیق جامع تحلیلی، تجربی، صحرایی و آزمایشگاهی در زمینه‌های روانگرایی، زمین‌لغزه، تأثیر ساختگاه در حرکت قوی زمین، اندرکنش خاک و سازه، پهنه‌بندی و ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیکی، تهیه نقشه‌های مربوط و سایر موارد مرتبط.
۵) مطالعه و تحقیق نظری به منظور نوآوری و توسعه در روش‌های تحلیل و طراحی مکانیک خاک و مهندسی پی با تأکید بر بارگذاری‌های دینامیکی در زمینه مدل‌های رفتاری، مکانیک خاک محیط‌های متخلخل چند فازی، رفتار ابنیه خاکی و موارد مشابه.
۶) مطالعه و تحقیق جامع تحلیلی، تجربی، میدانی و دستگاهی ایمن‌سازی لرزه‌ای ساختمان‌ها، شریان‌های حیاتی، سازه‌های نیروگاهی، صنعتی، تأسیسات مهم مانند سدها، پل‌ها، مخازن، پالایشگاه‌ها و مشابه آنها.
۷) گسترش روش‌های طراحی لرزه‌ای، بنای ساختمان‌های جدید، مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود در برابر زلزله و تدوین آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مربوط.
۸) توسعه فناوری جدید ساختمانی برای تولید نیمه صنعتی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله.
۹) ایجاد، توسعه و بهبود امکانات آزمایشگاهی ثابت و صحرایی، تجهیزات اندازه‌گیری برای تحقق اهداف تحقیقاتی پژوهشگاه و نصب وسایل لازم اندازه‌گیری در ساختمان‌های مهم کشور.
۱۰) ساخت تجهیزات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری صحرایی در زمینه‌های تحقیقاتی مرتبط.
۱۱) تحلیل جامع خطر زلزله، خطرپذیری شهرهای کشور، مدیریت خطرپذیری، تدوین روش‌های کاهش خطرپذیری و کمک به اجرای آن.
۱۲) برنامه‌ریزی کلان پژوهشی، آموزشی و فناوری مربوط به کاهش خطرپذیری کشور و مدیریت خطرپذیری و بحران (پیش‌گیری، آمادگی، امداد و نجات، پاک‌سازی و بازسازی) در برابر زلزله از نظر فنی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی.
۱۳) توسعه فرهنگ ایمنی، پیش گیری و آمادگی در برابر زلزله در کلیه سطوح جامعه.
۱۴) تربیت نیروی متخصص با برگزاری دوره‌های کارشناسی ارشد و دکترا در زمینه فعالیت‌های پژوهشگاه.
۱۵) برگزاری دوره‌های آموزشی، کارگاه‌ها و همایش‌های ملی و بین‌المللی بر اساس ضوابط و مقررات جاری کشور.
۱۶) اطلاع‌رسانی جامع زلزله به متخصصان، مسئولان و مردم.
۱۷) همکاری با واحدهای صنعتی، سازمان‌های اجرایی و جامعه مهندسی کشور از طریق ارائه خدمات مشاوره‌ای.
۱۸) همکاری علمی- پژوهشی و فناوری با مراکز تحقیقاتی و آموزشی داخل و خارج از کشور و سازمان‌ها و انجمن‌های علمی بین‌المللی با رعایت ضوابط و مقررات جاری

دستاوردهای پژوهشگاه

انجام پروژه‌های پژوهشی و پروژه‌های ارتباط با صنعت، مقاله‌های علمی-پژوهشی و ISI، مقاله علمی-ترویجی و ارائه بیش از یک هزار مقاله در کنفرانس‌های داخلی و خارجی، تربیت دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد و دکترا، برگزاری سالانه مانورهای زلزله و ایمنی در مدارس و مهدکودک‌های سراسر کشور، بخشی از دستاوردهای پژوهشگاه طی بیست سال فعالیت می‌باشد.

در حال حاضر پژوهشگاه از سه معاونت "پژوهشی و فناوری"، "آموزش و تحصیلات تکمیلی"، "برنامه‌ریزی و پشتیبانی" و چهار پژوهشکده "زلزله شناسی"، "مهندسی سازه"، "مهندسی ژئوتکنیک" و "مدیریت خطرپذیری و بحران"، تشکیل شده است. همچنین "مرکز ملی پیش‌بینی زلزله" و "مرکز ملی شبکه لرزه‌نگاری باندپهن کشور" با ایستگاه لرزه‌نگاری مستقر در نقاط مختلف کشور نیز از جمله بخش‌های دیگر و تازه تأسیس پژوهشگاه می‌باشند.

چشم انداز آتی پژوهشگاه

در طرح تدوین برنامه استراتژیک پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و در بیانیه چشم‌انداز آن، مقرر است پژوهشگاه در افق این چشم انداز (۱۳۹۲) تبدیل به پیشرفته‌ترین مرکز آموزشی، پژوهشی و کاربردی مهندسی زلزله و زلزله‌شناسی منطقه آسیای جنوب غربی و مرکز اصلی تحقیقاتی پشتیبان سیاست‌های کلان کشور در خصوص زلزله و زلزله‌شناسی گردد. همچنین مأموریت اصلی پژوهشگاه، پشتیبانی علمی و عملی

از کاهش خطرپذیری در برابر زلزله و گسترش فرهنگ ایمنی در برابر زلزله در کشور و منطقه از طریق پژوهش، آموزش و ارائه خدمات مهندسی، مشاوره‌ای و کاربردی در کلیه زمینه‌های مرتبط با زلزله‌شناسی، مهندسی زلزله، بحران‌های ناشی از زلزله و فناوری‌های مرتبط با زمینه‌های فوق می‌باشد؛ که میزان فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی، نوآوری و تجاری سازی فناوری، بهره‌وری، خدمات ملی، نیروی انسانی کارآمد و متخصص، فضا و تجهیزات مناسب پژوهشی و آموزشی عوامل کلیدی موفقیت در دستیابی به مأموریت‌های پژوهشگاه می‌باشند.

طبق این سند، شناخت بهتر و دقیق‌تر چشمه‌های لرزه‌ای (گسل‌ها)، پوسته ایران زمین، لرزه‌خیزی، خطر زمین‌لرزه، پهنه‌بندی در ایران، فرابینی و شناخت بهتر فعالیت‌های لرزه‌ای ایران و منطقه، ایمن‌سازی مستحدثات، کاهش ریسک زلزله و آسیب‌پذیری کل کشور، ارتقای آمادگی مردم و مسئولان در برابر بحران‌های ناشی از زلزله، انتقال و توسعه فناوری‌های نو برای پشتیبانی کاربردی و پژوهشی مرتبط با زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله ایران، ارتقای سطح دانش تخصصی و عمومی در زمینه زلزله‌شناسی، مهندسی زلزله، نوآوری و تجاری سازی دستاوردهای تحقیقاتی و کاربردی، افزایش همکاری‌های بین المللی در کلیه زمینه‌های مرتبط به خصوص کشورهای آسیای جنوب غربی و مدیریت بهینه پژوهشگاه از جمله اهداف سازمانی ترسیم شده و وظیفه گرایی، پاسخگویی، تغییر نگرش‌های سنتی، احترام متقابل، یکپارچگی و همدلی، ایجاد انگیزه و وفاداری نیز ارزش‌ها و باورهایی هستند که پژوهشگاه در راستای چشم انداز تدوین شده و برای نیل به اهداف سازمانی خود باید آنها را در سرلوحه فعالیت‌های خود قرار دهد.

کتابخانه و مرکز اسناد

اهداف عمده پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله پژوهش، فناوری، آموزش و ارائه خدمات مهندسی و مشاوره‌ای در کلیه زمینه‌های مرتبط با زلزله‌شناسی، مهندسی زلزله، بحران‌های ناشی از زلزله، ارائه پیشنهادها و راهکارهای عملی، کمک به اجرای آنها برای کاهش خطرپذیری و گسترش فرهنگ ایمنی در برابر زلزله در کشور و منطقه می‌باشد. پژوهشگران این پژوهشگاه نیز جهت انجام امور پژوهشی نیازمند دسترسی به اطلاعات می‌باشند.

بنابراین پژوهشگاه از آغاز کار خود (سال ۱۳۶۹) تأسیس کتابخانه و مرکز اسناد را به عنوان بخش ضروری و لازم جهت پیشبرد امور پژوهشی در نظر داشته است. هدف عمده این بخش فراهم نمودن اطلاعات مورد نیاز پژوهشگران، توزیع، اشاعه اطلاعات علمی و نتایج طرح‌های تحقیقاتی به منظور استفاده جامعه علمی می‌باشد. کتابخانه و مرکز اسناد سعی بر آن دارد به نحو مطلوبی کلیه اطلاعات موجود را سازماندهی و ذخیره نماید تا بازیابی آنها در حداقل زمان قابل دسترسی باشد. این کتابخانه شامل مجموعه‌ای از کتب، گزارش‌ها، مجلات، مقالات، پایان نامه، اسلاید، لوح فشرده، فیلم آموزشی، نقشه، استاندارد و عکس هوایی، در زمینه‌های مهندسی زلزله، مهندسی سازه و مهندسی ژئوتکنیک، مدیریت خطر پذیری و ... می‌باشد..

پژوهشکده‌ها و مراکز

-پژوهشکدهٔ زلزله‌شناسی

پژوهشکدهٔ زلزله‌شناسی با توانمندی بیش از ۱۰۰ دستگاه لرزه‌نگاری و شتاب‌نگاری پرتابل، توانایی پایش زون‌های لرزه‌زا و پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه‌های بزرگ جهت شناسائی هندسه و سازوکار گسل‌های فعال را بطور همزمان در قالب چندین شبکه لرزه‌نگاری متراکم و موقت دارد. پایش پس‌لرزه‌های زمین‌لرزه‌های مخرب آوج، بم، زرند، قشم، سیلاخور بروجرد، فیروزآباد کجور، کاکی بوشهر، اهر-ورزقان و سرپل ذهاب کرمانشاه و نیز پایش لرزه‌ای مناطق فعال و لرزه‌خیزی چون قیر-کارزین (فارس)، منجیل-رودبار، بروجن، میناب، تبریز، تهران-فیروزکوه، البرز مرکزی، دریاچه سدهای گتوند علیا، مسجد سلیمان، کرخه، سردشت، آزاد، جاوه، و نیروگاه اتمی بوشهر نمونه‌هایی از شبکه‌های لرزه‌نگاری موقت نصب شده در گذشته می‌باشند. علاوه بر آن مرکز ملی پیش‌بینی زلزله و مرکز ملی شبکه لرزه‌نگاری باند پهن پژوهشگاه نیز با فراهم نمودن داده‌ها و تجهیزات مورد نیاز پژوهشگران این پژوهشکده، نقش و تاثیر مهمی در تحقق اهداف راهبردی پژوهشگاه ایفا می‌کنند.

در حال حاضر گروه‌های پژوهشی پژوهشکده زلزله‌شناسی عبارتند از:

-زلزله‌شناسی

پردازش، تحلیل و تفسیر داده‌های لرزه‌خیزی



برای شناخت پوسته و گوشته فوقانی، گسل‌های فعال و زون‌های لرزه‌خیز در ایران. بهینه‌سازی مدل سرعتی پوسته جهت بهبود دقت مکان‌یابی زمین‌لرزه‌های ایران و در نهایت بهبود دقت مطالعات تحلیل خطر زمین‌لرزه.

-لرزه زمین‌ساخت

شناخت دقیق سرچشمه‌های لرزه‌زای پوسته ایران‌زمین، سازوکار گسل‌های فعال و مطالعات لرزه زمین‌ساختی.

-زلزله‌شناسی مهندسی

پردازش داده شتاب‌نگاری، تهیه بانک اطلاعاتی شتاب‌نگاشت‌ها، شناخت و ویژگی‌های شتاب‌نگاشت‌ها، تدوین روابط لرزه‌خیزی و کاهندگی، تحلیل خطر زمین‌لرزه، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه و تدوین طیف‌های طراحی، مدل‌سازی جنبش نیرومند زمین، برآورد پارامترهای چشمه با استفاده از داده‌های جنبش نیرومند زمین، مطالعه Q، زمین‌لرزه‌های القایی.

- پژوهشکده مهندسی ژئوتکنیک

کاهش مخاطرات لرزه‌ای و توسعه ایمن مناطق مسکونی و تاسیسات زیربنایی مستلزم شناختی همه جانبه و فراگیر از مؤلفه‌های مختلف تاثیرگذار در قدرت تخریبی یک زلزله است. از جمله مؤلفه‌های مهم در این رابطه ویژگی‌های ژئوتکنیکی مناطق و مخاطرات ژئوتکنیکی محتمل و همراه با زلزله است که می‌توانند بطور مستقیم و یا غیرمستقیم بر آسیب‌پذیری یک منطقه تاثیری قابل توجه داشته باشند.

در حال حاضر گروه‌های پژوهشی پژوهشکده مهندسی ژئوتکنیک عبارتند از:

-ژئوتکنیک لرزه‌ای

مطالعه در مورد: تاثیرات ساختگاه بر حرکت قوی زمین، با ملاحظه فشار آب حفره‌ای، عوارض توپوگرافی و رفتار غیرخطی محیط اندرکنش خاک-سازه در بارگذاری‌های دینامیکی، رفتار تغییر شکلی و مقاومتی مصالح خاکی و سنگی تحت بارگذاری‌های دینامیکی در محدوده‌های کرنشی کم تا زیاد.

-مهندسی پی و ابنیه ژئوتکنیکی

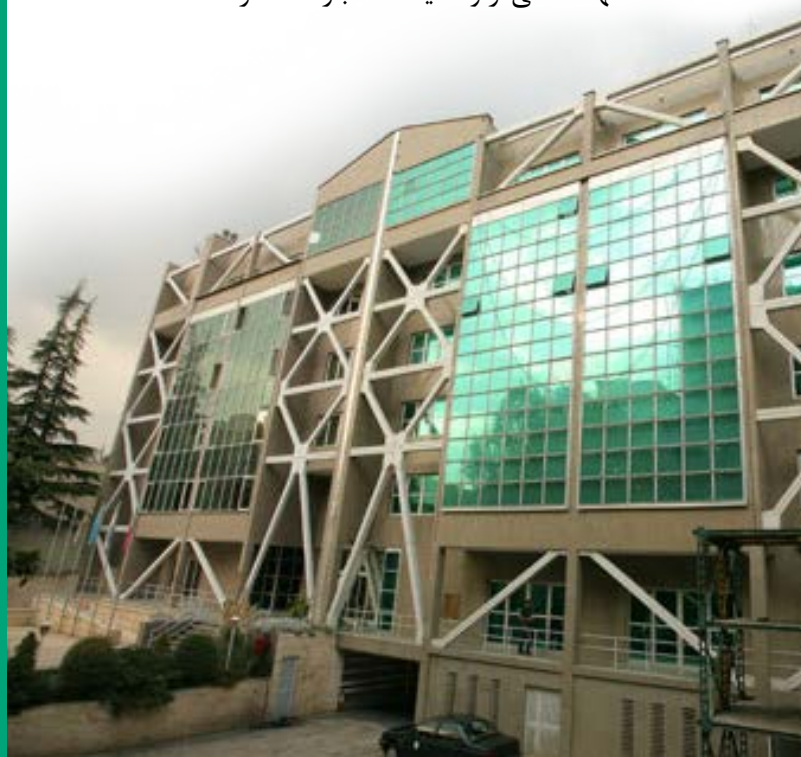
بررسی مفاهیم بنیادی در حوزه مکانیک خاک و سنگ و مهندسی پی از جمله مدل‌سازی رفتار خاک، مکانیک محیط‌های متخلخل و کاربرد آنها در طراحی لرزه‌ای ابنیه ژئوتکنیکی مانند پی‌های سطحی و عمیق، دیوارهای حائل، شیب‌ها، تونل‌ها و سدها.

-مخاطرات زمین شناختی و ژئوتکنیکی

بررسی و مطالعه بنیادی و کاربردی مخاطرات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی مرتبط با زلزله، نظیر زمین لغزش، روانگرایی، گسلش سطحی و فرونشست، داده کاوی پدیده‌های زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی، تهیه نقشه‌های پایه در انجام پروژه‌های پژوهشی و فناوری.

-پژوهشکده مهندسی سازه

وقوع زلزله‌ها به تنهایی سبب خسارات جانی، اقتصادی و اجتماعی نمی‌شوند؛ بلکه، بر اثر اندرکنش نامطلوب حرکات زمین با محیط زیست و مستحدثات فاجعه می‌آفرینند. کاهش خطرهای ناشی از زلزله و بالتبع توسعه پایدار کشور تنها با ایمن‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، شریان‌های‌حیاتی و تأسیسات زیربنایی امکان‌پذیر می‌باشد.




مهندسی
زلزله


بلندترین ساختمانِ ضد زلزله‌ی پرجمعیت‌ترین شهر جهان
سیستم‌های کنترل فعال
میراگر جرمی فعال(AMD)

بلندترین ساختمانِ ضد زلزله‌ی پرجمعیت‌ترین شهر جهان




کیان گلوانی
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران


ابوالفضل اسماعیلی
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران

توکیو پرجمعیت‌ترین شهر در جهان است که میزبان رستوران‌های درجه یک، معابد زیبا و بیش از ۳۷ میلیون نفر جمعیت است. ساخت آسمان خراش‌های بلند در شهرهای بزرگ و پرجمعیت اتفاق تازه‌ای نیست، اما توکیو فارغ از نکات ذکر شده، ویژگی دیگری نیز دارد که آن را از سایر شهرهای بزرگ جهان متمایز می‌کند و آن چیزی نیست جز به شدت زلزله خیز بودن آن. با وجود اینکه برج‌های مقاوم در برابر زلزله جدید نیستند، توکیو یکی از سخت‌ترین مکان‌ها برای ساخت آن‌ها است. زیرساخت‌های مقابله با فاجعه در اینجا به معنای واقعی کلمه موضوع مرگ و زندگی است. با بلندتر شدن ساختمان‌های توکیو، چالش تضمین امنیت آن‌ها سخت‌تر می‌شود. فاجعه اخیر در ترکیه و سوریه یادآور ویرانی‌هایی است که ممکن است با فروریختن ساختمان‌ها آشکار شود.

حال اما این شهر قصد دارد یک جاذبه دیگر را به لیست خود اضافه کند؛ یک آسمان خراش فوق بلند که برای مقاومت در برابر زلزله ساخته شده است. برجی با ارتفاع ۳۳۰ متر به نام برج اصلی (Main Tower) که بلندترین ساختمان ساخته شده در این شهر خواهد بود. اما تکلیف ساخت بلندترین آسمان خراش شهری که زلزله در آن رایج است، چه می‌شود؟ و چه چیزی این پیشرفت جدید را از بقیه متمایز می‌کند؟ برای پاسخ به این سوال به ارائه‌ی پاره‌ای توضیحات می‌پردازیم.

تاریخ پر تلاطم توکیو

قبل از اینکه به این ساختمان جالب برسیم، به کمی پیش زمینه درباره‌ی کشور ژاپن و پایتختش نیاز داریم.

نقطه‌ی عطف تاریخ مدرن ژاپن را می‌توان از بعد از پایان جنگ جهانی دوم حساب کرد؛ زمانی که این کشور رشد اقتصادی و انفجار جمعیتی را تجربه کرد و به رشد خود ادامه داد تا جایی که امروز به عنوان معجزه اقتصادی ژاپن از آن یاد می‌شود. اگرچه نرخ زاد و ولد در اوایل دهه پنجاه میلادی شروع به رکود کرد اما اقتصاد ژاپن دچار چنین رکود بزرگی نشد. به دلیل همین رشد اقتصادی، میلیون‌ها نفر از مردم ژاپن در جست‌وجوی فرصت‌های شغلی بهتر شروع به مهاجرت از روستاها به سمت شهرها کردند و به همین علت تعداد افرادی که در مراکز جمعیتی شهری مانند توکیو زندگی می‌کنند افزایش یافت و به مرور این شهر تبدیل به متراکم‌ترین شهر جهان از لحاظ جمعیتی گردید که این مسئله خود باعث کمبود در بخش املاک و مستغلات شد؛ در نتیجه شهر شروع به ساخت و ساز به سمت بالا کرد تا بتواند ده‌ها میلیون ساکن را در خود جای دهد.

درباره‌ی جغرافیای این کشور نیز می‌توان گفت که بیش از هشتاد درصد زمین‌های ژاپن از کوه‌های جنگلی انبوه تشکیل شده و دیگر ویژگی جغرافیایی آن خط ساحلی طویل آن است که بیشتر جمعیت این کشور را در خود جای داده است اما علاوه بر همه‌ی اینها ژاپن خانه‌ی بیش از صد آتشفشان فعال نیز هست که کوه فوجی بلندترین و نمادین‌ترین آنها است، کوهی در نزدیکی توکیو که آخرین بار سیصد سال پیش فوران کرده‌است.

درواقع ژاپن و شهر توکیو ممکن است به خاطر رشد اقتصادی، غذاها، قطارهای سریع السیر، ساختمان‌های زیبا، پیشرو بودن در فناوری‌های نو و جمعیت زیاد شناخته شده باشند، اما زلزله نیز یکی از رایج‌ترین اتفاقات آنها است. در واقع سالانه هزاران زلزله کوچک ثبت می‌شود. بیشتر آن‌ها جلب توجه نمی‌کنند، اما واقعیت این است که این کشور در یکی از زلزله خیزترین مناطق جهان قرار دارد.

خود توکیو درست در امتداد چیزی قرار دارد که به عنوان «حلقه آتش اقیانوس آرام» شناخته می‌شود. از نظر علمی، حلقه آتش منطقه‌ای است که در آن چندین صفحه قاره‌ای و اقیانوسی زمین به هم می‌رسند. به زبان بسیار ساده، هنگامی که صفحات برخورد می‌کنند، ناگهان می‌شکنند یا در طول این خطوط جابجا می‌شوند، زلزله یا فعالیت آتشفشانی رخ می‌دهد.

یکی از قوی‌ترین زمین لرزه‌های ژاپن به سال ۲۰۱۱ باز می‌گردد. زمین لرزه ۹ ریشتری منطقه را لرزاند و بعدها منجر به سونامی شد. هر دو رویداد باعث تخریب هزاران ساختمان در سراسر کشور و حتی یک رآکتور هسته‌ای شدند. با چنین سابقه‌ای، ساختمان‌های توکیو همگی برای مقاومت هر چه بیشتر در برابر زلزله ساخته شده‌اند.

از سال ۲۰۱۱ آیین نامه‌های ساختمانی و فن‌آوری حتی بیشتر تقویت شده‌اند. به

خاطر تمام این رویدادها و آن شکوه‌های اخیر، این شهر آسمان خراش‌های بلند زیادی نساخته است و مطلقاً هیچ ساختمان فوق بلندی نیست که با ارتفاعی بیش از ۳۰۰ متر ساخته شده باشد. اکنون ما فقط در مورد آسمان خراش‌های رسمی در اینجا صحبت می‌کنیم و نه «سازه‌هایی» مانند اسکایتری که مشخصاً بسیار بلندتر است، اما به عنوان یک ساختمان متفاوت طبقه بندی می‌شود. (بیشتر در طبقه‌بندی آسمان خراش‌ها در اینجا). سابقاً بلندترین ساختمان در توکیو ۲۵۵ متر بالاتر از این شهر قرار داشت. اما همه چیز تغییر کرده است، چرا که در سال ۲۰۲۳ برج اصلی (Main Tower) پیش روی شما است که به تازگی بالا آمده است.

شهری در کلان شهر توکیو

برج اصلی (Main Tower)، ساختمانی است با چهار گلبرگ شیشه‌ای خمیده در اطراف سقف خود که با طرحی بدون ستون و باز در داخل طراحی شده است. این برج در یک طرح توسعه شهری جدید به نام پروژه تورانومون - آزابودای یا به طور رسمی تپه‌های آزابودای به همراه دو ساختمان دیگر به نام برج‌های شرقی و غربی قرار خواهد گرفت. پروژه‌ای با زمینی به ابعاد ۸,۱ هکتار، مشابه مرکز راکفلر در نیویورک که مجتمعی شامل مغازه‌ها و رستوران‌های فراوان، دویست و پانزده هزار متر مربع فضای اداری، هزار و چهارصد ساکن، یک هتل در کلاس جهانی، یک مدرسه‌ی بین‌المللی و بزرگترین food court شهر را در خود جای خواهد داد.

هدف این ابر پروژه تبدیل یک منطقه بزرگ در مرکز شهر به مکانی خلاقانه، قابل زیست و همه کاره است. مکان آن در مونادوکو یکی از زیباترین مناطق توکیو است. تخمین زده می‌شود که هزینه کل این پروژه چیزی در حدود پانصد و هشتاد میلیون ین خواهد بود، این پروژه تاثیر شگرفی بر روی این منطقه خواهد بود، چراکه خانه‌ی دفاتر شرکت‌های بزرگی چون گوگل و گلدمن ساکس خواهد بود و تبدیل به جاذبه‌ی بزرگی برای بازدیدکنندگان خواهد شد. موسس فقید کمپانی موری بیلدینگ، آقای تایکیچیرو موری، کسی که زمانی ثروتمندترین فرد کشور به شمار می‌رفت، بر روی اینکه افراد بیشتری طی سال‌ها به ویژه خارجی‌ها برای کار و زندگی به این جدیدترین طرح توسعه توکیو هجوم خواهند آورد قمار کرد. برای این پروژه همچنین یک ایستگاه مترو و یک راه شریانی اصلی در نظر گرفته شده است. در مجموع هدف این پروژه ایجاد نوعی شهر در درون یک شهر است. شهری که قرار است با بیست و چهار هزار متر مربع فضای سبز محیطی الهام بخش و آرام را برای ساکنین و بازدید کنندگان آن فراهم کند. در واقع معمار این پروژه آقای توماس هدرویک به قدری در این پروژه به فضای سبز اهمیت داده است که در ابتدا با طراحی یک چشم انداز یک پارچه‌ی زیبا از فضای سبز به همراه یک میدان مرکزی و چند مسیر رفت و آمد مردم شروع کرده و بعد سه برج بلند پروژه را جانمایی کرده؛ این کار بر خلاف روش سنتی است که ابتدا مکان سازه‌های اصلی را مشخص و بعد فضای سبز را جانمایی می‌کنند.

اما مهم‌تر از همه ی اینها، یک برج اصلی شصت و چهار طبقه و دو برج مسکونی خواهد بود، سه سازه اصلی در برابر زلزله مقاوم خواهند بود و به عنوان مکانی عمل خواهند کرد که در آن بیش از ۳۶۰۰ نفر از ساکنان می‌توانند در طول یک فاجعه طبیعی بزرگ به آنجا فرار کنند. حتی اگر زلزله‌ای به قدرت زلزله ۲۰۱۱ رخ دهد. اما این تنها یک مکان موقت برای پناه گرفتن نخواهد بود. این ساختار توسعه یافته است تا تجارت و زندگی بتواند در صورت نابودی مناطق دیگر ادامه پیدا کند.



حالا این یک نوع خاص از مدیریت مسیری است که از شما می‌خواهد تا در زمان زلزله به کار خود ادامه دهید...

ساخت منطقه‌ای با این هدف احتمالا بیشتر مهندسان را به تکاپو می‌اندازد. هرچه ساختمان بلندتر می‌شود، خطرات و چالش‌ها نیز بیشتر می‌شود.

چالش‌های ساخت ساختمانی بلند و ضد زلزله

ساخت بناهای بلند، در مناطق باد و زلزله خیز چالش‌های بسیاری با خود به همراه دارد ولی این دو موضوع تا حد زیادی با هم مشترک‌اند. زیگی لوبکوفسکی، یکی از مدیران طراحی لرزه‌ای در آروپ می‌گوید: تخمین میزان حرکت بسیار مهم است، ما در واقع به اندازه خاصی طراحی نمی‌کنیم و برای شتاب دادن طراحی می‌کنیم. « شما جرم ساختمان را دارید، شتاب زلزله را دارید، و این به شما بار جانبی ساختمان را می‌دهد و این یک روش بسیار ساده برای بررسی این است که چگونه می‌توانیم باری را برای استفاده در ساختمان ایجاد کنیم. بنابراین ما به سطح شتابی که می‌خواهیم از بزرگ‌ترین زلزله‌های منطقه بگیریم نگاه می‌کنیم و از آن در محاسبات خود استفاده می‌کنیم.»

لوبکوفسکی گفت: « یک ساختمان بلند به یک سیستم عمودی نیاز دارد که بتواند وزن جاذبه ساختمان را بگیرد و سپس به یک سیستم ثانویه نیاز دارد که بتواند بارهای جانبی و ساختمان‌ها را در سراسر جهان در خود جای دهد.». « چه در یک منطقه زلزله خیز باشد و چه در یک منطقه زلزله خیز نباشد، باید برای بار باد در نظر گرفته شود. اگر ما در یک منطقه زلزله خیز باشیم، علاوه بر این یک بار جانبی هم داریم، اما یک بار چرخه‌ای است. پس این چیزی است که به عقب و جلو می‌رود. بنابراین ما باید اطمینان حاصل کنیم که هرگز در وضعیتی نیستیم که این ساختمان بشکند و بتوانیم سیستم عمودی را فعال نگه داریم و اطمینان حاصل کنیم که ساختمان فرو نمی‌ریزد.»

راهکارهای ژاپنی

مردم سرزمین آفتاب تابان می‌دانند چگونه از پس چالش‌ها برآیند. در تمام این برج‌ها از قطعات فولادی و بتنی با مقاومت بالا به همراه دستگاه‌های کنترل ارتعاش که به کاهش لرزش کمک می‌کنند، استفاده خواهد شد. یکی از آن‌ها وسیله‌ای به نام « میراگر جرمی فعال » است که در نزدیکی بالای ساختمان قرار می‌گیرد و به کاهش تکان‌های ناشی از وزش باد یا لرزش‌های شدید کمک خواهد کرد. اما ساخت بنایی ضد بلایای طبیعی با ارتفاع بیش از ۳۰۰ متر به بیش از یک میراگر غول پیکر نیاز دارد. سایر اجزای کوچک‌تر نیز به صورت استراتژیک در سراسر ساختمان قرار می‌گیرند.



در ادامه به شرح نحوه‌ی کار آنها می‌پردازیم:
اول از همه ما میراگرهای ویسکوز - دستگاه‌های مکانیکی داریم که با استفاده از مقاومت سیال ماده برای جذب ارتعاشات عمل می‌کنند. سپس میراگرهای دیواری ویسکوز وجود دارند. این مواد از مقاومت ماده‌ای با ویسکوزیته بالا (به زبان ساده به این معنی است که یک مایع یا گاز چقدر می‌توانند در برابر تغییرات شکل خود مقاومت کنند) برای جذب هر حرکتی استفاده می‌کنند. در نهایت، میراگرهای مهاربندی نشده وجود دارند؛ قطعاتی از فولاد کشش پذیر که می‌توانند بخشی از انرژی ناشی از زلزله را جذب کنند.
در حال حاضر، کاهش لرزش تنها چیزی نیست که مهندسان باید در نظر بگیرند. در حالی که این اقدامات جان مردم را در طی یک رویداد لرزه‌ای نجات خواهند داد... عواقب آن نیز اهمیت دارد. از آنجا که بلایای طبیعی معمولا انرژی را از بین می‌برند، پروژه تورانومون - آزابودای راهی برای ادامه کار آن پیدا کرده است. یک سیستم تولید همزمان برق و گرما در زیرزمین برج اصلی نصب خواهد شد. این برج در برابر هر نوع اختلالی مقاوم خواهد بود و به برج اجازه می‌دهد برق کل ساختمان را تا ۷۲ ساعت تامین کند. این می‌تواند به این معنی باشد که زندگی روزمره ساکنان با کمی وقفه ادامه پیدا می‌کند...
برنامه ریزی معماری این پروژه با ترسیم جریان مردم در اطراف یک میدان مرکزی آغاز شد. مکان ساختمان‌ها ثانویه بود و با ساخت آسمان خراش‌های بلندتر و جمع و جورتر، پروژه تورانومون - آزابودای قادر است فضای سبز را به حداکثر رسانده و ملزوماتی را برای قرار گرفتن در فواصل قابل پیاده روی طراحی کند. هدف آن ایجاد فضاهایی است که ساکنان بتوانند به راحتی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.
در حال حاضر، ژاپن قبلا از شهرهای فشرده‌ای مانند این در خارج از توکیو به عنوان تلاشی برای احیای اقتصادی استفاده کرده است. تویاما این مفهوم را با نوسازی حمل و نقل عمومی، احیای مرکز شهر و ایجاد یک شهر قابل پیاده‌روی پیش برد.

کلام آخر

توسعه دهندگان تورانومون - آزابودای می‌گویند که آن‌ها در حال ایجاد مکانی هستند که مردم بتوانند به جای فرار از آن، به آنجا پناه ببرند و اگر برج اصلی آن‌ها موفقیت آمیز باشد، شاید کشور به شکلی گسترده‌تر در سال‌های پیش‌رو به ساخت ساختمان بلندتر ادامه دهد. حوادث ویرانگر اخیر در ترکیه و سوریه یادآور ایمانی است که ما به مهندسان و تیم‌های ساخت و ساز داریم که هر روز محیط ساخته شده ما را خلق می‌کنند. در جایی که همه چیز اشتباه پیش می‌رود، مهم است که ما به طور کامل بررسی کنیم، حقایق را مشخص کنیم و برای پیشرفت‌های آینده یاد بگیریم.



سیستم‌های کنترل فعال



سعید قلی‌وند
دانشجوی دکتری مهندسی عمران-سازه

سیستم‌های کنترلی سازه به عنوان یک تکنولوژی مهم مورد استفاده قرار می‌گیرند تا در طول عمر سازه‌ها، ارتعاشات غیرمطلوب و خسارت‌های جدی ناشی از بارهای جانبی مختلف را کاهش دهند. بارهای دینامیکی از جمله زلزله و باد، می‌توانند منجر به ارتعاش سازه شده و خسارت‌های جدی را به همراه داشته باشند.

این سیستم‌ها با تغییر دادن پارامترهای ارتعاشی مانند جرم، سختی و میرایی یا مصرف انرژی خارجی، تلاش می‌کنند تا با محدود کردن جابجایی حداکثر جهت کنترل خرابی اعضای سازه‌ای و محدود کردن شتاب یا کنترل نیرو جهت کنترل خرابی اعضای غیر سازه‌ای (مثل تیغه‌ها، اعضای معماری و ...) و تجهیزات آزمایشگاهی و مکانیکی حساس به اثرات بارهای جانبی را کاهش دهند و خسارت به سازه‌ها را به حداقل برسانند. علاوه بر این، محدود کردن زمان موثر ارتعاشات نیز جهت کنترل پاسخ‌ها حائز اهمیت است. این اقدامات همچنین می‌توانند موجب ایجاد یک محیط کارآمدتر و ایمن‌تر برای سازه‌ها و افراد مرتبط با آنها شود.

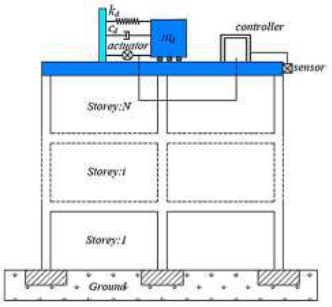
سیستم های کنترل سازه به ۴ دسته کلی تقسیم می‌شوند:

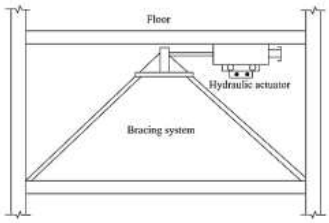
۱. کنترل غیرفعال (Passive)
۲. کنترل فعال (Active)
۳. کنترل نیمه فعال (Semi Active)
۴. کنترل هیبرید یا ترکیبی (Hybrid)

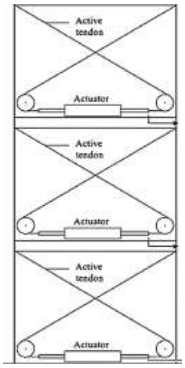
در این مقاله قصد داریم به تحلیل جامع و کامل سیستم کنترل فعال بپردازیم.

معرفی کنترل فعال سازه‌ها، به طور چشمگیری فناوری را در زمینه مهندسی عمران نوآوری ارتقا داده است تا عملکرد و ایمنی سازه‌ها تحت شرایط بارگذاری مختلف بهبود یابد. این فناوری شامل کاربرد سیستم‌های کنترل پیشرفته برای تغییر پاسخ سازه به صورت زنده می‌باشد تا سازه‌ها بتوانند با شرایط محیطی متغیر سازگار شوند و در برابر بارهای دینامیکی پایدار باقی بمانند. کنترل فعال سازه با بهبود انعطاف پذیری و پایداری ساختمان‌ها، پل‌ها و زیرساخت‌های دیگر، آنها را در مقابل فاجعه‌های طبیعی و خطرات دیگر مقاوم‌تر می‌کند. یکی از مزایای کلیدی کنترل فعال سازه، قابلیت افزایش عملکرد سازه و افزایش عمر ساختمان‌ها و پل‌ها است. با نظارت فعال و تنظیم پاسخ سازه، این سیستم‌ها می‌توانند اثرات بارهای دینامیکی نظیر باد، زلزله و ارتعاشات ترافیک را که می‌تواند با گذر زمان موجب خستگی می‌شوند را حذف کنند. این فناوری نه تنها ایمنی ساکنان









و کاربـران را بهبـود می‌بخشـد بلکـه هزینه‌هـای نگهـداری را کاهـش می‌دهـد و عمـر کلـی سـازه‌ها را افزایـش می‌دهـد، کـه منجـر بـه پاییـن آوردن پایـداری و کارایـی بیشـتر در مدیریـت زیـر سـاخت می‌شـود. عـلاوه بـر ایـن، کنتـرل فعـال سـازه بـه یـک رویکـرد انعطـاف پذیرتـر و قابـل تطبیق‌تـر در طراحـی و سـاخت سـازه‌ها ارائـه می‌دهـد کـه بـه مهندسـین ایـن امـکان را می‌دهـد تـا پاسـخ سـاختمان‌ها و پل‌هـا را بـه منظـور اهـداف عملکـردی خـاص بهینـه سـازی کننـد. بـا ادغـام حسـگرها، عمـل کننده‌هـا و الگوریتم‌هـای کنترلـی بـه سیسـتم سـازه، مهندسـین می‌تواننـد ویژگی‌هـای پاسـخ را بـه منظـور رفـع کمتریـن اعوجاج‌هـا، کاهـش ارتعاشـات و افزایـش مقاومـت لـرزه‌ای وفـق دادنـد.

سیسـتم کنتـرل فعـال، یـک سیسـتم کنتـرل حلقـه بسـته اسـت کـه برخـلاف کنتـرل غیـر فعـال، حـوزه‌ی بیشـتری از محـدوده فرکانسـی را تحـت کنتـرل قـرار می‌دهـد. بـه عنـوان مثـال، بـار بـاد دارای فرکانس‌هـای هارمونیـک بیشـتری نسـبت بـه بـار زلزلـه اسـت و بنابرایـن میراگرهـای غیرفعـال TMD از نظـر انـرژی کارایـی کمتـری نسـبت بـه میراگرهـای فعـال (AMD) دارنـد. ابزارهـای اسـتفاده شـده در ایـن سیسـتم‌ها شـامل مـوارد زیـر اسـت:

۱. محرک نیرو (Actuator)
۲. کنترل کننده‌ها (Controller)
۳. حسگرها (Sensor)

در ایـن سیسـتم‌های کنترلـی معمـولا از پاسـخ سـازه (پسـخور،feedback) یـا ورودی (پیـش خـور،feed forward) و یـا هـر دو آنهـا توسـط حسـگرها ثبـت می‌شـوند و بوسـیله کامپیوتـر حـاوی الگوریتـم کنتـرل کننـده نیـروی اعمالـی در هـر لحظه از سـازه محاسـبه و سـپس نتایـج بـه کنتـرل کننده‌هـا فرسـتاده می‌شـود تـا طبـق الگوریتم‌هایـی تعییـن کننـد کـه محرک‌هـا بـه چـه مقـدار بایـد نیـرو اعمـال کننـد و در نهایـت محرک‌هـای نیـرو جهـت کنتـرل پاسـخ، نیروهـای لازم را اعمـال می‌کننـد. در نتیجـه منبـع انـرژی خارجـی قابـل ملاحظـه‌ای بـرای وارد کـردن نیروهـا جهـت کنتـرل پاسـخ‌ها مـورد نیـاز اسـت. البتـه لازم بـه ذکـر اسـت کـه در ایـن روش هـر نـوع تاخیـر زمانـی در اعمـال نیـرو ممکـن اسـت موجـب تشـدید پاسـخ‌های سـازه شـود.

از جملـه سیسـتم‌های کنتـرل فعـال سـازه می‌تـوان بـه مـوارد زیـر اشـاره کـرد.

۱. کابل فعال (Active Tendon)
۲. مهاربند فعال (Active Brace)
۳. جرم فعال (Active Mass)

تاندون‌هـای فعـال، یکـی از اجـزای حیاتـی در سـازه‌هایی اسـت کـه نیازمنـد کنتـرل فعـال هسـتند، بـه ویـژه در زمینه‌هـای مهندسـی و بیومکانیـک. ایـن تاندون‌هـا بـه طـور معمـول در سیسـتم‌های رباتیـک، ماشـین‌آلات صنعتـی کـه کنتـرل دقیـق و حرکـت لازم اسـت، اسـتفاده می‌شـوند. اسـتفاده از تاندون‌هـای فعـال امـکان مانـور و تنظیـم نیروهـا در یـک سـازه را فراهـم می‌کنـد و ایـن موجـب می‌شـود کـه سـازه بتوانـد بسـته بـه شـرایط تغییـر کـرده و کارهـای خـود را بـا کارایـی و دقـت بیشـتری انجـام دهـد. یکـی از مزایـای اصلـی ادغـام تاندون‌هـای فعـال در سـازه‌ها، قابلیـت کنتـرل فعـال و تنظیـم تنـش در داخـل تاندون اسـت. ایـن امـر باعـث می‌شـود کـه سـازه بتوانـد بـه سـرعت بـه نیروهـا و اختـلالات خارجـی واکنـش نشـان دهـد و پایـداری را حفـظ کـرده و کارهـا را بـا دقـت انجـام دهـد. بـا کنتـرل فعـال تنـش در تانـدون، مهندسـان می‌تواننـد عملکـرد سـازه را بهینـه کننـد و قابلیت‌هـای کلـی آن‌هـا را بهبـود بخشـند. تاندون‌هـای فعـال همچنیـن امـکان اجـرای سیسـتم‌های کنتـرل بازخـورد را فراهـم می‌کننـد؛ جایـی کـه حسـگرها می‌تواننـد بـه طـور زمـان واقعـی کشـش و جابجایـی تانـدون را نظـارت کننـد. ایـن اطلاعـات سـپس می‌تواننـد بـرای اتوماتیـک کـردن تنـش درون تانـدون اسـتفاده شـود تـا اطمینـان حاصـل شـود کـه سـازه پایـدار بمانـد و واکنـش نشـان دهـد. سیسـتم‌های کنتـرل بازخـورد بـه سـازه‌ها اجـازه می‌دهنـد تـا

به وقایع ناگهانی و اختلالات واکنش نشان دهند و ایمنی و قابلیت اطمینان آن‌ها را بهبود بخشند. علاوه بر ارائه کنترل فعال، تاندون‌های فعال می‌توانند کارایی انرژی یک سازه را نیز افزایش دهند. با تنظیم تنش درون تاندون براساس نیروهای خارجی عمل کنندگی سازه، مهندسان می‌توانند انرژی مورد نیاز برای حفظ پایداری و انجام وظایف را به حداقل برسانند. این کار نه تنها هزینه‌های عملیاتی سازه را کاهش می‌دهد بلکه تأثیرات زیست‌محیطی آن را نیز کاهش می‌دهد و آن را به یک راه‌حل پایدارتر تبدیل می‌کند. تاندون‌های فعال همچنین بسیار چندمنظوره هستند و می‌توانند برای تطبیق با نیازهای خاص یک سازه سفارشی شوند. با تنظیم طول، مواد و تنظیمات تاندون مهندسان می‌توانند عملکرد آن را برای استفاده در طیف گسترده‌ای از کاربردها و محیط‌ها سفارشی کنند. این انعطاف‌پذیری باعث می‌شود که تاندون‌های فعال به عنوان یک ابزار ارزشمند در طراحی سازه‌هایی که کارایی، قابلیت‌اطمینان و تطبیق‌پذیری با شرایط عملیاتی متنوع دارند، محسوب شوند. در کل، تاندون‌های فعال نقش بسیار حیاتی در سازه‌های نیازمند کنترل فعال ایفا می‌کنند و این امکان را فراهم می‌کنند که آن‌ها به سرعت به نیروهای خارجی واکنش نشان دهند، پایداری حفظ کنند و کارایی انرژی را بهبود بخشند. امکانات چندمنظوره و سفارشی‌سازی تاندون‌های فعال آن‌ها را به یک ابزار ارزشمند در طراحی سازه‌هایی که کارایی، قابلیت‌اطمینان و تطبیق‌پذیری با شرایط عملیاتی متنوع دارند، تبدیل می‌کند.

سیستم‌های کنترل فعال به طور فزاینده‌ای در زمینه مهندسی سازه محبوب می‌شوند، زیرا یک راه برای کاهش اثرات بارهای دینامیکی بر ساختمان‌ها و پل‌ها فراهم می‌کنند. یک نوع از سیستم‌های کنترل فعال که معمولاً استفاده می‌شود، مهاربند فعال است که طراحی شده است تا مقدار حرکت در یک ساختمان در طول یک زلزله یا باد شدید را محدود کند. با تنظیم فعال ویژگی‌های دمپر، سیستم می‌تواند مقدار انرژی منتقل شده به ساختمان را کاهش دهد و این طور به طور کلی پایداری و ایمنی آن را بهبود بخشد.

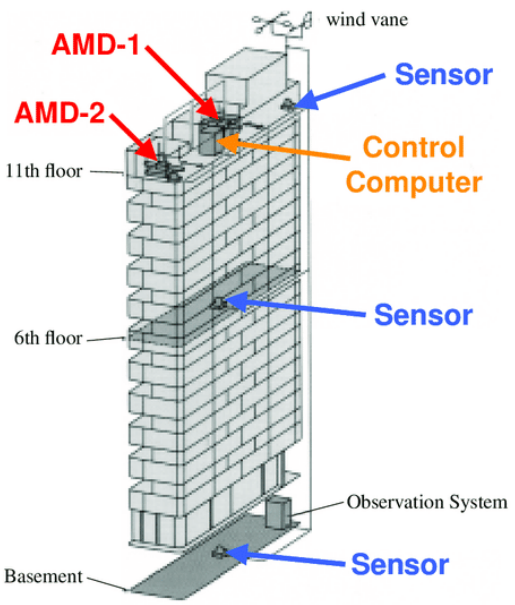
مهاربند فعال از طریق نظارت بر حرکت سازه به طور زمان واقعی فعال و ویژگی‌های دمپر را به طور متناسب تنظیم می‌کند. این کار عمدتاً با استفاده از حسگرهایی صورت می‌گیرد که شتاب و سرعت ساختمان را اندازه‌گیری کرده و به سیستم کنترل امکان تغییرات سریع در مهاربند را در پاسخ به شرایط متغیر می‌دهد. با کنترل فعال ویژگی‌های دمپر، سیستم می‌تواند به طور مؤثری انرژی را تحت پوشش گرفته و مقدار حرکت در ساختمان را کاهش دهد. یکی از مزایای اصلی استفاده از مهاربند فعال، قدرت آن برای ارائه کنترل به زمان واقعی بر روی ویژگی‌های دمپر ساختمان است. این امر به سیستم اجازه می‌دهد که به سرعت و به طور مؤثر به شرایط تغییر کننده تنظیم شود و محافظت بهتری را در برابر بارهای دینامیکی فراهم کند. علاوه بر این، سیستم کنترل فعال می‌تواند به برنامه‌ریزی برای پاسخ به انواع خاصی از بارها، مانند زلزله یا باد شدید، بپردازد که باعث افزایش ایمنی و پایداری کلی ساختمان می‌شود. مزایای دیگر استفاده از مهاربند فعال، قابلیت بهبود عملکرد سازه‌های موجود است. در بسیاری از موارد، ساختمان‌ها و پل‌های قدیمی ممکن است طراحی برای تحمل بارهای دینامیکی که در حال حاضر به آن‌ها اعمال می‌شود، نداشته باشند. با اضافه کردن مهاربند فعال به این سازه‌ها، مهندسان می‌توانند عملکرد کلی آن‌ها را بهبود بخشند و عمر مفید آن‌ها را افزایش دهند. این می‌تواند به کاهش خطر شکست سازه و افزایش ایمنی ساختمان یا پل کمک کند. با وجود مزایای فراوان، چالش‌هایی مرتبط با استفاده از مهاربند فعال در سازه‌ها وجود دارد. یکی از چالش‌های اصلی، اطمینان از کالیبره شدن و نگهداری مناسب سیستم کنترل است. اگر سیستم به درستی کار نکند، ممکن است قادر به موثر کاهش اثرات بارهای دینامیکی نباشد و سازه را به خطر بیندازد. به علاوه، هزینه نصب و نگهداری یک سیستم کنترل فعال ممکن است بالا باشد که باعث می‌شود که برای برخی پروژه‌ها کمتر قابلیت تحقق داشته باشد.

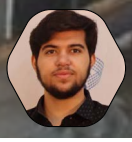
سیستم‌های دمپر جرم فعال (AMD) به عنوان یک راه‌حل امیدبخش برای کاهش اثرات ارتعاشات در سازه‌ها ظاهر شده‌اند. این سیستم‌ها برای کنترل فعالی از دمپینگ ساختمان‌ها و پل‌ها از طریق استفاده از حسگرها، کنترل‌کننده‌ها و عملکردها طراحی شده‌اند. این بخش، اصول دمپر جرم فعال در سازه‌ها، مزایای ارائه شده توسط آن‌ها و چالش‌های مرتبط با اجرای آن‌ها را

بررسی خواهد کرد.

یکی از مؤلفه‌های اساسی یک سیستم دمپر جرم فعال، حسگر است که مسئول تشخیص ارتعاشات در ساختمان است. این حسگرها داده‌هایی در مورد شدت و فرکانس ارتعاشات جمع‌آوری می‌کنند که سپس توسط کنترل‌کننده پردازش شده تا واکنش موردنیاز تعیین شود. کنترل‌کننده نیروی موردنیاز برای مقابله با ارتعاشات را محاسبه کرده و سیگنال‌ها را به عمل‌کننده ارسال می‌کند تا موقعیت دمپر جرم را به‌منظور تنظیم تطابقی تغییر دهد. عمل‌کننده مسئول حرکت دمپر جرم در پاسخ به سیگنال‌های دریافتی از کنترل‌کننده است. با تنظیم موقعیت دمپر جرم، عمل‌کننده قادر است ارتعاشات را مقابله کرده و جابه‌جایی کلی ساختمان را کاهش دهد. این مکانیسم کنترل پویا امکان تنظیمات در زمان واقعی را فراهم می‌کند که منجر به دمپینگ مؤثرتر سازه می‌شود. یکی از مزایای اصلی سیستم‌های دمپر جرم فعال، قدرت آن‌ها برای ارائه راه‌حل‌های دمپینگ قابل‌تنظیم و تطبیقی است. برخلاف سیستم‌های دمپینگ غیر فعال که بعد از نصب ثابت و قابل تنظیم نمی‌باشند، دمپر جرم فعال می‌تواند برای برآوردن نیازهای خاص یک ساختمان بهینه شود. این انعطاف‌پذیری، به کنترل ارتعاشات موثرتر و افزایش ایمنی برای ساکنان منجر می‌شود. همچنین دمپرهای جرم فعال به طور مقایسه‌ای با دمپرهای غیر فعال افزایش کارایی در کاهش ارتعاشات ارائه می‌دهند. با پاسخ فعال به ارتعاشات به صورت زمان واقعی، این سیستم‌ها قادرند دمپینگ دقیق‌تر و هدفمندتری ارائه دهند که منجر به پایداری کلی بیشتر و کاهش آسیب‌های سازه می‌شود. این کارایی افزایش‌یافته می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در هزینه در طولانی‌مدت با کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیر شود. اما با وجود مزایای فراوان، سیستم‌های دمپر جرم فعال همچنان با چندین چالش در زمینه اجرا رو به‌رو هستند. یکی از چالش‌های اصلی ارتباط با هزینه‌های بالای نصب و نگهداری این سیستم‌ها است. حسگرها، کنترل‌کننده‌ها و عمل‌کردهای موردنیاز برای کنترل فعال گران‌قیمت هستند و پیچیدگی سیستم می‌تواند هزینه‌های نصب و نگهداری را نیز افزایش دهد. چالش دیگر نیاز به کالیبره‌گری منظم و نگهداری سیستم‌های دمپر جرم فعال است. چرا که این سیستم‌ها بر روی داده‌های زمان واقعی و تنظیمات دقیق تکیه می‌کنند، هر نادرستی در حسگرها یا کنترل‌کننده‌ها ممکن است منجر به دمپینگ ناموثر شود. نگهداری منظم و کالیبره‌گری ضروری است تا اطمینان حاصل شود که سیستم به بهترین شکل کار می‌کند و سطح مطلوب کنترل ارتعاش را ارائه می‌دهد. در نتیجه، سیستم‌های دمپر جرم فعال پتانسیل بهبود چشمگیر در عملکرد و ایمنی سازه‌ها را با کاهش مؤثر ارتعاشات دارند. با راه‌حل‌های دمپینگ قابل‌تنظیم و تطبیقی خود، این سیستم‌ها راهی مؤثرتر و دقیق‌تر برای کنترل ارتعاشات نسبت به دمپرهای تقلیدی ارائه می‌دهند. هرچند چالش‌هایی در زمینه اجرا و نگهداری سیستم‌های دمپر جرم فعال وجود دارد، اما مزایایی که ارائه می‌دهند از جمله افزایش پایداری و کاهش آسیب‌پذیری سازه باعث می‌شود که آن‌ها یک ابزار ارزشمند در زمینه مهندسی سازه باشند.







احسان بکایی
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران

میراگر جرمی فعال (AMD)

مقدمه

کنترل فعال سازه‌ها در دو دهه اخیر توجه بسیاری از محققان رشته سازه و زلزله را به خود اختصاص داده است؛ لذا تحقیقات بعمل آمده الگوریتم‌های متعددی برای محاسبه پاسخ سازه و نیروهای کنترل اعمالی به سازه را در اختیار ما قرار می‌دهند. یکی از روش‌های کنترل فعال موسوم به AMD (میراگر جرم فعال) است که بر پایه استهلاک انرژی توسط جرم اضافی و فنر تعبیه شده در سازه و نیروی وارد شده بر جرم اضافی عمل می‌کند.سیستم AMD جزء سیستم‌های هوشمند در کنترل ارتعاشات سازه است اما میزان تاثیر آن در کاهش پاسخ سازه نسبت به سیستم غیر فعال بسیار بیشتر است.

معرفی میراگر

میراگرها در انواع مختلف ساختمان‌ها و سازه‌ها به عنوان یک سیستم لرزه‌ای عمل می‌کنند. با استفاده از میراگرها، می‌توان خسارات سازه‌ای و غیرسازه‌ای را به شدت کاهش داد. لازم است بدانید استفاده از میراگر در کنار المان‌های باربر جانبی ساختمان و اتصالات سازه‌ای، می‌تواند میرایی سازه را تا بیش از ۵۰ درصد افزایش دهد. به طور کلی می‌توان گفت میراگر از انتقال مستقیم نیروی زلزله از پی به سازه جلوگیری می‌کند. نحوه عملکرد میراگر به گونه‌ای است که سیستم‌های جاذب که با عنوان مستهلک کننده انرژی نیز شناخته می‌شوند، انرژی حاصل از حرکات نیرومند زمین را جذب می‌کنند و این عمل باعث ایجاد مقاومت سازه در برابر زلزله می‌شود. از بارزترین ویژگی‌های انواع میراگر می‌توان به انعطاف پذیری بالا اشاره کرد.

مزایای استفاده از میراگرها در ساختمان

استفاده از میراگرها در ساختمان‌ها، دارای مزایایی می‌باشد که شامل موارد زیر است:

• استفاده از میراگرها به طور موثر انرژی را جذب می‌کند و خطرات موجود در سازه را کاهش می‌دهد.
• بعد از نصب میراگر نیازی به سرویس و نگهداری ندارند.
• توانایی نصب میراگرها به صورت ساده و سریع
• میراگرها انواع متنوعی دارند و بسیار پرکاربرد هستند.
• میراگرها وزنِ کم و حجم کوچکی دارند و با شرایط خاصِ هر پروژه قابلیت تطبیق دارند.
• پس از وقوع زلزله قابلیت تعویض یا تنظیم در محل امکانپذیر می‌باشد.
• هنگام وقوع زلزله، تغییراتی ممکن است در خصوصیات ذاتی سازه ایجاد شود که متناسب با آن ظرفیت میراگرها نیز قابل تغییر می‌باشد.

معایب استفاده از میراگرها در ساختمان

علاوه بر مواردی که در زمینه مزایای استفاده از میراگرها در بالا ذکر کردیم دارای معایبی نیز می‌باشد که این معایب شامل موارد زیر است:
• استفاده از میراگرها در سازه‌های کوتاه مرتبه و میان مرتبه دارای محدودیت می‌باشد.
• استفاده از میراگرها هزینه بالایی دارد، البته ممکن است در صورت تولید انبوه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند.

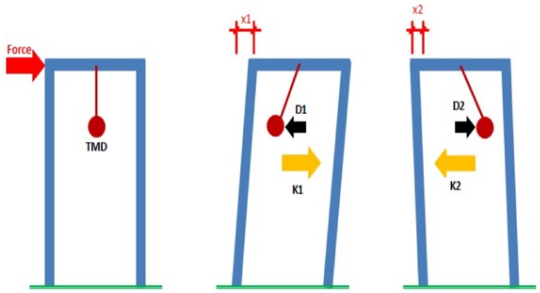
میراگر جرمی

در میراگر جرمی از یک جرم متمرکز استفاده می‌شود که با استفاده از یک فنر به بالای سازه متصل می‌گردد؛ در نتیجه این رویکرد باعث ایجاد میرایی در سازه می‌شود و خاصیت دینامیکی آن را کاهش می‌دهد.

نحوه عملکرد سیستم (TMD)

از آنجایی که خصوصیات سازه‌ای سیستم‌های غیر فعال ثابت است و قابلیت تغییر و هماهنگی با شرایط بخصوص در هنگام زلزله را ندارد،

طراحی این سیستم‌ها نیازمند دقت بیشتری است. همچنین سیستم TMD فقط با یک فرکانس واحد تنظیم می‌شود. تنها در یک باند فرکانسی باریک مؤثر می‌باشد و این موضوع کارایی آن را محدود می‌کند و نسبت به خطای تنظیم حساس می‌گردد. برای غلبه بر این مشکل تا کنون راهکارهای متعددی ارائه گردیده‌است؛ از جمله میراگرهای جرمی چندگانه، میراگرهای جرمی فعال، مرکب و نیمه فعال که سازه‌های متعددی با بهره‌گیری از این تکنیک‌ها در برابر ارتعاشات کنترل شده‌اند.



Schematic B - Building With TMD

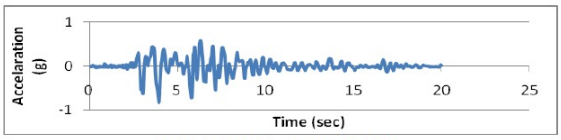
نحوه عملکرد سیستم (AMD)

مشخصاً در سیستم‌های AMD, چون پاسخ دائماً در حال اندازه‌گیری و پایش است، کارآیی بیشتری نسبت به سیستم‌های غیرفعال خواهند داشت. این روش در چند سال اخیر در ژاپن و آمریکا در بسیاری ازسازه‌ها به خصوص سازه‌های بلند استفاده می‌شود. همچنین برای سازه‌هایی که بر روی زمین‌های با خاک نرم بنا شده‌اند و امکان استفاده از تکنیکی مثل جداسازی پایه در آنها وجود ندارد و همچنین برای کنترل ارتعاش سازه‌ها در برابر باد استفاده می‌شوند که عملکرد مطلوبی از خود نشان داده‌اند و بهینه‌سازی این روش‌ها همچنان ادامه دارد. یکی از مسائل موجود در سیستم‌های کنترل فعال، هزینه بیشتر آن‌ها نسبت به سیستم‌های غیرفعال می‌باشد. از سوی دیگر، برای سرکوب ارتعاشات لرزه‌ای، سیستم کنترل باید همواره آماده شروع به فعالیت باشد. یکی دیگر از اشکالات روش کنترل فعال، پردازش اطلاعات ارسال پیام‌ها به محرک‌ها و شروع به کار محرک‌ها می‌باشد. این اشکال به خصوص در ابتدای تحریک رخ می‌دهد و در این مرحله بازده سیستم کنترل فعال کاهش می‌یابد. به منظور رفع این نقص از ترکیب دو سیستم کنترل فعال و غیرفعال استفاده می‌شود که سیستم مختلط نامیده می‌شود.

تست سیستم AMD

تحریک اعمال شده به سازه

سازه مورد نظر در سه حالت با سیستم TMD؛ با سیستم AMD و بدون حضور سیستم کنترل تحت تحریک زلزله سال ۱۹۹۵ کوبه ژاپن به عنوان شتاب پایه اعمالی به سازه در نظر گرفته شده است. زلزله کوبه به دلیل طولانی بودن زمان و شتاب زیاد نتایج واضح‌تری از تحقیق را به ما نشان خواهد داد. شکل ۱ تصویری از نمودار تاریخچه زمانی این زلزله را نشان می‌دهد.



شکل 1: نمودار شتاب زمان (تاریخچه زمانی)

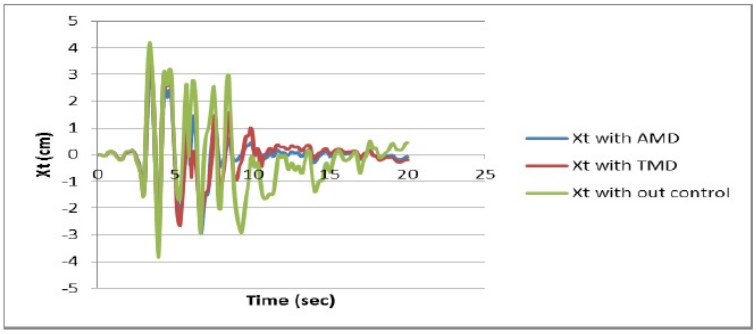
نمودار و جدول جابه‌جایی حداکثر سازه

در این گزارش میزان تغییر مکان کلی و تغییر مکان نسبی در سه سازه بتنی ۲، ۴ و ۸ طبقه تحت اثر زلزله کوبه ژاپن مورد بررسی قرار گرفته‌است. در هر سه سازه تحلیل شده بهترین نتیجه برای کم کردن جابجایی وقتی اتفاق می‌افتد که جرم میراگر را بر روی طبقه آخر قرار خواهیم داد. باید توجه داشت در برخی از موارد انتخاب نامناسب پارامترها و مکان جرم میراگر باعث ناپایدار شدن و تخریب سازه می‌گردد. مطابق تحلیل انجام شده در اولین مد ارتعاشی بیشترین جابجایی در آخرین طبقه اتفاق می‌افتد. در این قسمت از تحقیق مقادیر حداکثر جابجایی که عمدتاً در آخرین طبقه اتفاق می‌افتد با هم مقایسه خواهد شد. جابجایی آخرین طبقه سازه بر حسب سانتیمتر در جداول زیر و نمودار جابجایی نیز در اشکال زیر در سه حالت بدون سیستم کنترل، با سیستم AMD و با سیستم TMD نشان داده شده است.

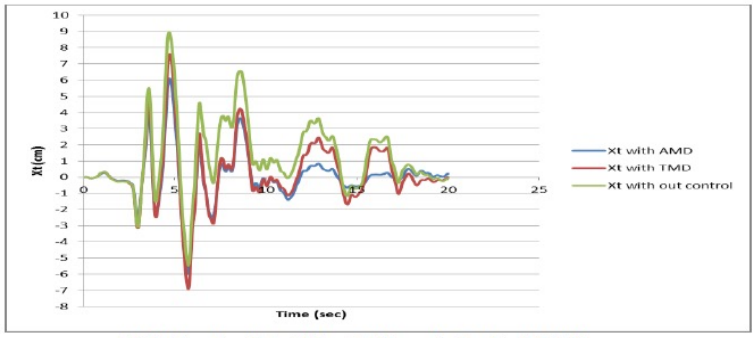
جدول 2: حداکثر جابجایی سازه 2 طبقه و زمان وقوع آن

system	t (s)	X max (cm)
with out control	4.11	1.687428
with TMD	4.21	1.582866
with AMD	4.19	1.330776

با داشتن نسبت کم شدن جابجایی در سیستم AMD در بازه‌های زمانی مختلف نسبت به سیستم TMD و محاسبه نیروی مورد نیاز جک‌ها می‌توان فهمید استفاده از سیستم‌های AMD در سازه‌های بلند تأثیر بسیار زیادی بر کاهش جابجایی دارد. بدین ترتیب که جابجایی حداکثر سازه ۸ طبقه مجهز به سیستم AMD حدود ۳۲ درصد نسبت به سازه معمولی و ۲۰ درصد نسبت به سازه با سیستم TMD کاهش می‌یابد. همچنین جابجایی نسبی حداکثر نیز در حدود ۱۶ درصد نسبت به سازه با سیستم TMD کاهش می‌یابد.



شکل 4: نمودار جابجایی حداکثر در حالات مختلف برای سازه 4 طبقه



شکل 5: نمودار جابجایی حداکثر در حالات مختلف برای سازه 8 طبقه

نتیجه

هدف اصلی بهسازی و مهندسی زلزله کمک به سازه برای تحمل بارهای دینامیکی مانند زلزله می‌باشد. برای این کار دو راهکار اصلی وجود دارد؛ راهکار اول این است که سختی سازه در برابر بارهای وارده با افزودن مهاربند یا دیوار برشی افزایش یابد تا پاسخ سازه از حد مجاز فراتر نرود. راهکار بعدی استفاده از سیستم‌های نوین و ابزار کنترل سازه می‌باشد؛ که یکی از قابل اعتمادترین روش‌ها سیستم AMD است که نسبت به بقیه روش‌ها جابجایی کمی داشته و کارایی بیشتری نسبت به بقیه روش‌ها دارد.





علوم زمینه

- ژاپن از نظر جغرافیا، زمین شناسی، محیط و موقعیت تکتونیکی و تکامل و گسل
- حلقه آتش
- سرزمین آفتاب تابان در تاریک‌ترین روزها

ژاپن

از نظر جغرافیا، زمین‌شناسی، محیط و موقعیت تکتونیکی و تکامل و گسل



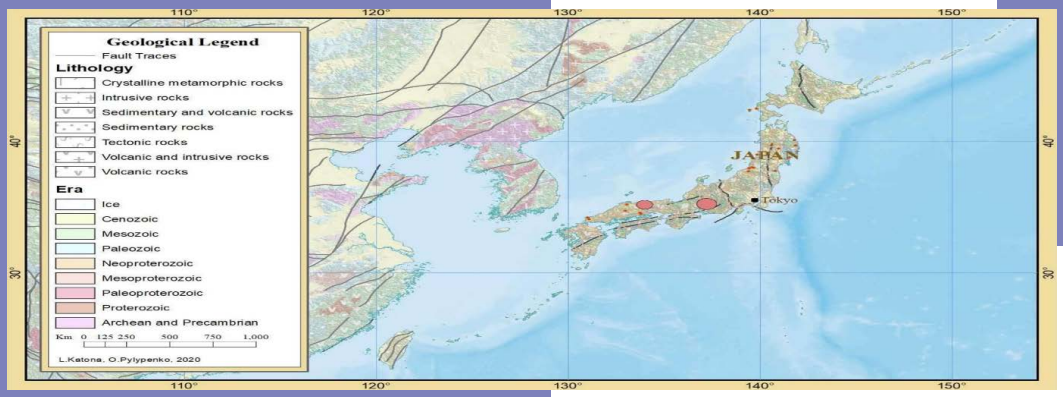
ثنا مختاریان
کارشناسی زمین‌شناسی

جغرافیای ژاپن

ژاپن در اقیانوس آرام، نزدیک به سواحل شرقی قاره آسیا قرار دارد و توسط دریای ژاپن از هم جدا شده است (شکل ۱). این کشور دارای بیش از ۳۰۰۰ جزیره که بین عرض جغرافیایی ۲۴ تا ۴۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۱۲۲ درجه و ۱۴۶ درجه شرقی قرار دارد، تشکیل شده است. بزرگ‌ترین آن‌ها هونشو (سرزمین اصلی ژاپن)، هوکایدو، کیوشو و شیکوکو است. ژاپن در یک منطقه آتشفشانی (بخشی از به اصطلاح «حلقه آتش») می‌باشد. این کشور به دلیل موقعیت خود در امتداد ساحل اقیانوس آرام، در لبه صفحه اقیانوس آرام، که به سمت و زیر بلوک آسیا در حال حرکت است، فعالیت‌های آتشفشانی و لرزه‌خیزی مکرر را تجربه می‌کند. حرکات صفحه مسئول ساختن کوه هستند و این توضیح می‌دهد که چرا حدود سه چهارم کشور کوهستانی است و حدود ۱۰ درصد از ۸۰۰ آتشفشان فعال جهان را شامل می‌شود. بلندترین کوه، کوه فوجی (۳۷۷۶ متر)، از سال ۱۷۰۷ خاموش بوده است. نشانه‌های دیگر فعالیت عبارتند از چشمه‌های زمین گرمایی، که رایج هستند.

زمین‌شناسی ژاپن

زمین‌شناسی ژاپن نتیجه حرکت صفحات تکتونیکی است که در طول سیلورین شروع شده و تاکنون ادامه داشته است. در اصل، منطقه اشغال شده توسط جزایر فعلی ژاپن بخشی از صفحه اوراسیا شرقی، یک بلوک قاره‌ای که از اروپا در سراسر نیمه شمالی آسیا امتداد دارد. ژاپن با فرورانش صفحات فیلیپین و اقیانوس آرام در زیر صفحه سفت‌تر اوراسیا به سمت شرق کشیده شد. همزمان با گسترش قوس پشتی از آسیا جدا شد. حرکت ژاپن به سمت شرق با باز شدن دریای ژاپن در دوران سوم و به نوبه خود با باز شدن تنگه کره دنبال شد. تکتونیک فرورانش هم شامل رویدادهای دگرگونی برافزایشی و هم در مقیاس

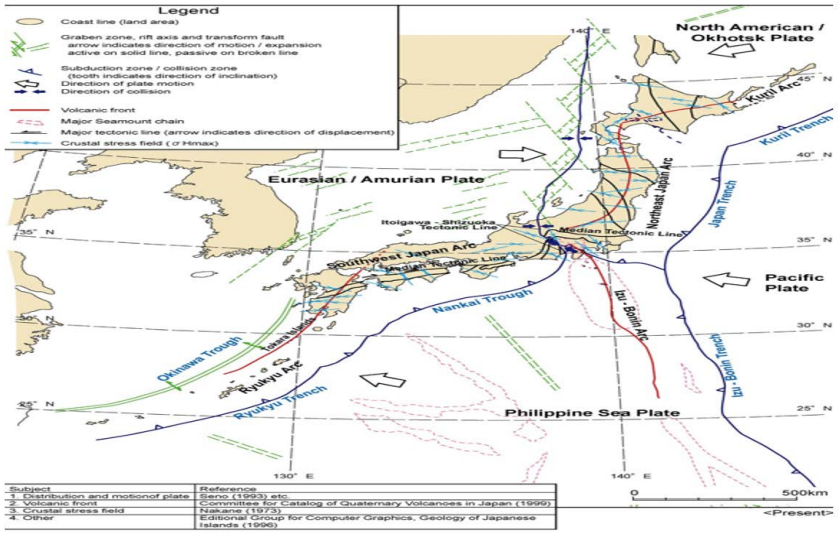


شکل ۱. محیط زمین شناسی منطقه‌ای ژاپن که توزیع ذخایر اورانیوم انتخابی و رخدادها را نشان می‌دهد.

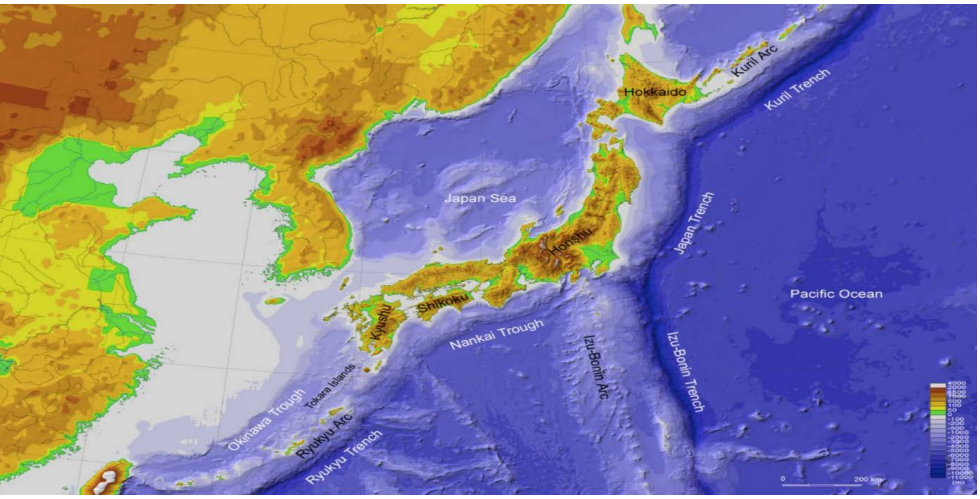
بزرگ و همچنین قسمت‌هایی از ماگماتیسم و آتشفشان است. بنابراین، واحدهای زمین‌شناسی عمدتاً از کوه‌های برافزایشی، مجتمع‌های دگرگونی و نفوذ سنگ‌های ماگمایی (پلوتونیک و آتشفشانی) تشکیل شده‌اند. سنگ‌های رسوبی با ترکیبات مختلف نیز در حوضه‌های مختلف نهشته شده‌اند.

محیط و موقعیت تکتونیکی و تکامل ژاپن

ژاپن در لبه شرقی صفحه قاره آسیا و رو به ورقه‌های فرورانده اقیانوس آرام قرار دارد. جغرافیای منطقه در شکل ۶-۱ نشان داده شده است. همچنین یک منطقه تکتونیکی فعال به عنوان بهترین سیستم قوس خندق مطالعه شده در منطقه غربی اقیانوس آرام شناخته شده است. جزایر ژاپن در محل اتصال چهار صفحه تکتونیکی اصلی صفحات اقیانوسی اقیانوس آرام و دریای فیلیپین و صفحات قاره‌ای آمریکای شمالی (یا اوخوتسک) و صفحات قاره‌ای اوراسیا (یا آموریا) قرار دارند (شکل ۶-۲). صفحه اقیانوس آرام با سرعت حدود ۸ سانتی‌متر در سال به سمت غرب غربی حرکت می‌کند و در زیر کمان کوریل و کمان ایزوبونین (یا ایزو اوگاساوارا) فرورانش می‌کند. گودال کوریل، خندق ژاپن و ترانشه ایزو بونین در منطقه‌ای که صفحه اقیانوس آرام فرورانش می‌کند عمیق‌تر از ۶۰۰۰ متر است. آتشفشان‌های کواترنر به موازات این ترانشه‌ها قرار دارند و «جبهه آتشفشانی» را تشکیل می‌دهند. در شمال، فرورانش صفحه اقیانوس آرام مایل به خندق کوریل است و باعث ایجاد حرکت لغزشی در امتداد کمان کوریل می‌شود که منجر به یک منطقه برخورد محلی در صفحه اوخوتسک در مرکز هوکایدو می‌شود. صفحه دریای فیلیپین نیز با سرعت تقریباً ۵ سانتی‌متر در سال به سمت شمال غربی حرکت می‌کند و در زیر جنوب غربی ژاپن و کمان ریوکیو فرورانش می‌کند. در جنوب غربی ژاپن، جبهه آتشفشانی موازی با سنگر ریوکیو و نانکای تروگ قرار دارد. جبهه آتشفشانی در بخش مرکزی هونشو و در شیکوکو کمتر قابل توجه است، زیرا



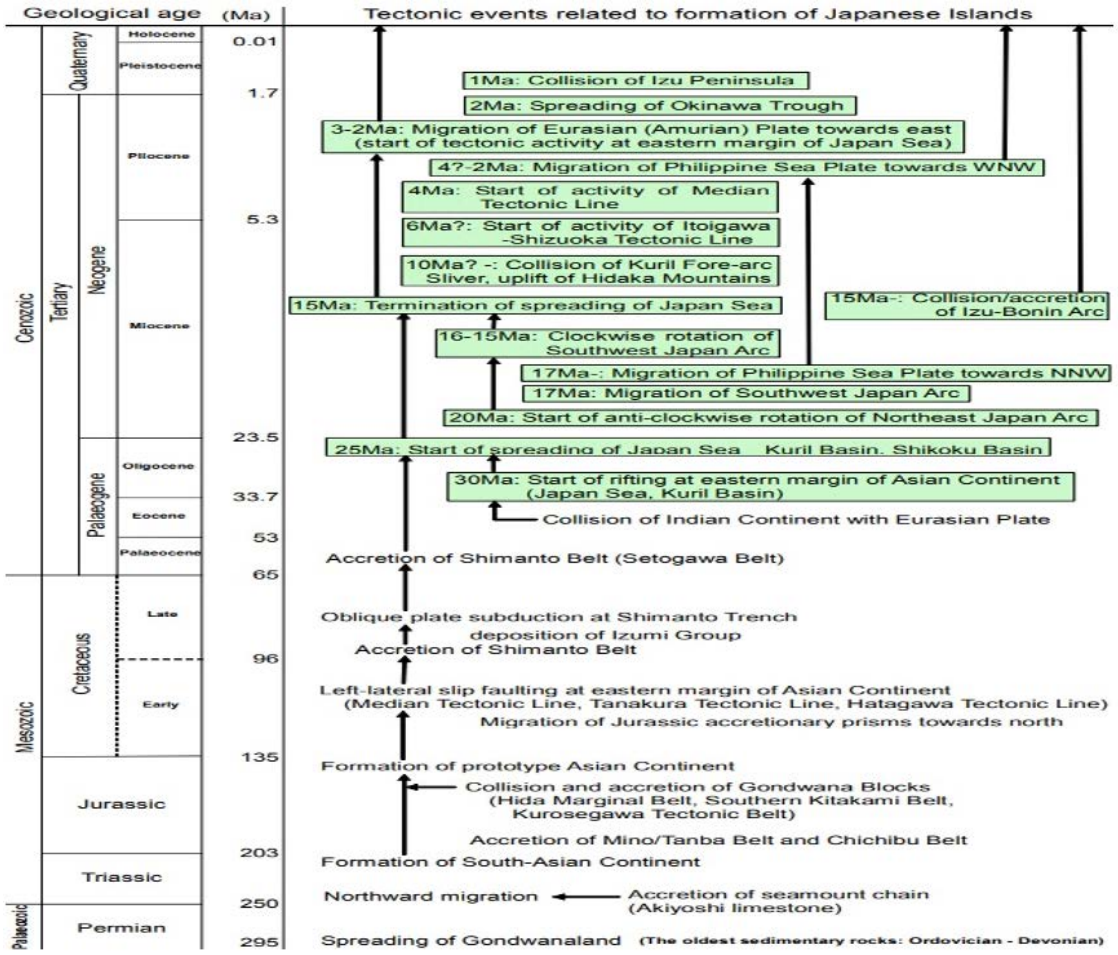
شکل ۲-۶: وضعیت زمین ساختی کنونی ژاپن و ویژگی‌های زمین ساختی کلیدی.



شکل ۶-۱: توپوگرافی و مناطق اصلی جغرافیایی ژاپن (اصلاح شده از گروه تحریریه برای گرافیک کامپیوتری، زمین شناسی جزایر ژاپن، شرکت MARUZEN، آموزشی ویبولیتین، ۱۹۹۶).

عمق فرورانش صفحه دریای فیلیپین کمتر از ۱۰۰ کیلومتر است بالاتر از عمق ذوب جزئی. در جنوب، صفحه دریای فیلیپین نیز به‌طور مایل به سمت نانکای فرو می‌رود و شامل یک برش تکتونیکی است که در امتداد لغز «خط تکتونیکی میانی» به سمت غرب حرکت می‌کند.

سیستم قوس آتشفشانی ناشی از فرورانش صفحات دریای اقیانوس آرام و فیلیپین در زنجیره آتشفشان‌ها در شمال هونشو و در امتداد کمان‌های کوریل و ایزوبونین و در کیوشو و در امتداد جزایر توکارا مشهود است. در شمال هونشو، آتشفشان‌های قوسی ستون فقرات اصلی جزیره را تشکیل می‌دهند. در این ناحیه، در سمت قوس پشتی (دریای ژاپن)، سازه توسط تکتونیک وارونه کنترل می‌شود، جایی که تشکیل حوضه کششی به انقباض، چین‌خوردگی و بالا آمدن تغییر کرده است. در مقابل، منطقه پیشانی قوس شمالی هونشو توپوگرافی ناهموار کمتری دارد. کوه‌های مرکزی هونشو تا حدی از برخورد قوس ایزوبونین با صفحه اوراسیا/آموریا و تعامل بین صفحات آمریکای شمالی/اوخوتسک و صفحات اوراسیا/آموریا تشکیل شده‌اند. در جنوب، جزیره شیکاگو در سمت قوس جلویی قرار دارد و توسط خط تکتونیکی میانه تقسیم شده است. در ضلع جنوب شرقی خط تکتونیکی میانه، ساختار اساساً منشور برافزایشی است و این منطقه در معرض بالا آمدن فعال در نتیجه تجمع مداوم مواد از ناحیه فرورانش است. در منتهی الیه جنوب جزایر ژاپن، امتداد قوس پشتی و شکاف در ناف اوکیناوا منجر به نازک شدن پوسته شده است که منجر به غوطه‌ور شدن بیشتر قوس ریوکیو شده است. وضعیت امروزی در شکل ۶-۲ نشان داده شده است، برخورد شبه جزیره ایزو و تبدیل صفحات در امتداد حاشیه شرقی دریای ژاپن. در حدود ۱ مارس، شبه جزیره ایزو با هونشو برخورد کرد. در امتداد حاشیه شرقی دریای ژاپن، صفحه اوراسیا شروع به تشکیل یک مرز همگرا در برابر شمال شرقی ژاپن (صفحه آمریکای شمالی/ اوخوتسک) کرد. بخشی از خط تکتونیکی میانه جابجایی سمت راست را نشان می‌دهد، درحالیکه خط تکتونیکی Itoigawa-Shizuoka جابجایی سمت چپ یا معکوس را نشان می‌دهد.

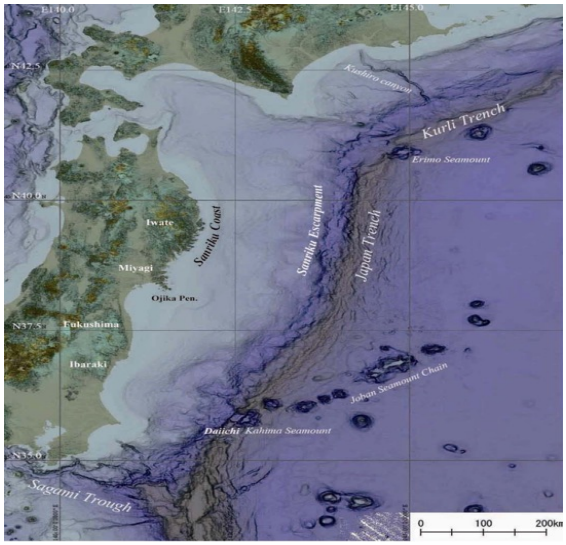


جدول ۶-۱: رویدادهای مهم مربوط به تشکیل جزایر ژاپن.

سن مرز پلیوسن-پلیستوسن بر اساس انجمن ژاپن برای تحقیقات کواترنر و سایر سنین بر اساس IUGS (۲۰۰۰) است.

گسل‌های ژاپن

گسل‌های فعال مشاهده شده در بستر دریا در امتداد ترانشه ژاپن، نتیجه زمین‌لرزه‌های بزرگ مکرر است. با قضاوت از محل و ادامه گسل فعال، فرض می‌کنیم که یکی از گسل‌های رانش گسترده از خارج از سانریکو تا خارج از ایباراکی برای بیش از ۴۰۰ کیلومتر امتداد دارد و مستقیماً با گسل منبع زلزله ۲۰۱۱ در سواحل اقیانوس آرام زمین‌لرزه توهوکو مرتبط است. گسل‌های فعال در خشکی به عنوان گسل‌های منبع زلزله بزرگ در نظر گرفته می‌شوند و در پیش بینی طولانی مدت زلزله در ژاپن بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند. با این حال، اهمیت گسل‌های فعال زیردریایی در امتداد مرزهای صفحه در اطراف ژاپن عمدتاً به دلیل عدم علاقه زمین‌شناسان دریایی و همچنین زلزله‌شناسان نادیده گرفته شده است. به نظر می‌رسد آن‌ها معتقدند که زمین‌لرزه‌های بزرگ در امتداد مرزهای صفحه در صفحه گسل عمیق رخ می‌دهد و لزوماً به گسلش کف دریا در امتداد مرزهای صفحه مانند ژاپن ترانچ (شکل ۱) مربوط نمی‌شود.



شکل ۱: نقشه شاخص منطقه مورد مطالعه در اطراف سنگر ژاپن

خطاهای عادی در خیزش بیرونی

گسل‌های معمولی در خیز بیرونی بین Seamount Erimo و Seamount Daiichi Kashima در جهت N-S گسترش می‌یابند. آن‌ها مستقیم نیستند بلکه سینوسی هستند و به موازات یکدیگر امتداد می‌یابند و تقریباً به طور مساوی در فاصله ۵ کیلومتری از هم قرار گرفته‌اند و توپوگرافی حوضه‌ای و دامنه‌ای از نوع هورست و گرابن را تشکیل می‌دهند. این اسکارپ‌های گسلی در شرق پایین‌تر و در غرب بالاتر هستند و لکه‌های گسلی نسبتاً بیش از ۳۰۰ متر در نزدیکی محور ترانشه ارتفاع دارند. طول آن‌ها بیشتر حدود ۵۰ کیلومتر است. برخی از گسل‌هایی که در شمال شرقی-جنوب غربی به سمت شمال شرقی زنجیره دریای جوبان امتداد می‌یابند حدود ۱۰۰ کیلومتر طول دارند. یکی از پس لرزه‌های زمین لرزه ۳۱۱ احتمالاً در امتداد یکی از گسل‌های عادی NNE-SSW در خیزش بیرونی در شمال زنجیره دریای جوبان در فوکوشیما رخ داده است.

گسل‌های رانش گسترده در شیب ترانشه

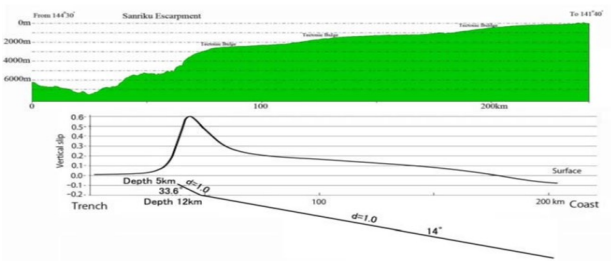
گسترده‌ترین گسل رانش در شیب ترانشه از Sanriku-Oki تا Ibaraki-Oki حدود ۴۰۰ کیلومتر است. این گسل با برآمدگی‌های گسلی در حدود ۱۵۰۰ متر و برآمدگی‌های زمین ساختی به سمت غرب در امتداد بخش‌های بخش شمالی و جنوبی خود همراه است، درحالیکه در ناحیه جنوب شرقی شبه جزیره اوجیکا، جایی که گسل به سمت شمال و همچنین به سمت جنوب منشعب می‌شود، برآمدگی‌های پایین‌تر گسل جوان‌تر، در عین حال، بالاتر از ۱۰۰ متر، بر روی توده زمین لغزش ناشی از درگیری اصلی گسترش می یابد، که نشان می دهد که گسلش های مکرر در امتداد رد گسل رخ داده است.

در Sanriku-Oki نزدیک به محور ترانشه، یک گسل رانش فعال به طول ۲۰۰ کیلومتر توسط یک برآمدگی مستقیم شیب دار که N-S بین گسل گسترده فوق الذکر و ژاپن ترانشه گسترش می‌یابد، شناسایی می‌شود. این شکاف با یک گسیختگی شدید N-S به طول ۵۰ کیلومتر در شمال و چندین زمین لغزش بزرگ در جنوب همراه است که نشان می‌دهد این گسل به سرعت در حال رشد این شکاف بوده است. توزیع گسل‌های رانش در امتداد و اطراف ترانشه ژاپن در مقایسه با ناودان نانکای یا بخش جنوب غربی ترانشه کوریل بسیار ساده است.

در قسمت شرقی شیب قفسه به سمت غرب گسل رانش گسترده، چندین برآمدگی دراز در امتداد حاشیه‌های شرقی آن‌ها به‌وسیله خراش‌های خمشی حاشیه‌دار شده‌اند، که احتمالاً توسط گسل‌های معکوس زیرسطحی بر روی صفحات گسلی غوطه‌ور غربی تشکیل شده‌اند.

گسل فعال و گسل منبع زلزله ۱۱ مارس ۲۰۱۱ توهوکو-اوکی

زمین‌لرزه ۱۱ مارس ۲۰۱۱ توهوکو-اوکی (Mw۹,۰) سونامی بزرگی با الگوی ضربانی عظیم از امواج ایجاد کرد. اعتقاد بر این است که گسل منبع زلزله که باعث ایجاد زمین‌لرزه شده است باعث گسیختگی گسل نزدیک به سطحی شده است که به ترانچ ژاپن رسیده است. جابجایی بزرگ ۵۰ متر به سمت شرق و ۱۰ متر به بالا بین سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۱۱ از مقایسه داده‌های به دست آمده توسط بررسی‌های عمق سنجی چند پرتو در سراسر ترانشه برآورد شد. ساتاکه و همکاران ارتفاع بزرگ سونامی را با گسلش همزمان در دو صفحه گسل مختلف، یکی در حاشیه صفحه فرورانش و دیگری در نزدیکی محور ترانشه توضیح داد. از آنجایی که اکثر کارگران بر این باور بودند که زلزله ناشی از گسیختگی تا محور ترانشه است، وجود گسل فعال زیردریایی تاکنون نادیده گرفته شده است، اگرچه رد گسل فعال به طول ۴۰۰ کیلومتر تصادفاً نزدیک به ترانشه در منطقه‌ای است که جابجایی بزرگ را تخمین زد. ما الگوی تغییر شکل کف دریا مرتبط با زلزله را با استفاده از یک مدل نابجایی ساده برای یک صفحه گسل با لغزش یکنواخت که ۱۴ درجه در عمق و ۳۳,۶ درجه در زیر برآمدگی تکتونیکی مربوط به گسل فعال گسترده فرو می‌رود، شبیه‌سازی کردیم (شکل ۶). یک نتیجه نشان می‌دهد که ناحیه‌ای با برآمدگی بزرگ کم و بیش با ناحیه برآمدگی تکتونیکی با عرض حدود ۲۰ کیلومتر مطابقت دارد.



شکل ۶: شبیه سازی تغییر شکل کف با مدل نابجایی ساده. مشخصات توپوگرافی abobe در امتداد N۳۹ درجه دنبال می شود.

شکل ۸: توزیع ژئومورفولوژی تکتونیکی.

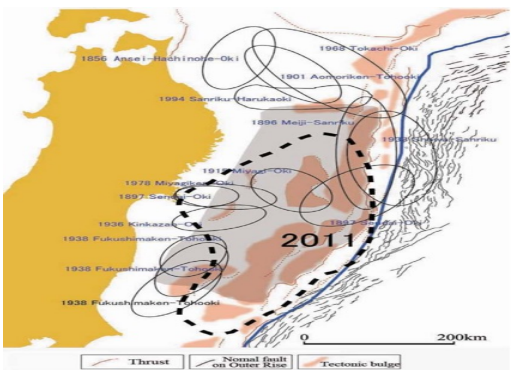
گسل فعال و زلزله تاریخی:

ناحیه هیپومرکزی زمین لرزه‌های تاریخی پس از کمیته تحقیقات زلزله، بیضی خط یکپارچه: منطقه کم مرکزی زمین‌لرزه‌های تاریخی، بیضی خط شکسته: گسل منبع زلزله ۲۰۱۱ (پس از کمیته تحقیقات زلزله)، منطقه سایه‌دار: گسل منبع لرزه‌ای ۲۰۱۱ زمین‌لرزه پیشنهادی این مطالعه، محور خط آبی: ترانشه.

ما مکان مناطق کم مرکزی زمین لرزه‌های تاریخی و لندوفورم تکتونیکی و توزیع گسل‌های فعال زیردریایی و برآمدگی‌های تکتونیکی را مقایسه می‌کنیم (شکل ۸). شایان ذکر است که برخی از مناطق هیپومرکزی بر روی برآمدگی‌های تکتونیکی قرار دارند. این نشان می‌دهد که مکان و وسعت گسل‌های منبع لرزه‌ای در عمق از توزیع برآمدگی‌های تکتونیکی تشخیص داده می‌شود. در این زمینه، یکی از گسل‌های منبع زلزله M۸ احتمالاً در زیر یک برآمدگی تکتونیکی بزرگ با ضایعات خمشی قرار گرفته است که از N-S تا ۲۰۰ کیلومتری فوکوشیما و ایباراک امتداد می‌یابد. گسل منبع زمین‌لرزه میجی سانریکو (M۸,۲ - ۸,۵) ممکن است مربوط به یک گسل فعال به طول ۲۰۰ کیلومتر در امتداد ترانشه سانریکو باشد. گسل‌های نرمال متعددی در شیب بیرونی پراکنده هستند و عموماً کوتاه هستند و ممکن است باعث زمین‌لرزه‌های کلاس M۷ شوند. زلزله ۱۹۳۳ سانریکو (Mw۸,۴-M۸,۱) به عنوان یکی از زمین‌لرزه‌های خیزش بیرونی تصور می‌شود، اما برای ما دشوار است که گسل‌های معمولی را که به وسعت زمین‌لرزه‌های کلاس M۸ مطابقت داشته باشد، شناسایی کنیم.

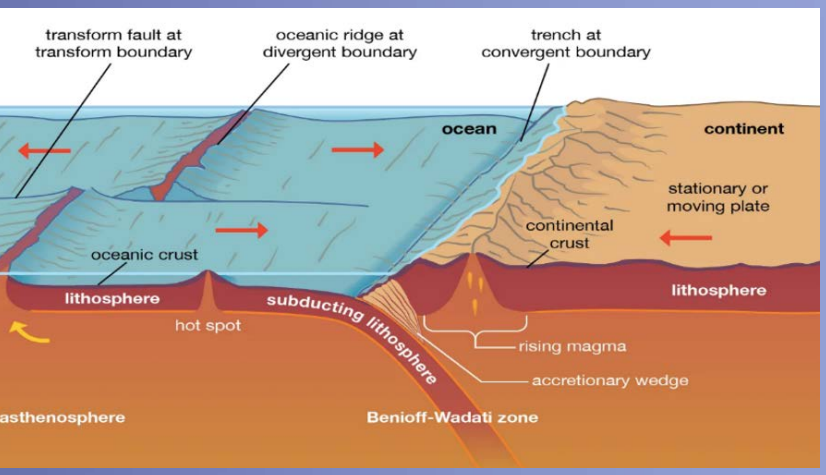
نتیجه‌گیری

بر اساس ژئومورفولوژی تکتونیکی، ما ادعا می‌کنیم که گسل‌های فعال زیردریایی ارتباط نزدیکی با گسل‌های منبع زلزله دارند و مهم است که گسل‌های فعال را به عنوان شواهد مستقیم زمین‌لرزه‌های بزرگ مکرر در امتداد ترانشه ژاپن در نظر بگیریم.



به برکت علم، آتشفشان کلمه‌ای آشنا برای تمامی ما هست. اما اهمیت این واژه را مردمی که در نیوزیلند، ژاپن، کره، بخش‌های جنوب شرقی روسیه و قسمت‌های غربی قاره آمریکا مثل شیلی، پرو و کالیفرنیا زندگی می‌کنند بیش از باقی افراد درک می‌کنند.

حال سوالی پیش می‌آید، چرا این مناطق پتانسیل بیشتری برای فعالیت‌های آتشفشانی داره؟
پاسخ تکتونیک صفحه‌ای است. پوسته زمین پازلی از صفحه‌های سنگی است که برخی از پوسته‌های قاره‌ای از جنس گرانیت و به ضخامت ۵۰ تا ۷۵ کیلومتر و برخی اقیانوسی از جنس بازالت و به ضخامت ۷ تا ۱۲ کیلومتر هستند. به علت پویایی زمین این صفحات مدام به شکل‌های نزدیک شونده، دور شونده و لغزش در امتداد هم در حال حرکت هستند. در حالتی که صفحه اقیانوسی تحت تاثیر گسترش بستر اقیانوس به صفحه قاره‌ای نزدیک می‌شود به علت وزن مخصوص بالا، پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره‌ای فرورانش می‌کند و در اعماق پوسته اقیانوسی ذوب می‌شود. پوسته اقیانوسی دارای سنگ‌ها و کانی‌هایی است که در شبکه بلوری خود دارای بنیان H_2O هستند. این سنگ‌ها تحت تاثیر فشار و گرمای بسیار بالا دگرگون شده و باعث آزاد شدن آب می‌شود. ماگمای حاصل و آب آزاد شده با صعود به بخش بالایی در قسمت زیرین پوسته قاره‌ای باعث ناپایداری و ذوب سریع آن شده و پوسته قاره‌ای در این قسمت دچار نازک شدگی شده و همین عامل باعث تشکیل آتشفشان‌ها می‌شود و چون این امر در طول فرورانش اتفاق می‌افتد، کمربندهای آتشفشانی و زلزله‌های شدید در حاشیه فرورانش رخ می‌دهد.





محمد حسینی
دانشجوی کارشناسی زمین‌شناسی

شـاید واژه حلقـه آتـش را شـنیده باشـید ...

حلقـه آتـش کمربنـد آتشفشـانی اسـت بـه شـکل نعـل اسـب ۴۰۰۰۰ کیلومتـری کـه مجموعـه‌ای از درازگودال‌هـا و کوه‌هـای آتشفشـانی فعـال و غیرفعـال و حـرکات صفحـه‌ای اسـت.

حلقـه آتـش قـوس کوه‌هـا، آتشفشـان‌ها و ترانشـه‌های اقیانوسـی اسـت کـه از شـمال نیوزیلنـد در امتـداد لبـه شـرقی آسـیا، سـپس در شـرق جزایـر آلوسـیا آلاسـکا و سـپس در جنـوب غربـی سـواحل شـمالی و آمریـکای جنوبـی قـرار دارد. حلقـه آتـش یـک نتیجـه مسـتقیم از تکتونیـک صفحـه اسـت: بخـش شـرقی حلقـه حاصـل فرورفتـن صفحـات نـازک و صفحـه کوکـوس بـه زیـر صفحـه آمریـکای جنوبـی اسـت کـه بـه سـمت غـرب حرکـت می‌کنـد. بخشـی از صفحـه اقیانـوس آرام و صفحـه کوچـک خـوان دو فـوکا در زیـر صفحـه آمریـکای شـمالی فرورانـش می‌کننـد. در امتـداد بخـش شـمالی، صفحـه اقیانـوس آرام کـه بـه سـمت شـمال غربـی در حـال حرکـت اسـت در زیـر قـوس جزایـر الئـوت فرورفتـه اسـت. در غـرب، صفحـات اقیانـوس آرام در امتـداد قوس‌هـای شـبه جزیـره کامچاتـکا در جنـوب ژاپـن فرونشسـته اسـت. بخـش جنوبـی بـه علـت برخـورد تعـدادی از صفحـات تکتونیکـی کوچکتـر از جملـه جزایـر ماریانـا، فیلیپیـن، بوگنویـل، تونـگا و نیوزیلنـد بـا صفحـه اقیانـوس آرام، بسـیار پیچیده‌تـر اسـت.
مناطـق فرورانـش در حلقـه آتـش بـا گودال‌هـای عمیـق اقیانوسـی مرتبـط هسـتند کـه برخـی از عمیق‌تریـن بخش‌هـای زمیـن هسـتند. ایـن گودال‌هـا، ماننـد ترانشـه ماریانـا در غـرب اقیانـوس آرام، زمانـی تشـکیل می‌شـوند کـه صفحـه تکتونیکـی متراکم‌تـر بـه سـمت پاییـن کشـیده شـود و فرورفتگـی در کـف اقیانـوس ایجـاد شـود.

آتشفشـان‌های حلقـه آتـش از نـوع مرکـب هسـتند کـه بـا شـیب‌های تنـد و مخروطـی شـکل مشـخص می‌شـوند کـه بـا فوران‌هـای مکـرر گـدازه، خاکسـتر و مـواد دیگـر تشـکیل می‌شـوند و در طـول زمـان لایه‌هایـی از سـنگ‌های آتشفشـانی را ایجـاد می‌کننـد. حلقـه آتـش همچنیـن بـه دلیـل فعالیـت لـرزه‌ای بـالا، بـا وقـوع زمین‌لرزه‌هـای مکـرر در امتـداد مناطـق فرورانـش شـناخته می‌شـود. ایـن زمین‌لرزه‌هـا در اثـر آزاد شـدن تنـش ایجـاد شـده در اثـر حرکـت و برهـم کنـش صفحـات تکتونیکـی بـا یکدیگـر ایجـاد می‌شـوند. وجـود کمربنـد فعالیـت آتشفشـانی اطـراف اقیانـوس آرام بـرای اولیـن بـار در اواسـط قـرن نوزدهـم مشـاهده شـد. حلقـه آتـش بـا ۴۵۲ آتشفشـان ، دارای ۷۵ درصـد آتشفشـان‌های فعـال و غیرفعـال جهـان اسـت و همچنیـن ۹۱ درصـد زمین‌لرزه‌هـای جهـان در امتـداد حلقـه آتـش رخ می‌دهـد.
ایـن فعالیت‌هـا همـواره بـا مخاطراتـی ماننـد فـوران آتشفشـان، زلزله و سـونامی همـراه اسـت.

کوه پیناتوبو در فیلیپین

ایـن کـوه در جزیـره لـوزون بزرگ‌تریـن جزیـره کشـور فیلیپیـن واقع شـده اسـت و از خطرناک‌تریـن آتشفشـان‌های دنیـا محسـوب می‌شـود. لازم بـه ذکـر اسـت کـه دومیـن فـوران عظیـم قـرن ۲۱ در سـال ۱۹۹۱ و در ایـن آتشفشـان رخ داد کـه منجـر بـه مـرگ دسـته کـم ۷۲۲ نفـر شـد. پیناتوبـو در حـال حاضـر نیـز فعـال اسـت.

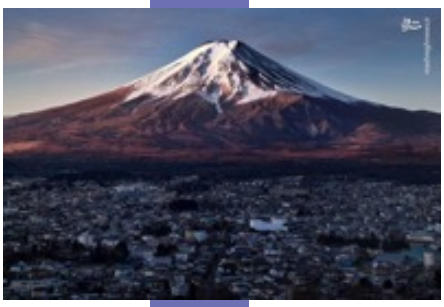
کوه سنت هلن در آمریکا

کـوه سـنت هلـن نیـز یکـی دیگـر از خطرناک‌تریـن آتشفشـان‌های جهـان اسـت کـه در ایالـت واشـینگتن کشـور آمریـکا واقـع شـده اسـت. ایـن کـوه آتشفشـانی پیـش از فـوران سـال ۱۹۸۰، حـدود ۳۰۰۰ متـر ارتفـاع داشـته و دارای شـکلی مخروطـی بـود امـا ایـن کـوه خطرنـاک پـس فـوران فاجعـه بـاری کـه







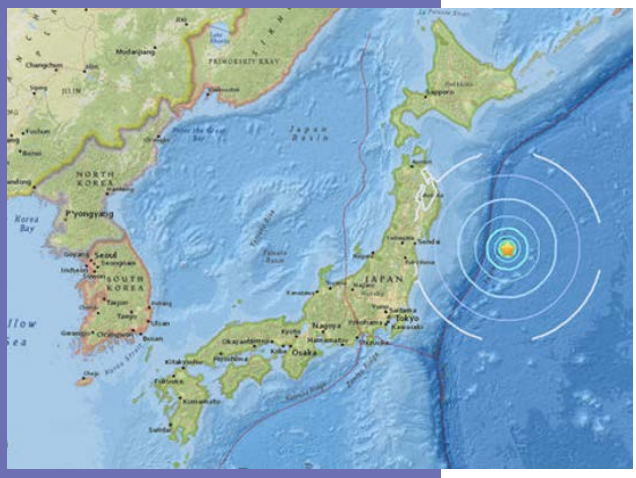


داشت به شکل کوهی نعلی در آمد و ارتفاع آن حدود ۴۰۰ متر کاهش یافت. جالب است بدانید که فوران سال ۱۹۸۰ مهیب‌ترین و مرگبارترین رویداد آتشفشانی در تاریخ ایالات متحده آمریکا بود و در اثر آن حدود ۵۷ نفر جان باخته و بیش از ۲۰۰ کیلومتر از جنگل‌های اطراف به همراه حیواناتی که در آن‌ها زندگی می‌کردند، نابود شدند.

کوه فوجی در ژاپن

بلندترین کوه موجود در کشور ژاپن جزو خطرناک‌ترین آتشفشان‌های جهان است. آخرین فوران‌های این کوه به سال ۱۷۰۷ میلادی باز می‌گردد و به گفته کارشناسان زمین شناسی این آتشفشان در حال حاضر غیرفعال است اما در سال ۲۰۱۱ زلزله‌ای به قدرت ۹ ریشتر در کشور ژاپن رخ داد و محققان احتمال می‌دهند که این زلزله ممکن است سبب فعالیت دوباره آتشفشان فوجی شود.

سونامی سندای در ژاپن



این سونامی در تاریخ ۱۱ مارس سال ۲۰۱۱ باعث بروز خسارت‌های فراوان در شمال شرق ژاپن شد. در این تاریخ بروز یک زلزله بسیار شدید به قدرت ۸.۹ تا ۹ ریشتر در اقیانوس آرام باعث شکل‌گیری امواجی به ارتفاع ۱۰ متر شد. این امواج با ساحل شمال شرقی ژاپن برخورد کرده و خرابی‌های فراوانی در زیرساخت‌هایی مانند جاده‌ها و سد بزرگ منطقه ایجاد کردند و همچنین آسیبی بود که در نتیجه آن به نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما وارد شد. در این حادثه ۲۴۱۴ نفر جان خود را از دست داده و تعداد زیادی هم ناپدید شدند.

سونامی کراکاتوآ



سونامی کراکاتوآ مربوط به ۲۷ اوت سال ۱۸۸۳ است. در این تاریخ آتشفشان واقع در جزیره کراکاتوآ فعال شده و حجم عظیمی از گدازه‌های آتشفشانی آن وارد دریا شد. شدت انفجارات حاصل از این آتشفشان به قدری زیاد بود که حدود دو سوم از جزیره در طی آن نابود شد. بعد از فوران آتشفشان امواجی با ارتفاع بیش از ۲۷ متر در دریا حرکت کرده و سواحل اندونزی، هند و بسیاری از جزایر واقع در آن منطقه را نابود کردند. بر اساس گزارش‌ها و تخمین‌های مربوط به این فاجعه، بیش از ۳۶ هزار انسان در جریان این سونامی جان خود را از دست دادند.



ندا داستان
دانشجوی کارشناسی زمین‌شناسی

سرزمین آفتاب تابان در تاریک‌ترین روزها

تاریخچه زمین‌لرزه‌های ژاپن

زلزله از جمله رخدادهای طبیعی و غیرقابل پیش‌بینی است که تا به امروز علاوه بر خسارات مالی و جانی، از نظر ذهنی و روانی تأثیر زیادی روی افراد گذاشته است.

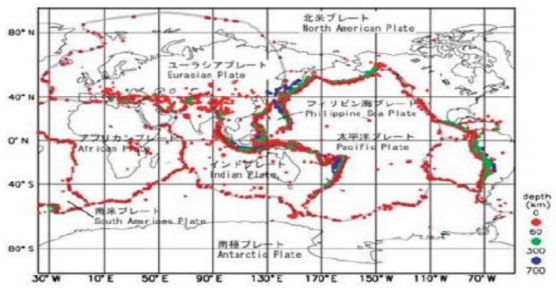
کشور ژاپن از لحاظ ساختار زمین‌شناسی، آزمایشگاهی طبیعی برای مطالعات تغییر شکل پوسته محسوب می‌شود. این کشور از نظر زمین‌شناختی در یک منطقه پیچیده مرزی واقع شده‌است. ژاپن در روی و نزدیکی مرزهای صفحات آمریکای شمالی (North American Plate)، اوراسیا (Eurasian Plate)، دریای فیلیپین (Philippine Sea Plate) و اقیانوس آرام (Pacific Plate) قرار گرفته‌است. این موضوع کاملا مشخص می‌کند که چرا این کشور یکی از مستعدترین مناطق زلزله‌خیز دنیا است (شکل ۱).



شکل ۱ : ورقه‌های اطراف ژاپن

حرکت عمده‌ای که در منطقه شمال شرقی ژاپن وجود دارد؛ فرورانش پوسته اقیانوس آرام به زیر پوسته آمریکای شمالی است که این حرکت باعث ایجاد عارضه‌ای به نام ترنچ ژاپنی شده‌است.

در شکل شماره ۲ پراکندگی کانون زلزله‌های ۵ ریشتر یا بیشتر را از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد زلزله‌ها در اطراف ژاپن اتفاق افتاده است به‌علاوه ۲۰ درصد از زلزله‌های ۶ ریشتر یا بیشتر در این بازه زمانی در خود ژاپن رخ داده است.



شکل ۲ : تراکم زمین‌لرزه‌های ۶ ریشتر یا بیشتر

جدول ۱ : فهرست تعدادی از زمینلرزههای شدید ژاپن (۱۹۹۵-۲۰۱۲)

سال	شدت زلزله	منطقه	تعداد کشته	تعداد مجروحین	تعداد گمشده	ساختمان تخریبی	ساختمان نیمه تخریبی
1995	7.3	کوبه	6.432	43.792	-	440.000	
2011	8.9	توهوکو	15.889	6.152	2.061	127.290	272.788

در یک نگاه کلی، مناطق لرزهخیز زمین به سه قسمت تقسیم میشوند:

۱) کمربند پیرامون اقیانوس آرام که بیش از دو سوم زمینلرزههای جهان در این منطقه رخ میدهد. کشور ژاپن در این منطقه قرار دارد که به علت قرارگیری بر روی چهار گسل بزرگ ۳۰ درصد از زمینلرزههای این منطقه در این کشور به وقوع میپیوندد؛ به طوری که در ژاپن به طور میانگین هر سال حدود ۲۰۰۰ زمینلرزه محسوس رخ میدهد. همچنین در این ناحیه علاوهبر فراوانی بالا، شدیدترین زلزلههای جهان هم اتفاق میافتد.

۲) کمربند آلپ-هیمالیا که حدود ۲۰ درصد زمینلرزههای جهان روی این کمربند رخ میدهد. این زلزلهها کمعمق هستند و خسارات جانی و مالی زیادی به بار میآورند. تقریبا تمامی بخشهای ایران در قسمت میانی این کمربند واقع است و بالغ بر ۶۹ درصد زلزلههای این منطقه مربوط به کشور ایران است.

۳) کمربند میانی اقیانوس اطلس که تنها ۱۳ درصد از زلزلههای جهان در این منطقه رخ میدهد. این زلزلهها نسبتا ملایم بوده و آرامش در زندگی مردم را چندان بههم نمیزنند.

بنابراین حدود ۱۵درصد از کل زلزلههای جهان در کشور ژاپن به وقوع میپیوندد.

دو مکانیزم متفاوت وجود دارد که به صورت عمده موجب زلزله در ژاپن میشوند:

۱) زمینلرزههای تولید شده در نزدیکی مرزهای همگرا، زمینلرزههایی که در اثر بازگشت تنش فرونشست صفحات قارهای اوراسیا یا آمریکای شمالی از صفحات اقیانوسی اقیانوس آرام یا دریای فیلیپین اتفاق میافتند.

۲) زمینلرزههایی که توسط گسلهای فعال ایجاد میشوند و در صورتی که در زیر شهرها باشند، میتوانند خسارات زیادی را موجب شوند حتی اگر شدت ریشتر آنها قابل توجه نباشد.

بزرگترین زلزلهای که در طی یک قرن در کلان شهر توکیو رخ داد Kanto در سال ۱۹۲۳ بود که ۷/۹ ریشتر قدرت داشت و موجب خسارات بسیار شدیدی شد. مجموعا ۱۰۰,۰۰۰ نفر تعداد کشتهشدگان و گمشدهها بود. زمینلرزههایی با بزرگی ۸ ریشتر به صورت دورهای در فواصل ۲۰۰ تا ۳۰۰ سال در این منطقه اتفاق میافتند. بعید است که زلزلهای به این بزرگی طی ۱۰۰ سال رخ دهد اما زلزلههای داخلی با ۷ ریشتر چندین بار بین دو زلزله کلاس ۸ ریشتر رخ میدهد.

بیشترین تلفات زلزله ژاپن در سال ۱۹۲۳ در شهر کوآنتو بوده است که با قدرت ۷/۵ ریشتر ۱۴۳,۰۰۰ نفر کشته داده است.

در سال ۱۹۹۵ زلزلهای در Hanshin-Awaji گزارش شده بود که ۸۳,۳ درصد از ۵,۵۰۰ مرگ بلافاصله پس از زلزله و به دلیل فروریختن ساختمان یا سقوط مبلمان بودهاست.

در تاریخ ۱۶ جولای ۲۰۰۷ در ساعت ۱۰:۱۳ صبح به وقت محلی زمینلرزهای با بزرگای ۶,۸ در مقیاس سازمان هواشناسی ژاپن منطقه چواتسو در استان نیگاتا واقع در شرق ژاپن را به لرزه درآورد. در این زلزله پدیدههای مختلف ژئوتکنیکی مانند زمینلغزشهای بزرگ، روانگرایی در مقیاس وسیع، گسترش جانبی و نشست باعث بروز خسارات عمده به شریانهای حیاتی (خطوط آب، برق و گاز) و همچنین قطع راههای ارتباطی، جادهها و خطوط راهآهن گردید. بهعلاوه پدیده روانگرایی باعث ایجاد خسارات عمده به دیوارهای ساحلی، بنادر و پی سازهها شد. خسارات سازهها غالبا در دو شهر کاشی وازاکی و روستای کاریوا واقع در محدوده ۱۵ کیلومتری از مرکز سطحی زمینلرزه مشاهده گردید.

زلزله و سونامی ۲۰۱۱ در شرق ژاپن یکی از بزرگترین و مخربترین بلایای طبیعی رخ داده در کشور ژاپن بود.

زلزلهی سندای در تاریخ ۱۱ مارس سال ۲۰۱۱ در کشور ژاپن اتفاق افتاد. گزارشی مبنی بر تعداد جانباختگان این زلزله گزارش نشده است؛ اما با توجه به وقوع سونامی در پی این زلزله، خسارتهای جانی و مالی زیادی به مردم این منطقه وارد شد. سونامی ایجاد شده در اثر این زلزله موجهایی به ارتفاع ۹ متر در کائنا به وجود

آورد. لرزش‌های ناشی از این زلزله به مدت ۱۷۳ ثانیه گزارش شده‌است. تنها یک کشاورز محلی از مرگ ۶ گاو خود در اثر سونامی به‌وجود آمده خبر داد؛ اما خبر دیگری از ضررهای مالی و جانی در دسترس نیست.

از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۱ میلادی، ۴۴ زلزله بالای ۶ ریشتر در ژاپن اتفاق افتاده است که ۲۱ مورد آن‌ها دارای تلفات جانی و جمعا به میزان ۱۹۲,۲۱۷ نفر بوده است.

هم‌زمان با شروع سال نو میلادی ۲۰۲۴ در ساعت ۱۶:۱۰:۱۰ به‌وقت محلی یک زلزله شدید با مقیاس بزرگای گشتاوری ۷٫۵ در عمق ۱۵٫۵ کیلومتری زمین نزدیکی سواحل ایشیکاوا ژاپن را لرزاند. این زمین‌لرزه در ۱۰۲۶ ایستگاه شتاب‌نگاری شبکه شتاب‌نگاری به ثبت رسیده و بیشترین مقدار شتاب گزارش شده آن در شهر ایشیکاوا به مقدار قابل توجه حدودا 2/7 g بوده است که بیش از ۲/۵ برابر زلزله طبس و بم در ایران و حدودا ۵ برابر زلزله سر پل ذهاب است.

در ساعت ۲۳:۵۲ در روز ۲۳ مارس ۲۰۲۴ زلزله‌ای با قدرت ۷٫۰ ریشتر Adjacent New Guinea را لرزاند.

در تاریخ ۳ آوریل ۲۰۲۴ در ساعت ۰۳:۲۸ در the vicinity of Taiwan زلزله‌ای به بزرگای ۷٫۵ ریشتر اتفاق افتاد.







شکل ۳ ، ۴ ، ۵ : آتشسوزی در یک منطقه مسکونی و وقوع ترکهای بزرگ روی زمین در واجیما، استان ایشیکاوا، ژاپن در ۱ ژانویه ۲۰۲۴



دلیمه‌ی تکنولوژی





- میراگر دیواری ویسکوز
- جداساز شناور مغناطیسی برای کنترل ارتعاش فعال
- سیستم هشدار زودهنگام زلزله (EEW)

میراگر دیواری ویسکوز

محمد اسماعیل نوری
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه



میراگرهای دیواری ویسکوز یا Viscous Wall Damper (VWD) یکی از موثرترین دستگاه‌های اتلاف انرژی برای بهبود عملکرد لرزه‌ای ساختمان‌ها هستند. تعداد VWD ها و همچنین موقعیت آنها در ساختمان به طور مستقیم بر عملکرد لرزه ای تأثیر می گذارد.

VWD ها نوعی میراگر ویسکوز هستند که برای افزایش میرایی سازه کاربرد دارند. لذا این ابزارها و ابزارهای مشابه در طراحی لرزه ای سازه اهمیت به خصوصی دارند زیرا یکی از رویکردهای طراحی سازه در مقابل زلزله افزایش میرایی برای کنترل پاسخ سازه ها می باشد.

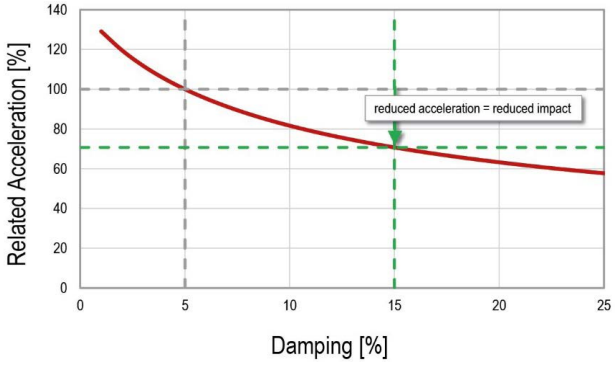
با توجه به معادله زیر که به معادله تعادل دینامیکی سازه‌ها معروف است، به سادگی می توان مشاهده کرد در صورتی که به عنوان مثال میرایی (C) سازه افزایش یابد، به منظور حفظ تعادل دینامیکی سازه و با فرض اینکه نیروی ورودی به سازه مشخص باشد، باید تغییرمکان و شتاب سازه کم شوند.

(1) $M\ddot{U}+C\dot{U}+KU = P(t)$

(2) $V(t) = KU(t)$

در رابطه (1)، M معرف جرم سازه، C میرایی سازه، Kسختی سازه، Uتغییرمکان سازه، $\dot{U}$سرعت سازه، $\ddot{U}$ شتاب سازه و P(t) نیروی دینامیکی وارد بر سازه است.

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، افزایش میرایی سازه باعث کاهش شتاب و در نتیجه کاهش تاثیر زلزله بر سازه می شود. تنش لرزه ای با افزایش میرایی کاهش می یابد.



شکل ۱: اثر میرایی بر شتاب

در بین سیستم های کنترل لرزه ای غیرفعال، استفاده از میراگرهای دیواری ویسکوز(VWD) راه حل مناسبی برای بهبود عملکرد لرزه ای ساختمان هستند، زیرا آن ها به طور موثری رانش های بین طبقاتی و شتاب های کف را کاهش می دهند. نسبت های رانش طبقاتی(ISDR) نه تنها برای جلوگیری از آسیب های سازه ای، بلکه برای محافظت از اجزای غیرسازه

ای باید محدود شوند. علاوه بر این جابه جایی های جانبی ناشی از باد در چنین سازه هایی باید کاهش یابد تا آسایش ساکنان فراهم شود. برای چنین منظوری در دهه ۸۰ میلادی مفهوم میراگر دیواری ویسکوز(VWD) توسط میتسو میازاکی از کشور ژاپن ابداع شد. مطالعات میازاکی و همکاران در سال ۱۹۸۸ میلادی اثربخشی میراگر دیواری ویسکوز را در یک مدل سازه ۵ طبقه تایید کرد. مطالعات آن ها نشان می داد که VWD به طور موثری انرژی زلزله را جذب و مستهلک می سازد. بنابراین پاسخ دینامیکی ناشی از زلزله را کاهش می دهد.

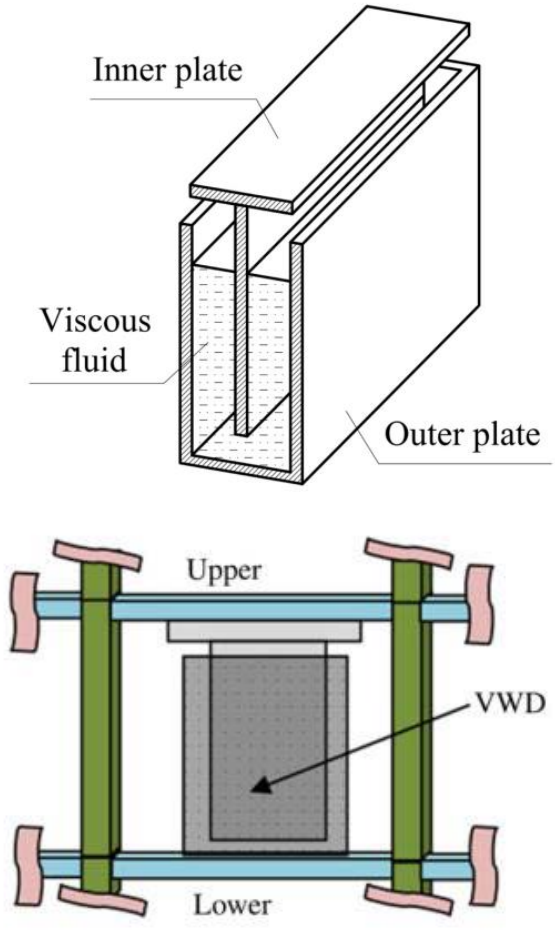


شکل۲و۳: VWD ها در خط تولید و تست

ساختار و نحوه کارکرد VWD

همانطور که در شکل های 2و3 نشان داده شده است، VDWمعمولاً از سیال ویسکوز چندین صفحه فولادی تشکیل شده است .هنگامی که تحت تحریکات خارجی قرار می گیرید، حرکت نسبی بین صفحه داخلی و صفحات خارجی ایجاد می شود که در نتیجه حرکت صفحه یا صفحات فولادی در مخزن سیال ویسکوز تغییرشکل برشی نسبی در سیال ویسکوز رخ داده و باعث جذب و مستهلک ساختن انرژی زلزله یا باد می شود.

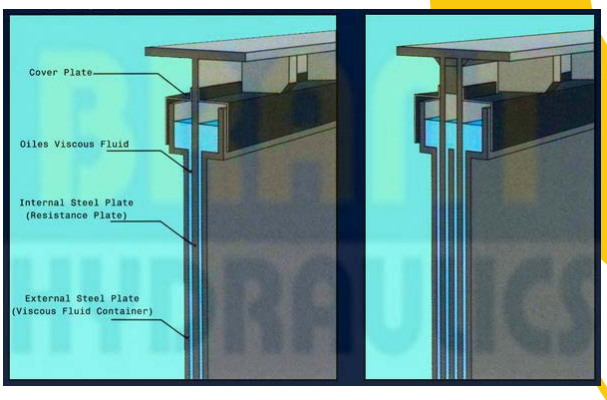
یک VWD معمولی و ساده از دو قسمت تشکیل شده است، که در آن قسمت اول یک مخزن فولادی است که به تیر طبقه پایینی ثابت شده و با سیال ویسکوز(روغنی با لزجت مناسب) پر شده است. قسمت دوم VWD یک صفحه فولادی عمودی است که به تیر طبقه بالایی ثابت می شود و در مخزن قرار می گیرد و آزاد است تا در جهت جانبی در امتداد سیال ویسکوز در مخزن حرکت کند (شکل۷) همان طور که سازه در طول بارگذاری جانبی بین طبقات جابه‌جا می‌شود، صفحه در سیال ویسکوز در امتداد جهت بارگزاری جانبی درون صفحه مخزن VWD حرکت می‌کند و میرایی اضافی برای سازه ایجاد می‌کند. اگر چه میزان میرایی بسته به سرعت حرکت جانبی متفاوت است، کل میرایی ساختمان با اثر VWD ها افزایش می‌یابد. در نتیجه، نسبت رانش بین طبقاتی و شتاب‌های کف کاهش می‌یابد و آسیب لرزه‌ای در اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای با میرایی اضافی ارائه‌شده توسط VWD به حداقل می‌رسد.



شکل ۴و۵: ساختار و کارکرد یکVWDساده

البته ساختار همه ی VWD ها به این سادگی نیست و گاها تعداد صفحات عمودی متحرک در داخل مخزن مایع ویسکوز را افزایش می دهند تا

انرژی بیشتری جذب و مستحلک بکند.



شکل۶: ساختار یک VWD پیچیده تر در مقایسه با یک VWD ساده

سنجش کارایی VWD در پژوهش ها و پروژه ها

با استفاده از VWD در پروژه های عملی به دلیل میرایی اضافه شده، جابجایی ها و تنش ها ی موجود در سازه را می توان به میزان قابل توجهی تا ۵۰ درصد کاهش داد و در نتیجه فولاد کمتر و هزینه سازه کمتری داشت. این صرفه جویی بیش از هزینه تامین VWD های مورد نیاز پروژه می باشد و منجر به عملکرد بهتر و ساختار اقتصادی تر می شود.

درسال ۱۹۹۲برای اولین بار VWD درساختمان ساتو در توکیو به کار رفت. امروزه این سیستم در بیش از ۱۰۰ پروژه مورد استفاده قرار گرفته است.

علاوه بر این که با به کار رفتن VWD ها در پروژه ها کارایی این میراگر به طور عملی اثبات شده است پژوهش های متعددی نیز به کارایی مطلوب این نوع از میراگرها گواهی می دهند. در ادامه به عنوان نمونه به چند مورد از آن ها اشاره می شود.

مطالعات قبلی که نتایج تحقیق بر روی VWDها را گزارش می‌کردند، بر روی سیستم‌های قاب خمشی فولادی بود و نتایج آزمایش نمونه‌های سازه‌ای در مقیاس کامل با و بدون VWD روی میز لرزه را ارائه می کردند که نتایج آزمایش نشان‌دهنده کاهش دو سومی (۲/۳) در جابجایی‌های نسبی و کاهش تقریباً ۵۰ درصدی در شتاب‌های کف و در سقف در مقایسه با قاب خمشی معمولی بود.

Xilin Lu و همکاران یک پژوهش کامل از میراگر دیواری ویسکوز برای کاهش پاسخ لرزه ای در قاب های بتن مسلح ارائه کردند. که در این پژوهش از تعداد زیادی VWD در قاب ها استفاده شده بود که علاوه بر میرایی، لاجرم سختی سازه را نیز افزایش می داد. نتیجه این پژوهش نشان می داد که استفاده از VWD پاسخ جابه‌جایی سازه را حدود 30 تا 60 درصد کاهش می‌دهد. پاسخ شتاب و نیروی برشی نیز در برخی موارد کاهش و در برخی موارد افزایش یافته بود.

همان پژوهش توسط R Loveو همکاران که ساخت بیمارستانی در کالیفرنیا را به اتمام رسانده بودند انجام گرفت. پژوهش در رابطه با یک ساختمان ۹۴۰۰۰ متر مربعی نشان می داد که می توان با کاربرد VWD سازه ای با درجه اهمیت بالا را در مناطقی با لرزه خیزی بالا طراحی کرد که کارایی سیستم طراحی شده با کاهش تناژ مصرفی فولاد مشهود است.

تمام تحقیقات نشان می‌دهد که VWD ها قادر به افزایش نسبت میرایی وکاهش پاسخ سازه ناشی از تحریکات زلزله و باد است. و به طور گسترده درساختمان های بلند در ژاپن و چندین کشور دیگر استفاده شده است.

مزایای VWD ها نسبت به میراگرهای دیگر

- VWD ها در مقایسه با سایر میراگرها برتری از نظر معماری دارند زیرا شباهت آنها به یک دیوار سازه ای باعث می شود از نظر معماری به طور قابل توجهی در ساختمان دخالت نکنند.
- VWD ها قطعات متحرک تحت تنش با یکدیگر ندارند و این باعث افزایش طول عمر بهره برداری و عدم نیاز به تعمیر و نگهداری می شود.
- نصب VWD ها نسبت به دیگر میراگرها آسان است و ممکن است نیاز به تقویت ساختاری کم تری نسبت به مقاوم سازی میراگرهای ویسکوز پیستونی داشته باشد.
- انعطاف پذیری بیشتری نسبت به سایر میراگرها برای نصب در انواع قاب های ساختمانی (چه با باد بند و چه بدون

بادبنـــد) دارد.

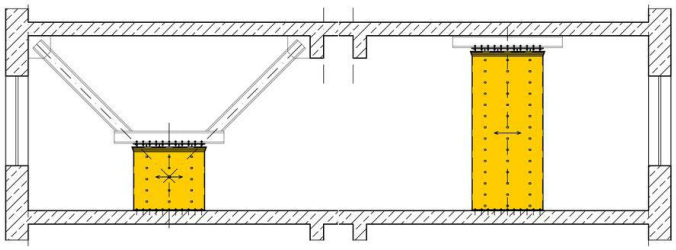
نیروی دمپینگ VWD(نیروی خروجی میراگر)

نیـروی دمپینـگ VWD متناسـب بـا ضریـب میرایـی (C_w) و سـرعت V(t) بـه تـوان α(تـوان میرایـی) می‌باشـد.

ضریـب میرایـی و تـوان میرایـی هـر VWD بـه صـورت تجربـی تعییـن مـی شـوند. نیـروی خروجـی ایـن میراگـر بـه سـرعت حرکـت بیـن طبقـات و جابـه جایـی و تـا حـدی دمـا بسـتگی دارد.

بـرای مثـال میراگـر دیـواری ویسـکوزی کـه دارای سـیال ویسـکوز بـا لزجت(ویسـکوزیته) 8000 pa.s در 30 درجـه سـانتی گـراد اسـت روابـط شـکل ۱۱ بـرای نیـروی خروجـی اش حاکـم هسـتند کـه در آن





شـکل۷: نصـب VWD در دو نـوع مختلـف از قـاب بـدون بادبنـد و بـا بادبنـد



شکل۹: طرح کاربرد VWD در یک پروژه

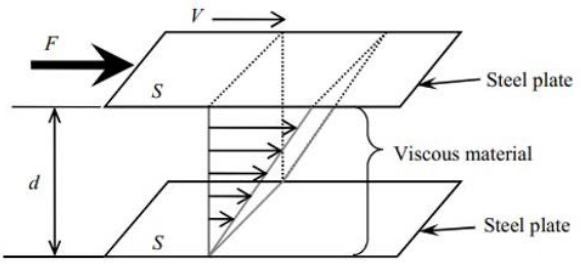


Figure 1. Mechanism of damping force

$$V/d < 1 \quad , \quad F = 41.2 \times e^{(-0.043\,T)}\, S\,(V/d)$$

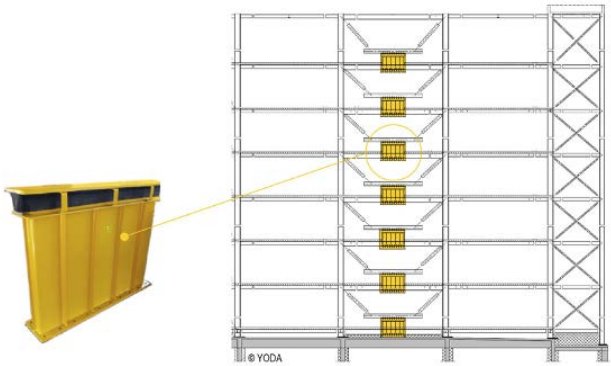
$$1 \leqq V/d < 10 \quad , \quad F = 41.2 \times e^{(-0.043\,T)}\, S\,(V/d)^{0.59}$$

$$10 \leqq V/d < 100 \quad , \quad F = 63.7 \times e^{(-0.043\,T)}\, S\,(V/d)^{0.4}$$

F نیـروی خروجـی، S مسـاحت صفحـه متحـرک و d فاصلـه صفحـه متحـرک از دیـواره مخـزن مـی باشـند.

مدل سازی VDW ها در sap2000

میراگرهـای دیـواری ویسـکوز را بـه راحتـی مـی تـوان



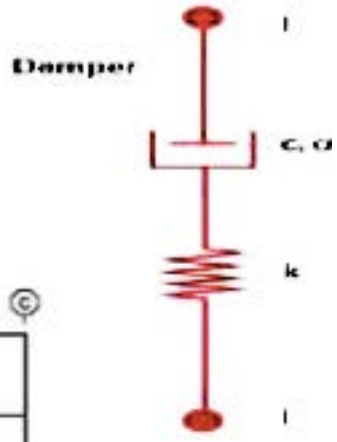
شکل۱۰: نمونه دیگری از طرح کاربرد VWD

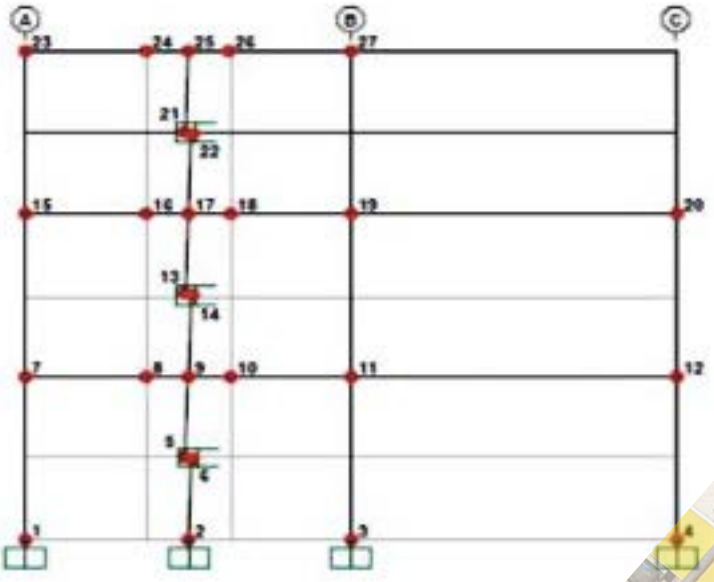
با استفاده از عناصر غیرخطی موجود در sap2000 مدل کرد.

با فرض انجام تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی VWD ها را می توان با مدل میراگر ماکسول نشان داد(شکل۱۲). نوع عنصر در برنامه sap2000 عنصر NLLINK است. این مدل از یک فنر خطی با سختی K و یک میراگر که با ضریب میرایی(C) و توان میرایی(α) مشخص می شود، تشکیل شده است.

بر خلاف میراگرهای پیپستونی، VWD ها به تیر های بالا وپایین متصل می شوند. بنابراین، برای استفاده از عنصر ۲گرهی شکل۱۲، یک قاب معمولی حاوی میراگرها را به صورت شکل زیر(شکل۱۳) می توان مدل کرد:

شکل۱۲: مدل میراگر





شکل۱۳: مدل سازی VWD ها در یک قاب



معصومه آروبلی
دانشجوی دکترای مهندسی عمران - سازه

جداسازشناور مغناطیسی برای کنترل ارتعاش فعال

زلزله در زمره فاجعه بارترین بلایای طبیعی است که زندگی انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. نیروی مخرب زلزله می‌تواند به شدت به سازه‌های عمرانی آسیب وارد کرده و همچنین منجر به تلفات انسانی شود. بنابراین، محافظت از سازه‌های عمرانی در برابر ارتعاشات نامطلوب، جلوگیری از تغییر شکل، آسیب یا شکست بیش از حد این سازه‌های مهم، موضوعی بسیار مهم است. در طول چند دهه گذشته، محققان راهبردهای مختلفی را برای جلوگیری از شکست ساختاری و حفاظت از جان انسان‌ها پیشنهاد کرده‌اند . یکی از فناوری‌های مهم در این زمینه، جداسازی پایه است که برای تغییر فرکانس طبیعی سازه‌ها به منظور کاهش انتقال انرژی زلزله به آن‌ها استفاده می‌شود. این روش باعث کاهش خسارت به سازه‌ها در هنگام وقوع زلزله می‌شود. در نتیجه، جداسازی لرزه‌ای و کنترل پاسخ سازه به عنوان ابزار اصلی تکنولوژی برای کاهش پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌ها توسعه یافتند. با این حال، استفاده از این فناوری محدودیت‌هایی دارد و نیاز به پیشرفت بیشتر در این زمینه احساس می‌شود.

اصول شناور مغناطیسی

حرکت زمین در یک محل خاص، ناشی از برهم‌کنش دینامیکی بین زمین و سازه است. با جدا کردن پایه‌های ساختمان از زمین، می‌توان پاسخ لرزه‌ای ساختمان را به طور قابل توجهی کاهش داد. این روش، که شامل کاهش سختی جانبی بین سازه و پی است، به افزایش دوره تناوب طبیعی ساختمان کمک می‌کند و انتقال نیروی زلزله به ساختمان را کاهش می‌دهد. در میان راهکارهای مختلف برای جداسازی پایه، شناور مغناطیسی (Maglev) به عنوان یک روش پیشرفته مطرح است. این روش، که بر اصل دافعه بین آهنرباها استوار است، در صنعت و مهندسی عمران برای کنترل ارتعاش فعال سازه‌ها، پل‌ها، و دیگر سازه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.



Magnetic levitation technique for active vibration control

این تکنیک به ویژه در مناطقی که با خطر زلزله، بادهای شدید یا دیگر نیروهای خارجی روبرو هستند، می‌تواند امنیت و انعطاف‌پذیری سازه‌ها را افزایش دهد.

مکانیسم‌های عملیاتی

جداسازی پایه‌های سازه از زمین از طریق فناوری‌هایی نظیر هوای فشرده و نیروی دافعه آهنربا امکان‌پذیر است، که از آن‌ها برای معلق نگه داشتن ساختمان‌ها بهره گرفته می‌شود. شناور مغناطیسی یکی از این روش‌ها است که با استفاده از میدان‌های مغناطیسی، جسمی را بدون هیچ تکیه‌گاهی معلق نگه می‌دارد. این روش بر پایه دافعه بین آهنرباهایی با قطب‌های مشابه استوار است و می‌تواند نیروی گرانشی را خنثی کرده و یک سیستم شناور بین ساختمان و زمین ایجاد کند.

استفاده از شناور مغناطیسی برای کنترل ارتعاشات در ساختمان‌ها شامل استقرار آهنرباهای الکتریکی یا ترکیبی از آهنرباهای دائمی و الکتریکی است که یک میدان مغناطیسی قابل کنترل ایجاد می‌کنند. این سیستم قادر است در زمان واقعی برای مقابله با ارتعاشات و حرکات سازه تنظیم شود، ارتعاشات را به طور مؤثری کاهش دهد و سازه را پایدار کند. با این رویکرد، ساختمان‌ها از اثرات مخرب امواج زلزله محافظت می‌شوند، با ایجاد یک سکوی شناور که توسط نیروی دافعه مغناطیسی حمایت می‌شود.

این روش با استفاده از سیستم‌های شناور مغناطیسی قصد دارد ساختمان‌ها را از زمین جدا کند و به طور موثر آنها را از اثرات مخرب احتمالی امواج زلزله جدا کند. اصل پشت این تکنیک در نیروی دافعه‌ای است که بین آهنرباهایی با قطب‌های مشابه روبروی یکدیگر ایجاد می‌شود که می‌تواند نیروی گرانشی را خنثی کند و یک سکوی شناور پایدار ایجاد کند.

میاموتو و همکاران از طریق آزمایش‌های مدلسازی شده روی میز لرزان، اثرات کاهشی پاسخ لرزه‌ای ساختمان‌های جداسازی شده را مورد بررسی قرار داده‌اند. ساختمان‌ها به صورت مغناطیسی معلق و از طریق مواد ژئومتریال مصنوعی نرم با میرایی بالا پشتیبانی می‌شوند تا جابجایی‌های افقی را کنترل کنند. با این حال، بر اساس تئوری ارنشاو، یک جسم نمی‌تواند به صورت پایدار تنها با نیروی الکترومغناطیسی در هوا نگه داشته شود، بنابراین استفاده از کنترل و تغییر دوره‌ای میدان مغناطیسی ضروری است. فناوری شناور مغناطیسی به عنوان یک مرز امیدوارکننده در مهندسی سازه و کاهش خطر بلایا مطرح شده، با هدف استفاده از قابلیت‌های نیروهای مغناطیسی برای محافظت از زیرساخت‌ها در برابر زلزله‌ها و سایر بلایای طبیعی است .شکل زیر پیکربندی شماتیک سازه جداساز شده را نشان می دهد. پایه پی و زمین توسط نیروی دافعه آهنربا جدا می شوند.

این سیستم‌ها، با استفاده از سنسورهای لرزه‌نگاری، امواج زلزله را شناسایی می‌کنند و اطلاعات را به یک سیستم کنترلی ارسال می‌کنند تا نحوه واکنش به این نیروها را تعیین کند. سیستم کنترلی سپس نیروهای مغناطیسی را برای مقابله با نیروهای اعمال شده توسط زلزله تنظیم می‌کند و از این طریق، ساختمان را از حرکت زمین جدا می‌سازد. این فرآیند به صورت مداوم اجرا می‌شود و در یک حلقه بازخورد عمل می‌کند و به طور مداوم نیروهای مغناطیسی را بر اساس فعالیت لرزه‌ای شناسایی شده توسط سنسورها تنظیم می‌کند تا اطمینان حاصل شود که ساختمان در برابر نوسانات ناگهانی مقاوم است. در این سیستم‌ها از آهنرباهای هیبریدی شامل آهنرباهای الکترومغناطیسی و دائمی استفاده می‌شود. این آهنرباها قادر به ایجاد میدان‌های مغناطیسی هستند که می‌توانند بر اساس نیاز، تنظیم شوند. آهنرباهای دائمی یک میدان مغناطیسی ثابت فراهم می‌کنند، در حالی که آهنرباهای الکترومغناطیسی اجازه می‌دهند میدان مغناطیسی بر اساس جریان الکتریکی تنظیم شود. این تنظیمات به ساختمان امکان می‌دهد تا در برابر زلزله‌ها با استفاده از یک حالت شناور مغناطیسی مستحکم باقی بماند.

مزایای شناور مغناطیسی در کنترل ارتعاش

این سیستم کنترل به نحوی طراحی شده است که در آن، نیروی ایجاد شده توسط آهنرباهای دائم، وزن جسم معلق را متوازن ساخته و جریان کنترلی به سمت صفر میل می‌کند. با این حال، استفاده از کنترل‌کننده‌های معمولی با توان صفر، منجر به ایجاد یک سختی منفی ثابت می‌شود که به ظرفیت آهنرباهای دائم وابسته است و یک محدودیت در استفاده از کنترل توان صفر به شمار می‌آید، جایی که تنظیم سختی امری ضروری است. علاوه بر این، کنترل توان صفر به طور ذاتی دارای خصوصیات غیرخطی است. این تکنولوژی، به دلیل عدم نیاز به مصرف انرژی ثابت برای دستیابی به حالت شناور پایدار، در وسایل نقلیه فضایی ، سیستم‌های حامل مغناطیسی در اتاق‌های تمیز و جداسازهای ارتعاش مورد استفاده



قرار گرفته است.

مزایای استفاده از شناور مغناطیسی برای جداسازی لرزه‌ای عبارتند از کاهش آسیب‌های سازه‌ای، بهبود ایمنی ساکنان و کاهش هزینه‌های ساخت و نگهداری در مقایسه با روش‌های سنتی. این سیستم‌ها می‌توانند به عنوان تعلیق با انطباق تقریباً صفر یا سختی بی‌نهایت برای نیروهای مزاحم عمل کنند و از این طریق، ساختمان را در برابر نوسانات و لرزش‌های ناشی از زلزله محافظت می‌کنند. این رویکرد نوین، که از طریق کنترل دقیق نیروهای مغناطیسی اجرا می‌شود، امکان پذیر است و نشان‌دهنده قدمی بزرگ در فناوری جداسازی لرزه‌ای می‌باشد .

چالش‌ها و ملاحظات

سیستم‌های کنترل ارتعاش شناور مغناطیسی، به عنوان یک مثال از فناوری‌های نوین در مهندسی سازه، از ویژگی‌های منحصربه‌فردی برخوردارند که از سیستم‌های مکانیکی سنتی متمایز می‌کند. این سیستم‌ها، با استفاده از میدان مغناطیسی برای جداسازی و کنترل ارتعاش، می‌توانند در برابر سایش و خرابی کمترین مقدار ممکن را داشته باشند، زیرا هیچ تماس فیزیکی بین آن‌ها وجود ندارد. قابلیت دقت بالای تنظیم این سیستم‌ها، امکان کنترل بهتر بر حرکات سازه را فراهم می‌کند. علاوه بر این، این سیستم‌ها را می‌توان به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد تا قابلیت پاسخگویی به طیف وسیعی از فرکانس‌ها و دامنه‌ها را داشته باشند تا برای انواع مختلفی از سازه‌ها و شرایط محیطی قابل استفاده باشند. به علاوه، با استفاده از آهنرباهای ابررسانا، این سیستم‌ها می‌توانند بازده انرژی بیشتری داشته باشند، زیرا می‌توانند میدان مغناطیسی خود را بدون نیاز به انرژی مداوم، به جز برای خنک‌کننده‌ها، حفظ کنند. با این حال، استفاده از این سیستم‌ها نیز محدودیت‌هایی دارد. از جمله مشکلات آن می‌توان به هزینه اولیه بالا برای نصب این سیستم‌ها اشاره کرد، که ممکن است به دلیل نیاز به حسگرهای پیچیده، سیستم‌های کنترل و آهنرباهای ابررسانا، بسیار گران باشد. همچنین، برای عملکرد بهینه، این سیستم‌ها به مقدار قابل توجهی توان نیاز دارند و اطمینان از وجود یک منبع انرژی قابل اعتماد در مواقع اضطراری (مانند زلزله) بسیار حیاتی است.

طراحی و اجرای سیستم‌های کنترل ارتعاش شناور مغناطیسی نیازمند تخصص چند رشته‌ای در زمینه‌های مهندسی سازه، سیستم‌های کنترل و الکترومغناطیس است. این سیستم‌ها نیازمند نگهداری و نظارت منظم هستند تا اطمینان حاصل شود که حسگرها و لوازم الکترونیکی آن به درستی کار می‌کنند.

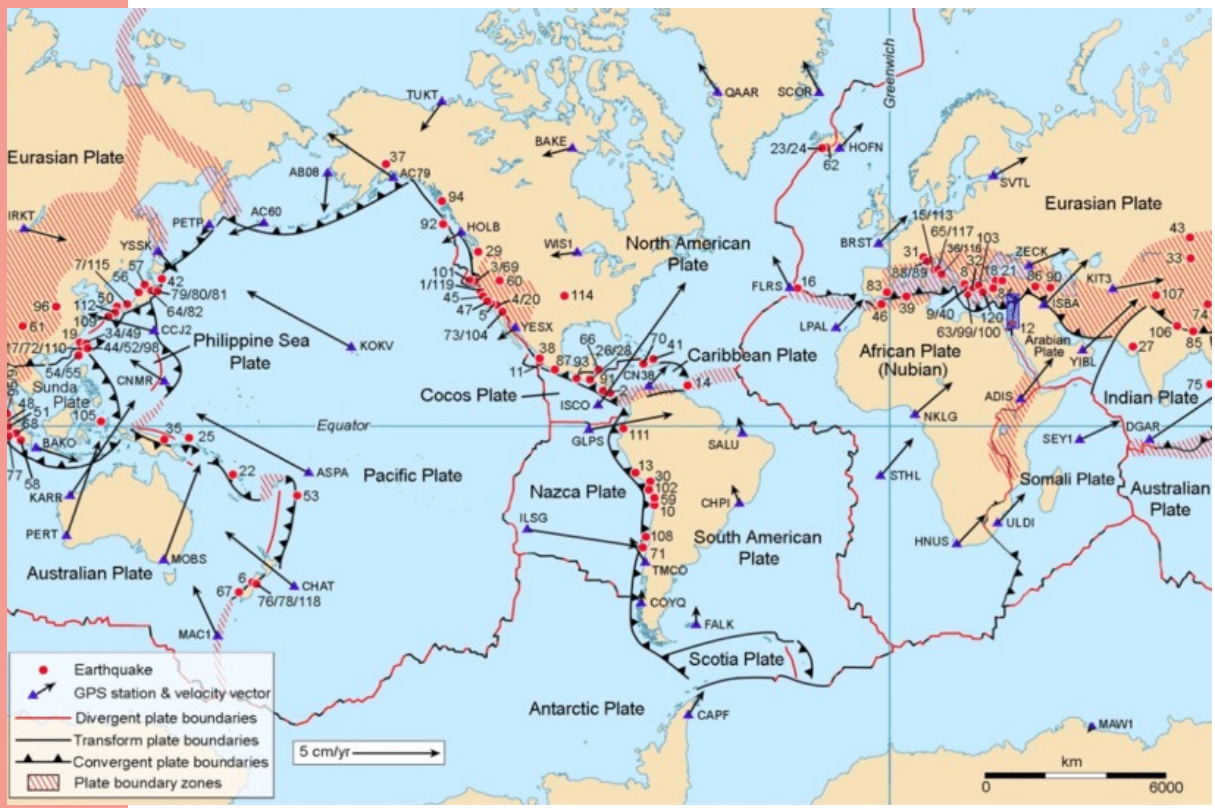
تحقیقات و توسعه در زمینه سیستم‌های کنترل ارتعاش شناور مغناطیسی همچنان ادامه دارد. نوآوری‌ها در علم مواد، به ویژه در حوزه ابررساناها و فناوری آهنربا، می‌توانند هزینه‌ها را کاهش داده و کارایی را بهبود بخشند، این امر می‌تواند به استفاده گسترده‌تر این فناوری در زمینه‌های مختلف مهندسی عمران کمک کند. علاوه بر این، ادغام این سیستم‌ها با سایر فناوری‌های ساختار هوشمند می‌تواند منجر به ساختارهای هوشمند با زیرساختی انعطاف‌پذیر و سازگاری بالاتر شود. فناوری کنترل ارتعاش شناور مغناطیسی، عمدتا در مراحل آزمایشی و تحقیقاتی در چارچوب برنامه‌های مهندسی عمران بوده است، اما مفهوم استفاده از آن برای کنترل و جداسازی ارتعاش، از کاربرد موفقیت‌آمیز آن در زمینه‌های دیگر، مانند قطارهای پرسرعت و تجهیزات آزمایشگاهی دقیق، که برای از بین بردن اصطکاک و کاهش ارتعاشات استفاده شده است، ناشی شده است. این فناوری، با رشد و بهبود مستمر، می‌تواند به یکی از عناصر اساسی در طراحی و ساخت پروژه‌های زیرساختی آینده تبدیل شود و راه‌حلی نوین برای حفاظت از سازه‌ها در برابر نیروهای طبیعت و فعالیت‌های انسانی ارائه دهد.



امین حسینچی قره آغاجی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری گرایش سنجش از دور

سیستم هشدار زودهنگام زلزله (EEW)

ژاپن که در روی و نزدیکی مرزهای صفحات آمریکای شمالی، اوراسیا، دریای فیلیپین و اقیانوس آرام قرار گرفته است، یکی از مستعدترین مناطق زلزله‌خیز دنیا بوده و به همین جهت مدت‌هاست که در خط مقدم توسعه سیستم هشدار زودهنگام زلزله (EEW) قرار دارد.



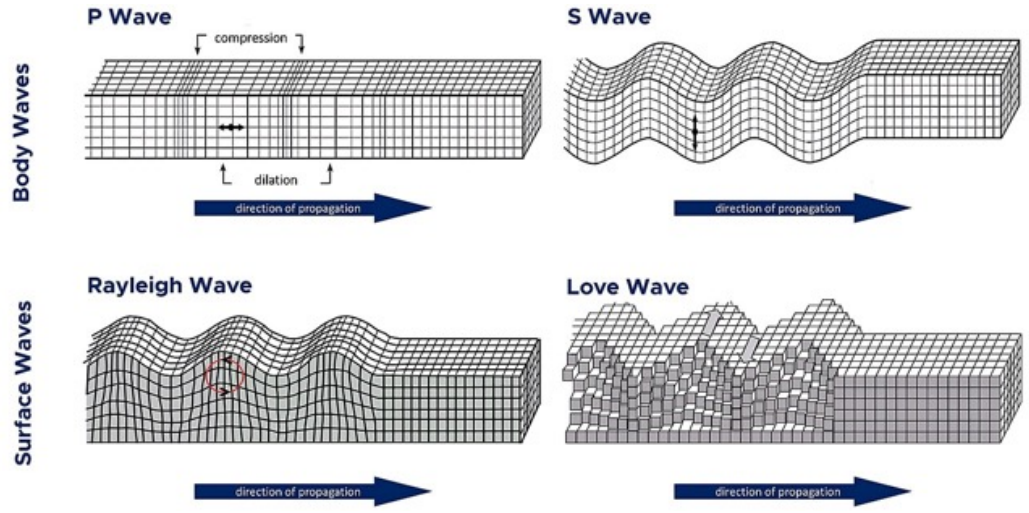
شکل ۱- مرزهای صفحات تکتونیکی و موقعیت زلزله‌های تاریخی رخ داده

سیستم هشدار زودهنگام زلزله (EEW) که توسط آژانس هواشناسی ژاپن (JMA) پیاده سازی و توسعه داده شده و از اکتبر سال ۲۰۰۷ در حال کار است، در زلزله و سونامی توهوکو در سال ۲۰۱۱، چندین میلیون نفر در نزدیکی مرکز زمین لرزه حدود ۱۵ تا ۲۰ ثانیه قبل از وقوع شدیدترین لرزش، هشدارهای ارسال شده از سیستم EEW را دریافت کردند. حدود ۹۰ درصد از این افراد توانستند برای حفظ جان خود و اعضای خانواده، اقداماتی طبق برنامه‌ریزی و آموزش‌های قبلی انجام دهند.

تاثیر مخرب زمین لرزه‌ها، مانند زلزله توهوکو در سال ۲۰۱۱، نیاز حیاتی به سیستم‌های هشدار اولیه موثر برای کاهش خسارات جانی و مالی را برجسته‌تر کرده است. سیستم هشدار زودهنگام زلزله با انجام اقدامات متقابل و به موقع مانند کاهش سریع سرعت قطارها، توقف حرکت آسانسورها در برج‌ها و آسمانخراش‌ها و ارسال هشدار برای عموم مردم در محیط‌های مختلف مانند کارخانه‌ها، دفاتر، نواحی مسکونی و مناطق ساحلی، خسارات ناشی از زلزله را کاهش می‌دهد.

اما کارکرد سیستم EEW به چه صورت است؟ برای پاسخ به این سوال لازم است ابتدا مروری داشته باشیم بر امواج لرزه‌ای و انواع آن.

پس از ایجاد شکست در گسل، انرژی آزاد شده به وسیله زمین لرزه به صورت امواج مختلف از کانون زلزله منتشر می‌شود که به دو دسته امواج حجمی و امواج سطحی تقسیم‌بندی می‌شوند. امواج زلزله حجمی در حجم زمین پراکنده شده و امواج سطحی نزدیک به سطح زمین پراکنده می‌شوند.



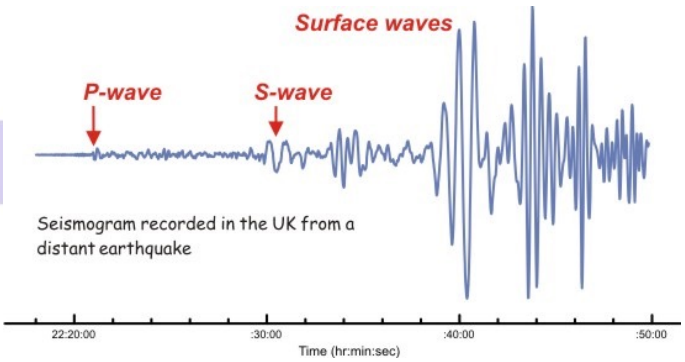
شکل ۲- انواع امواج لرزه‌ای

امواج زلزله حجمی به دو نوع اولیه و ثانویه تقسیم بندی می‌شوند. موج P که مخفف Primary Waves است را به عنوان موج اولیه و موج S که مخفف Secondary Waves است، به عنوان موج ثانویه شناخته می‌شود.

سریع‌ترین امواج زلزله امواج اولیه یا P نامیده می‌شود.حرکت آنها شبیه حرکت امواج صوتی در یک سیال است. بدین معنی که مانند امواج صوتی ، همچنان که گسترش می‌یابند، به تناوب سنگ را رو به جلو حرکت می‌دهند (می‌فشارند) و یا می‌کشند (منبسط می‌کنند). این امواج P، همانند امواج صوتی، می‌توانند هم از سنگ‌های صلب مانند کوه‌های گرانیتی و هم از مایعات مانند ماگمای آتشفشانی یا آب اقیانوس‌ها عبور نمایند.

موج دیگری که سرعت کمتری دارد و درون حجم سنگ‌ها منتشر می‌شود، موج ثانویه یا

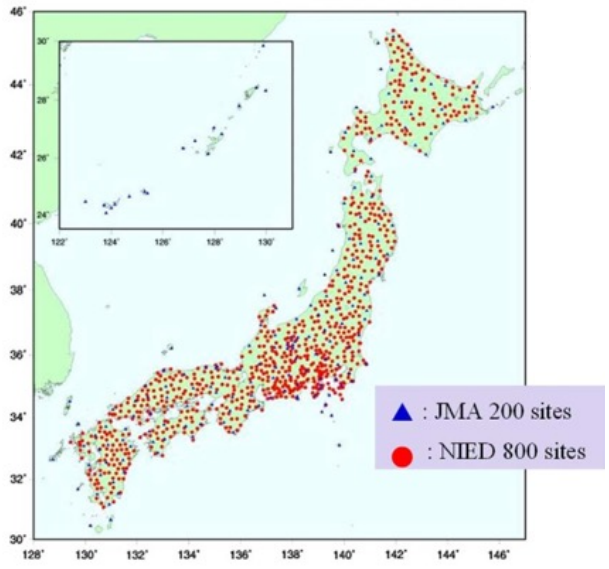
موج S نام دارد. موج S با انتشار در سنگ‌ها، در امتداد عمود بر جهت انتشار در آنها برش ایجاد می‌کند. لذا امواج S می‌توانند تواماً حرکات قائم و افقی ایجاد کنند. امواج S نمی‌توانند در قسمت‌های سیال زمین مانند اقیانوس‌ها، منتشر شوند و دامنه حرکت آنها در خاک‌های روان شده تا حد چشمگیری کاهش می‌یابد.



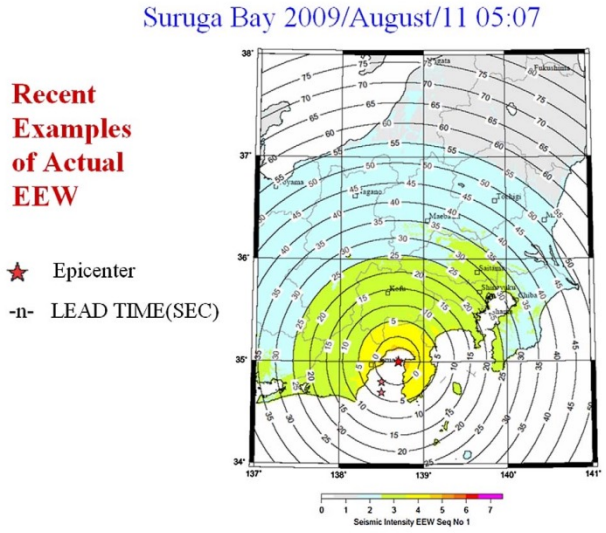
شکل ۳- یک نمونه لرزه نگاشت ثبت شده شامل امواج حجمی (P,S) و امواج سطحی

سرعت واقعی امواج زلزله P و S به چگالی و خواص کشسان سنگ‌ها و خاک‌هایی بستگی دارد که از آنها عبور میکنند. در اکثر زلزله‌ها ابتدا امواج P احساس می‌شود. اثر آنها مشابه غرش صوتی است که باعث تکان دادن و به صدا درآوردن پنجره‌ها می‌شود. امواج S چند ثانیه بعد می‌رسند و باعث تکان دادن سطح زمین هم در جهت افقی و هم در جهت قائم می‌شوند. حرکت امواج S در آسیب رساندن به سازه‌ها بسیار موثر است.

سیستم EEW ژاپن که به عنوان سیستم هشدار زودهنگام زلزله آژانس هواشناسی ژاپن (JMA) شناخته می‌شود، بر شبکه متراکم لرزه‌نگارها و الگوریتم‌های لرزه‌ای پیشرفته برای شناسایی زلزله‌ها متکی است. هدف این سیستم ارائه هشدار زود هنگام به مناطقی است که احتمالاً چند ثانیه تا ده‌ها ثانیه قبل از رسیدن امواج لرزه‌ای تحت تأثیر تکان‌های شدید قرار می‌گیرند. سیستم هشدار زودهنگام زلزله به طور خودکار کانون و بزرگی زمین لرزه را محاسبه کرده و با تشخیص موج P یا لرزش اولیه در نزدیکی کانون زمین لرزه، یک هشدار زودهنگام؛ چند ثانیه یعنی چند ثانیه تا چند ده ثانیه قبل از رسیدن لرزش‌های قوی (مثل موج S یا حرکت اصلی) برای عموم ارسال می‌کند.

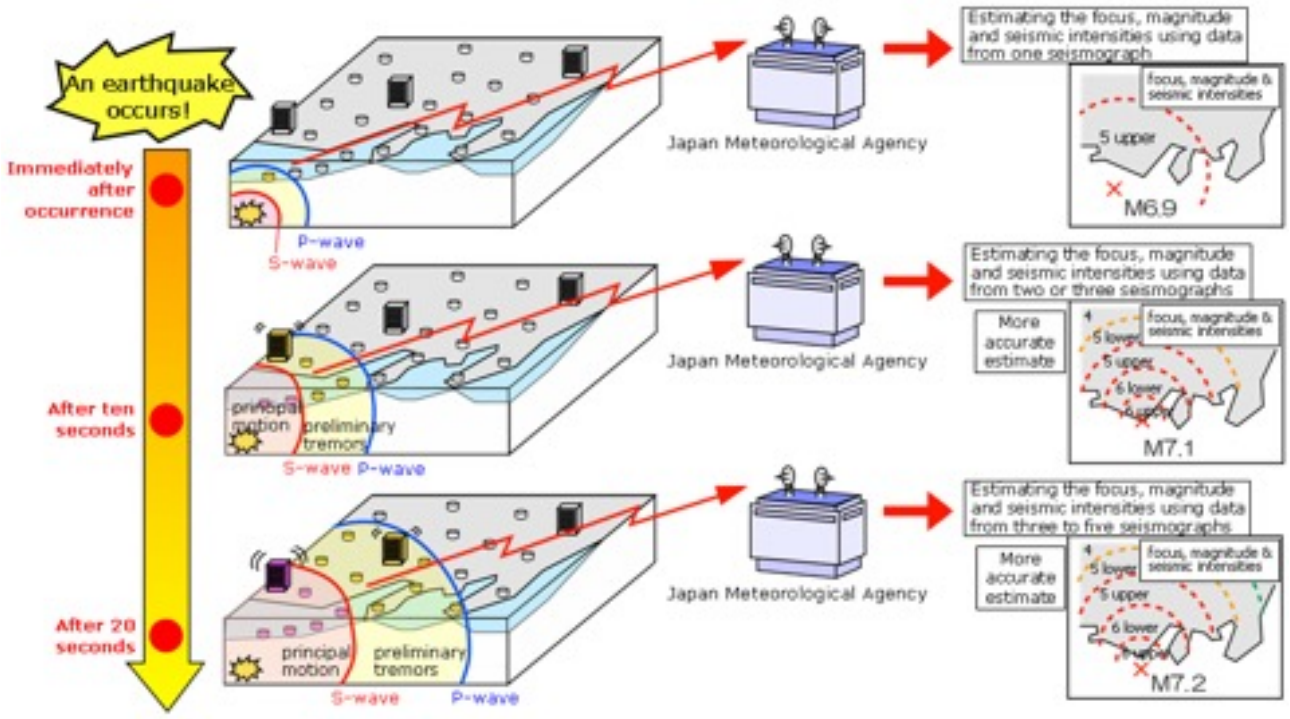


شکل ۴ - شبکه لرزه‌نگاری مورد استفاده توسط JMA و NIED



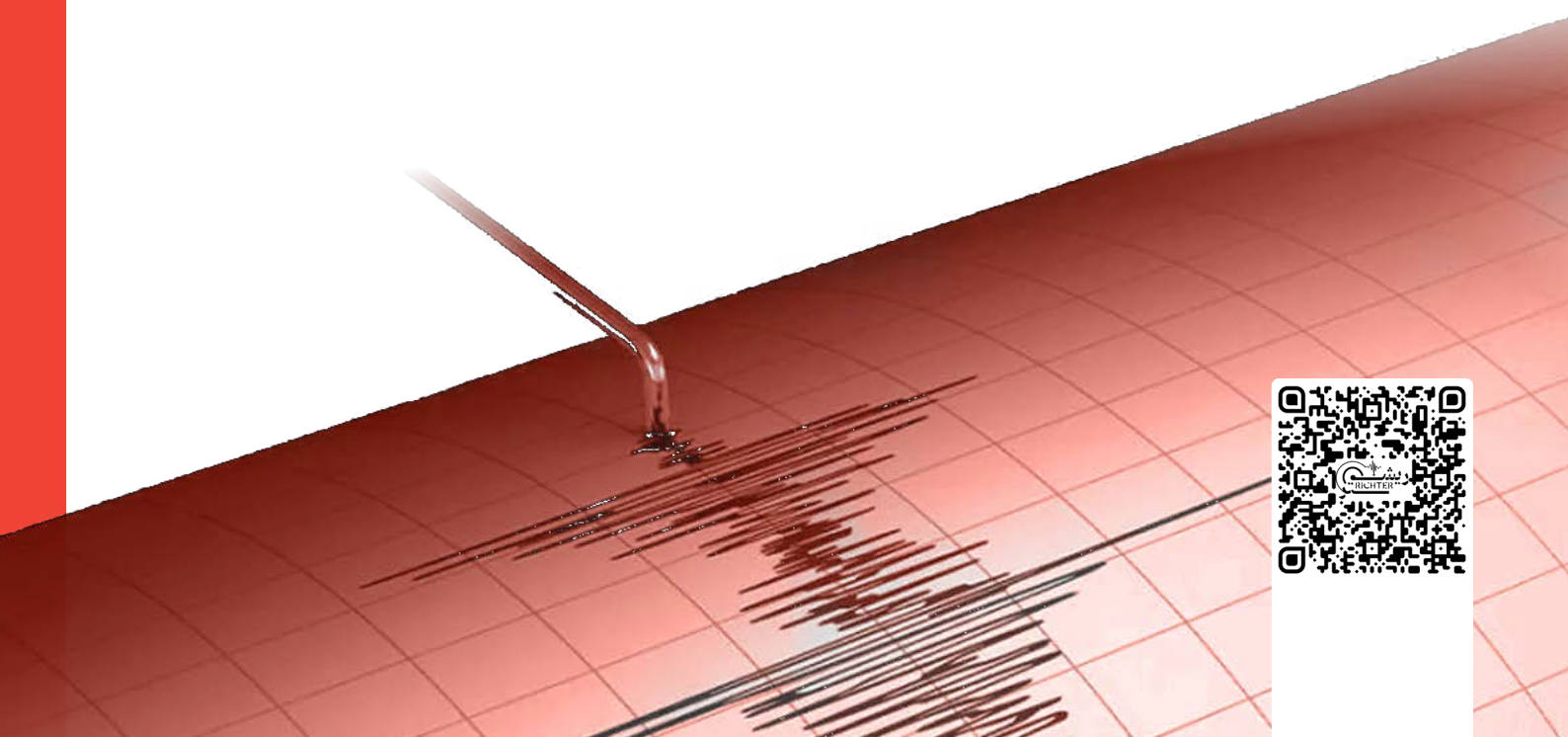
شکل ۵

شکل ۵، یک نمونه از خروجی سیستم EEW را برای زلزله سال ۲۰۰۹، با بزرگای گشتاوری ۶,۲ در منطقه Tokai نشان می‌دهد. دوایر ترسیم شده و اعداد ثبت شده روی آنها نشان دهنده زمان رسیدن امواج اصلی زمین لرزه برای نواحی مختلف بوده و همان طور که مشخص است زمان رسیدن امواج لرزه اصلی و در نتیجه زمان واکنش و انجام اقدامات ضروری برای نواحی مختلف، متفاوت است. به نحوی که نواحی دورتر، زمان بیشتری برای واکنش و انجام اقدامات برنامه ریزی شده برای مواقع بحران داشته‌اند.



شکل ۶- سازوکار کلی سیستم EEW ژاپن

سیستم EEW ژاپن با وجود موفقیت‌های عمده، با چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی مواجه است. یکی از چالش‌های مهم، ناتوانی در ارائه هشدارهای به موقع برای زلزله‌هایی است که کانون‌های آن بسیار نزدیک به مناطق پرجمعیت واقع شده‌اند، که زمان واکنش به موقع برای انجام اقدامات حیاتی را بسیار محدود می‌کند. علاوه بر این، هشدارهای نادرست و زمین لرزه‌هایی که تشخیص داده نمی‌شوند هم چنان از چالش‌های پیش روی این سیستم می‌باشد که امید است در آینده نزدیک با توسعه روز افزون تکنولوژی و بهره‌گیری از روش‌ها و محاسبات مبتنی بر هوش مصنوعی، کارایی و اعتمادپذیری این سیستم افزایش پیدا کند.




beyond the borders
ACESS POINT
SHARED NODE
ACESS POINT


KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI)
ARRESTS BY ANTI CORRUPTION BRANCH
INTELLIGENCE/CORRUPTION REPORTS RECEIVED
SUBMISSION OF FILES TO DPP/CP
COURT RESULT
Earthquake Research Institute (ERI), The University of Tokyo
Earthquake Research Institute (ERA), The University of Tokyo
Smart Building engineering

(iSeisBayes) H29-H35:

In Japan, more than 1,000 seismic stations have been continuously acquiring high-resolution digital seismic data. A large amount of instrumentally measured vibration data, which can be so-called big-data, will be available in near future. The data consist of both the conventional high-quality seismic data by well-calibrated seismometers and many kinds of new vibration data measured by accelerometers based on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), which are installed in such as infrastructures, lifelines and smartphones. The aim of this project is to develop, collaborating with the forefront of Bayesian statistics, a set of algorithms that enable us to comprehensively analyze the seismic data obtained by sensors of various types, which eventually contributes to prevention/mitigation of seismic disasters and clarification of earthquake phenomena.

5) The Collaborative Research Organization for Historical Materials on Earthquakes and Volcanoes H29-H36:

The Collaborative Research Organization for Historical Materials on Earthquakes and Volcanoes has been established as a collaboration between the Earthquake Research Institute and the Historiographical Institute at the University of Tokyo. In this interdisciplinary organization, historians and seismologists work together to develop a scientific database that can provide long-term information about seismic and volcanic activities in Japan by compiling and analyzing historical materials. This historical data is essential for long-term forecasts of future seismic and volcanic hazards.

6) Science of Slow Earthquakes H28-H32:

Our research will shed light on the mystery of “slow earthquakes”, which have been detected in succession in recent years. This will require an approach integrating the conventional fields of geophysics, seismology, and geodesy with materials science and non-equilibrium statistical physics, among others. By explaining the mechanisms, environmental conditions and principles of slow earthquakes, our goal is to accelerate a unified understanding of all earthquake events, from low-speed deformation to high-speed slip, and at the same time, to rebuild the way research is conducted on earthquakes.

Publications

1) Earthquake Research Institute
2) News Letter Plus English edition
3) Newsletter (Monthly issue)
4) Bulletin of the ERI (Quarterly issue)
5) Annual Report (Japanese Only)
6) Technical Report (Annual issue)
7) Handbook of ERI (Biennial issue)

Database

1) ERI Strong Motion Observation Database

2) Japan University Network Earthquake Catalog (JUNEC):

The hypocenter data catalog. Data are available by anonymous FTP: ftp.eri.u-tokyo.ac.jp

3) OHP Broadband Seismic Data Distribution System:

The broadband seismic data of Japan and IRIS are available.

4) OHP Broadband Seismic Data Distribution System:

The broadband seismic data of Japan and IRIS are available.

5) J-array Seismogram Data sets:

The data providing system using a satellite for the data of seismic wave of worldwide large earthquake that are collected in the Japanese Islands regarded as large observation array.

6) J-array Seismogram Data sets:

The database site of seismology, geomagnetism and geodesy (GPS and gravity) data that were obtained by OHP project.

under the POSEIDON Project, and experiments on volcanic structure and magma supply system, have been planned and conducted as joint researches among the universities and institutes in Japan.

To promote these projects further, ERI was re-organized in 1994 as a shared institute of the University. The reorganized ERI consisted of four divisions, five centers, and two observatories providing positions for visiting professors, and formulating the system for cooperative studies.

In April 1997, the Ocean Hemisphere Research Center was established to develop and operate a global multidisciplinary network in the Pacific hemisphere consisting of seismic, geoelectromagnetic, and geodetic observations.

With the completion of the new base-isolated building (Building 1) in 2006, followed by the anti-seismic reinforcement of the old building (Building 2), ERI's capacity to respond to large earthquakes in Tokyo has increased

In 2009, the Coordination Center for Prediction Research of Earthquakes and Volcanic Eruptions was established to promote collaboration of researches of earthquake predictions and volcanic eruptions.

In 2010, ERI was re-organized as a joint usage/research center of Japanese universities for earthquake and volcano researches with four research divisions and seven centers including the Center for High Energy Geophysics Research. The new organization will enable ERI to provide flexible frame-work for diverse and multi-disciplinary observational solid earth sciences.

In 2012, Research Center for Large-Scale Earthquake, Tsunami and Disaster was established in order to construct the theory and develop the method of advanced numerical analysis for conducting the research on forecasting large-scale earthquake and tsunami.

In 2014, ERI has started to join hands with the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, which is the Joint Usage/Research Center for integrated disaster science concerning natural disasters.

PRESENT PROJECTS

In ERI, there are several externally funded project such as researches supported by the Grants-in-Aid for Scientific Research. Below are the list of the running projects.

1) Synergy effect Through Human and Artificial Intelligence Towards New Era in Seismology

SYNTHA-Seis explores a new horizon to accelerate data analysis methods and modeling techniques related to earthquakes/tremors, and contributes to earthquake disaster prevention/mitigation by integrating human intelligence that has been brewed over a long history of seismology and state-of-the-art artificial intelligence. This project is supported by many information scientists and seismologists in the universities and research institutes in Japan including Earthquake Research Institute, The University of Tokyo. This project also contributes to generation and spreading of an interdisciplinary field of information science and seismology, and education of young researchers in the relevant area.

2) Integrated Research Project on Seismic and Tsunami Hazards Around the Sea of Japan:

To estimate quantitatively Tsunami and seismic hazards along the coastal area of the Sea of Japan, a new research project funded by MEXT, "Integrated Research Project on Seismic and Tsunami Hazards Around the Sea of Japan" has begun since FY 2013. This science oriented research project includes onshore-offshore deep seismic reflection profilings to obtain geometries and distributions of seismic source faults, long-term offshore seismic observation by use of ocean bottom seismometers to reveal lithospheric structure of the Sea of Japan, and reevaluations of focal mechanisms of the past large earthquakes and historical documents.

3) MUOGRAPHIX:

Established to accelerate research innovation in Japan and the EU, MUOGRAPHIX is committed to generating and disseminating our expertise with muography worldwide. Towards this end, MUOGRAPHIX is dedicated to expanding the capabilities of muography by utilizing our interdepartmental university community, industry and international partner resources.

4) Intelligent Seismic Data Processing Based on Integration of Next-Generation Seismic Observations and the Forefront of Bayesian Statistics



Faraz Rasekhi
Master student of civil structural engineering

Earthquake Research Institute (ERI), The University of Tokyo

Greeting from the Director

The Earthquake Research Institute (ERI) was established in 1925 to promote scientific research on earthquakes and volcanic eruptions and develop methods for mitigating associated disasters. Our research targets not only include the forecasting of earthquakes and volcanic eruptions and the search for disaster mitigation measures, but also the understanding of the structure and dynamics of the Earth's interior that cause these phenomena. In addition, ERI conducts comprehensive research on historical earthquakes in collaboration with the Historiographical Institute and on disaster information with the Center for Integrated Disaster Information Research, Interfaculty Initiative in Information Studies. Furthermore, many faculty members participate in joint research organizations at the University of Tokyo to explore new research fields through academic fusion.

ERI, as a Joint Usage/Research Center of Japanese universities on earthquake and volcano sciences, provides facilities, equipment, data, and other resources to the research community. ERI also regularly invites applications for joint research projects nationwide and accepts visiting researchers from Japan and abroad. Based on the proposition of the Council for Science and Technology, ERI plays a central role in planning and promoting "Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program" along with universities and national research institutes across Japan. To promote public participation and emphasize the importance of societal contribution in research results, ERI invite applications for joint research projects in collaboration with Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, a center for comprehensive research on natural disaster prevention.

Though it has been more than a decade since the Great East Japan Earthquake of 2011, its effects of seismic activity and crustal deformations continue to be noted around Japan. There are also concerns regarding subsequent huge earthquakes in the Japan Trench, Kuril Islands Trench, Nankai Trough in the near future. The 2021 Ogasawara submarine volcanic eruption ejected large amounts of pumice, and the Tonga volcanic eruption generated a meteorological tsunami along the coast of Japan 8,000 km away due to the atmospheric (Lamb) wave.

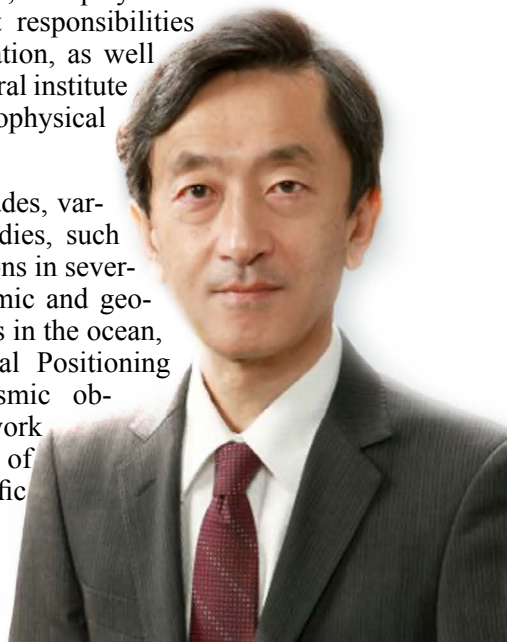
To address these global-scale issues of earthquake and volcano disaster mitigation, in the coming years, ERI intends to develop advanced observation systems, establish a large-scale observational data distribution and archiving system, and accelerate leading-edge data science research that integrates information science, computer science, and geophysics. ERI also aims to lead advanced international collaborative research and establish an environment that brings together diverse human resources, allowing them to fully demonstrate their abilities. In addition, ERI intended to focus on public relation activities to increase societal involvement in research results, while working with Graduate Schools of The University of Tokyo to develop highly skilled human resources for the future.

HISTORY OF ERI

Established on November 13th 1925, the Earthquake Research Institute (ERI), took over the research project which had been run by the government at the time. For over thirty years, the research activities had contributed to the development of the seismology in Japan. In June 1928, it officially became an institute of Tokyo Imperial University.

After World War II, the institute was re-established as one of the research institutes of the University of Tokyo. Following the nation- wide cooperative Earthquake Prediction Program that started in 1965 and the Volcanic Eruption Prediction Program in 1974, ERI played a core role in bearing the heaviest responsibilities for their implementation, as well as serving as the central institute for fundamental geophysical researches in Japan.

In the last few decades, various cooperative studies, such as seismic observations in several inland areas, seismic and geophysical observations in the ocean, application of Global Positioning System (GPS), seismic observations by a network covering the whole of the western Pacific



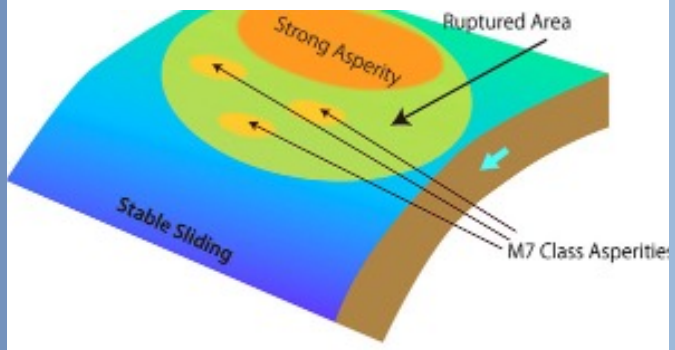
ence (ceseri)

By development of new computational science methods and application to earth science, we conduct earthquake, tsunami, and disaster research using supercomputer systems.

SCIENCE MANAGEMENT CENTERS

Coordination Center for Prediction Research of Earthquakes and Volcanic Eruptions

This center is responsible for coordination and planning of national and international research projects on predictions of earthquakes and volcanic eruptions.



Center for Geophysical Observation and Instrumentation

This center is responsible for maintenance, management utilization and support for observational, technical and analytical facilities and analytical instruments belonging to ERI. This center also engages in intensive researches based on geophysical observations on land and sea, developing new observational techniques and instrumentation.

Earthquake and Volcano Information Center

This center is responsible for collecting, organizing, and sharing seismic and volcanic data, and works on forming and operating nationwide information and distribution basis.

MISSION

The primary mission of the Earthquake Research Institute (ERI) is to promote advanced research of the solid earth in order to pioneer a way to better understand earthquakes and volcanic activities.

These understandings will promote systematic research for predicting earthquakes and volcanic eruptions, basic research that leads to a mitigation of earthquake and volcanic disasters, and advanced, multifaceted research of geodynamics that cause earthquake and volcanic phenomena.

PRIMARY FUNCTIONS

ERI mainly plays three significant roles at the University of Tokyo. First, ERI contributes to advancing the level of research at the University of Tokyo by promoting research of earthquake and volcanic phenomena on a global scale. While focusing on earthquake and volcanic activities, ERI also deals with different aspects of academic research. Second, ERI plays a key role in the high quality level of graduates by promoting field research and hands- on research done on-site. Professors of the Department of Earth and Planetary Science who teach seismology and volcanology also belong to ERI. Third, ERI contributes to society by supplying research results that will help to mitigate natural disasters such as earthquakes and volcanic eruptions.

Division of Earth and Planetary Materials Science

This division engages in research based on information about chemical and physical properties of materials to understand the processes that take place in the Earth and planetary interiors.

Division of Disaster Mitigation Science

This division engages in the investigation and prediction of strong ground motions and tsunamis caused by earthquakes. It also carries out basic studies aimed at mitigating disasters from such phenomena.

Research Centers

Earthquake Prediction Research Center

This center carries out research projects for comprehensive understandings of earthquake phenomena and improvement of forecasting future earthquakes.

Volcano Research Center

This center carries out studies on various phenomena to elucidate its elementary processes and fundamental principles, aimed to form the basis for volcanic eruption predictions.

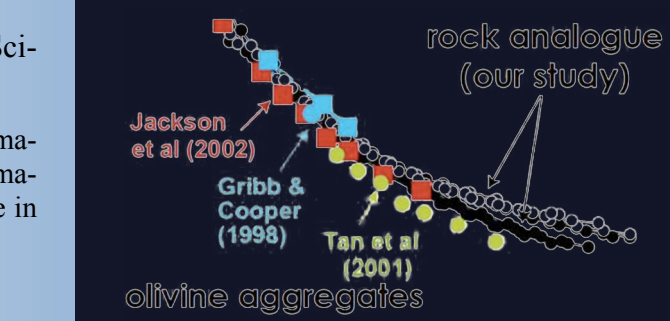
Ocean Hemisphere Research Center

This center studies the ocean hemisphere, which is an observational blind zone, by deploying unique instruments developed in-home. The goal of such observational studies is to elucidate the movements of the mantle and the core, which are the origins of various geological phenomena such as earthquakes and volcanic eruptions, and its driving forces.

Center for High Energy Geophysics Research

This center dedicates efforts to cosmic ray imaging of volcanoes, faults and global earth with high-energy particles such as muons and neutrinos.

Research Center for Computational Earth Sci-





Earthquake Research Institute (ERA), The University of Tokyo



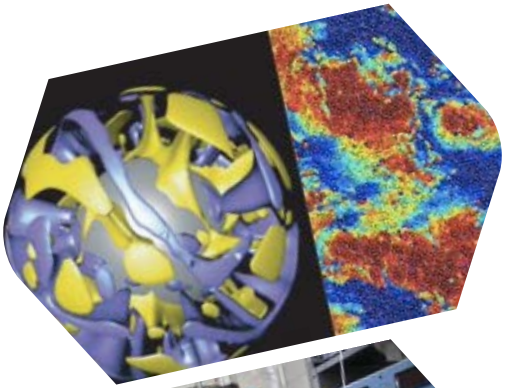
Reza Ghaffarzadeh
Master of civil structural engineering

About ERI

ERI employs about 80 top-notch academics (professors, associate professors and research associates) drawn from diverse fields, ranging from seismology to volcanology, geophysics, geochemistry, geology, geodesy, applied mathematics, information science, civil engineering and seismic engineering. Together with a support staff of 50, 30 visiting researchers and 70 graduate students, we work on advanced researches, technique development, field observations, experiments, theoretical studies, analyses and computer simulations. We promote comprehensive research and education in order to achieve two goals: 1) Scientifically unraveling the various phenomena within the earth and seismic / volcanic activities on our planet, 2) Mitigation of disasters from such phenomena.

OVERVIEW OF ERI

The ERI is composed of 4 divisions, 8 centers, and other supporting offices and sections.





4 DIVISIONS

Division of Theoretical Geoscience

This division engages in theoretical modeling researches based on basic principles of mathematics, physics, chemistry and geology to understand phenomena related to seismic and volcanic activities.

Division of Monitoring Geoscience

This division engages in research through measurements and analyses of various physical quantities to understand seismic, volcanic and other activities of the Earth's interior.





Constructing Smart Cities: Integrating IoT and Connectivity

Sustainable Challenges in the Cement Industry

Smart materials with super elasticity can be employed as reinforcement elements to rehabilitate concrete cracking. Embedded fiber optics and intelligent materials can be used in critical infrastructure such as bridges and offshore oil rigs to monitor problem areas and ensure structural integrity is maintained.

Smart bridges can be constructed using these innovative materials, which require less maintenance as they can avoid the worst effects of vibration and environmental stresses such as wind or seismic events. In these structures, responses can be better monitored and evaluated.

Key Challenges

Whilst this is an exciting area of innovation within the construction industry, there are still many challenges in the road ahead before the widespread utilization of smart materials can be fully realized.

Several barriers exist in terms of construction cost, government policies, maintenance, time for approval, systems optimization, lack of consensus, and unwillingness on behalf of key players in the industry to fully embrace the potential of smart materials.

In recent years, several studies have been conducted into what defines a smart building, exposing a lack of consensus on what this definition should be. There is a lack of commonly accepted, specific criteria that impact the scope of intelligent buildings.

Related to this, according to studies by Ghansah and Yang, the use of new materials, technologies, and methods increases the complexity of intelligent building projects.

This consequently leads to higher costs and a greater demand for training. Moreover, designs may need to be changed due to the unique specificities and characteristics of smart buildings. This also includes unforeseen circumstances that may arise during project design.

There is also a relationship between user expectations and building element design. These expectations, such as comfort, safety, well-being, and environmental concerns and benefits, need to be managed during project design. Additionally, the owner needs, such as ROI and cost minimization, must be considered.

The cost of smart building projects can be significantly more than conventional buildings due to multiple factors, although once installed, smart systems and materials provide a potential long-term cost saving. These costs must be balanced to ensure optimal cost-effectiveness.

Research from 2022 has found that the main barrier to the use of smart materials and the construction of intelligent buildings is government policy. The regulatory system, due to its inherent bureaucracy, is not known for fostering innovation and competitiveness and can sometimes move at a relative snail's pace.

Tied to the concept of smart building is the smart city, which brings together numerous Industry 4.0 technologies and new ways of thinking about what constitutes an efficient urban area that improves the lives of its inhabitants.

In order to fully realize the smart city concept, government policies must concentrate on the ever-changing landscape of smart infrastructure management, which has so far been lacking in some key respects. Smart buildings have largely been constructed without the needed smart infrastructure, limiting the area's potential.

Add to this the resistance to changing traditional working practices in the construction industry, which is not known for widespread fostering of innovation, and it can be seen that there are many key structural challenges that must be overcome if smart materials are to find worldwide adoption in construction.

Toward the Future of Smart Materials in Construction

Smart materials and systems can help build stronger structures with enhanced durability, providing real-time monitoring of mechanical strain, environmental changes, and inhabitant comfort and safety. The importance of these benefits for both individual buildings and the wider smart city concept cannot be overstated.

Whilst several roadblocks persist, the application of these advanced and innovative materials in the construction industry holds huge potential for the future of urban design and infrastructure projects.

As society evolves to deal with key issues such as population growth, rapid urbanization, climate change, and changing consumer expectations, so must the construction industry. Smart materials, if properly developed and deployed, can help to satisfy these demands on a global scale.

and renovation projects.

Because the construction industry is moving swiftly in the direction of green building, net zero and sustainable construction, Florida Tech incorporates these methods in classroom instruction, team projects and hands-on internships. As a result, Florida Tech's bachelor's degree in construction management incorporates smart building construction skills in all program classes. This gives graduates the competitive skills they need to be well prepared for the realities of professional practice and to become leaders in the field of construction management.

What are Smart Materials?

Smart materials are innovative materials that have emerged in recent years, providing benefits for multiple industries over their traditional counterparts. Other names for smart materials include intelligent materials, adaptive materials, and active materials.

The main difference between smart materials and the more conventional materials used in areas such as construction for centuries is their ability to respond to environmental changes and inputs. Inputs can include mechanical strain, changes in magnetic or electrical fields, temperatures, pH, light, and moisture.

Smart materials are classified by the type of input they respond to and their output. These include shape memory alloys, magnetostrictive materials, piezoelectric materials, electrorheological fluids, and electrochromic materials. Many have been developed in recent decades.

Applications in Construction

Due to key challenges in the ever-evolving construction industry of the 21st century, interest in smart materials has grown over the past decade. Currently, there are several innovative research areas producing new materials which could fundamentally change how buildings are constructed in the near future.

Smart concrete is a composite of concrete and carbon fibers that can detect minute structural flaws and possesses enhanced strength compared to traditional concrete. This material's conductivity can change under loading and unloading processes, enhancing its conductivity.

Smart concrete has been explored for electromagnetic shielding and applications in roads, where it can be used as a smart traffic sensor to monitor vehicle flow and amount on pavements. Additionally, smart concrete can be utilized in infrastructure such as highways to melt snow by passing an electrical current through it.

Smart materials have found application in areas such as building health monitoring, vibration control, safety, and noise mitigation. They are used to transform efficiency and comfort for inhabitants and assets. Embedded fiber optics have been explored for their use in marine and rail transport for strain monitoring.

Related Stories

Enhancing Energy Efficiency in Buildings and Infrastructure Through Smart Design



energy it consumes, resulting in high utility bills, increased maintenance, and equipment failures. Smart building construction technologies offer the advantage of improved control of these key systems with reduced manpower. In addition, the data generated by these new systems allows owners to monitor key systems in real time to avoid unexpected failures, while at the same time manage the actual cost of occupancy. In many areas, owners also integrate these systems into existing structures, increasing the demand for professionals with knowledge of these technologies and smart building construction.

The following is a short summary of how some of technologies in smart building construction can improve performance:



- Sensors placed throughout a structure can monitor operational factors such as the amount of sunlight being absorbed by the structure, the location of human traffic, temperature and humidity variations, etc., thereby enabling owners to optimize lighting and air conditioning systems in areas that are being most used.

- Air conditioning and heating systems with variable speed motors and multiple heating and cooling stages can run at reduced power settings in response to data transmitted by sensors.

- Sensors can monitor factors such as the status of filters, electrical loads, or carbon dioxide levels to optimize comfort, safety and health factors for occupants.

- Programmable thermostats can regulate energy use 24/7/365 and even learn and predict optimum air-conditioning and heating levels for businesses or home inhabitants. Many are monitored and controlled via smart phone apps.

With smart building construction technologies in place, owners can realize up to 30% savings in utilities per month, while reducing the adverse environmental impact of older legacy systems. As the world becomes increasingly digital the marketplace for construction demands experts who understand how to properly combine these technologies to create optimal building solutions.

In addition, numerous studies and surveys have demonstrated that consumers now expect smart features to be utilized in the construction of homes and businesses, just as they are in modern automobiles. Many developers and property owners are finding that implementing smart building construction strategies improves their image and social responsibility profile. Needless to say, all of these factors have increased the need for construction professionals who are skilled in recommending and installing these features in new construction



Ali Zardkoohi
Master student of civil-earthquake engineering

Smart Building engineering

Smart Building Construction

Plan Construction Projects with Cutting-Edge Energy Management

Smart building construction uses advanced technology to increase efficiency, performance and comfort. While adding technology to a building does increase the initial cost, it has the benefit of reducing operating costs over time. In addition, automation systems add performance features that increase the functionality of the building.

With the ever-increasing rise in the cost of energy resources, and concerns about emissions and environmental issues, smart technology has become a very important component of construction methodologies. At the same time, the cost of technology features has been reduced, making them ever more affordable. When properly applied, technology features typically pay for themselves within a few years by delivering energy savings, performance increases and related efficiencies.

The Internet and advances in computer technology, such as remote systems control, has also made smart building construction more attractive and feasible for commercial property owners and homeowners alike. Given this rise in technology, construction managers must be better educated in smart building methodologies to meet client demands, new regulations and energy conservation goals.

Smart buildings have an electronic "command center" that controls the lighting, heating, ventilation and air conditioning systems. These technologies are called building automation systems (BAS). According to Energy Star, the average commercial building wastes 30 percent of the




KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI)
ARRESTS BY ANTI CORRUPTION BRANCH
INTELLIGENCE/CORRUPTION REPORTS RECEIVED
SUBMISSION OF FILES TO DPP/CP
COURT RESULT
beyond the borders



contents

beyond the borders

Smart Building engineering 83

Earthquake Research Institute (ERA), The University of Tokyo 79

Earthquake Research Institute (ERI), The University of Tokyo 76

Identity certificate

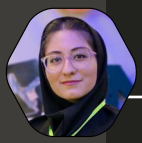
Richter - Publication of the Scientific - Student Association of Earthquake Science and Engineering
third and fourth issue | winter and spring 2024
Franchise owner of the publication
Scientific-Student Association of Earthquake Science and Engineering
License Number: ۱۰۹/۹ ک.ن.ت

Advisor : Dr. Saman Bagheri


Managing Editor
r.hoseini1107@gmail.com
Seyyed Reza Hoseini


Editors in chief
Mobinahodaei963@gmail.com
Mobina Hodaei


Executive manager
sama.banaazar@gmail.com
Sama Banaazarpanah


Editorial manager
sanamokhtarian1381@gmail.com
Sana Mokhtarian

Graphic Designer: Sama Banaazarpanah

Scientific and Text editor: Seyyed Reza Hoseini, Sana Mokhtarian

Photographers: Kian Galvani

Editorial board: Seyyed Reza Hoseini, Aysan Alizad Banaei, Ehsan Najafi

Authors/ Compilers: Masoomeh Arobli, Abolfazl Esmaeili, Ehsan Bokaei, Amin Hoseinchi, Seyyed Reza Hoseini, Mohammad Hoseini, Neda Dastan, Faraz Rasekhi, Ali Zardkouhi, Reza Ghaffarzadeh, Saeed Gholivand, Kian Galvani, Ali Mohammadiyan, Sana Mokhtarian, Ata Nemati Mohammad Esmaeil Nori

thanks to: Dr. Taheri, Dr. Veladi, Dr. Akhlaghi, Dr. Katebi, Mr. Feyzi

IN THE NAME OF GOD

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا ﴿١﴾

When the earth is shaken to her [utmost] convulsion



ریشتر
RICHTER

Scientific Association of Earthquake Science and Engineering
انجمن علمی دانشجویی علوم و مهندسی زلزله
دانشگاه تبریز
تاسیس ۱۴۰۱

دانشگاه تبریز

Quarterly magazine 3

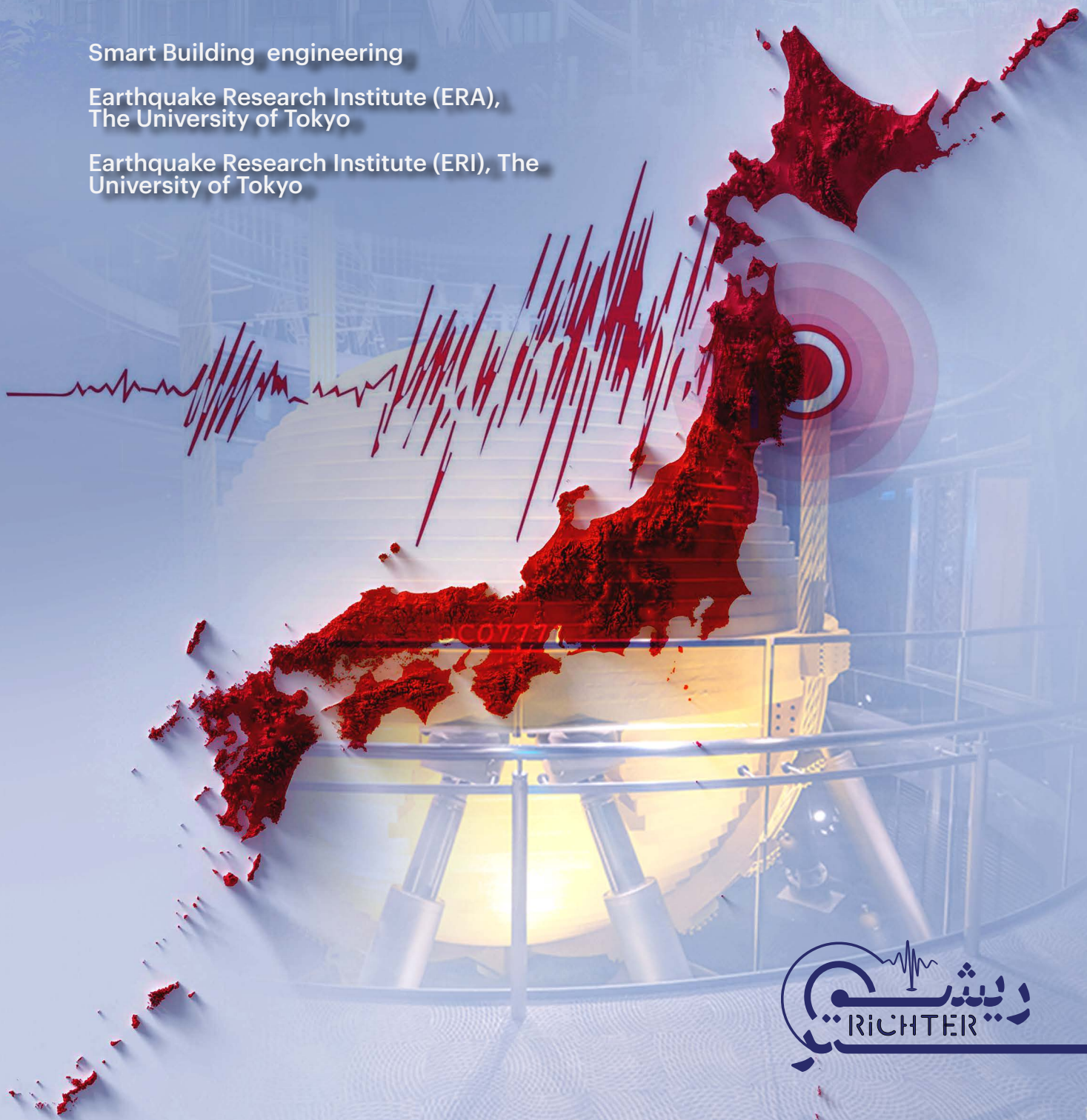
RICHTER

Scientific association of earthquake science and engineering - university of Tabriz - third and fourth issue - spring and winter 2024

Smart Building engineering

Earthquake Research Institute (ERA), The University of Tokyo

Earthquake Research Institute (ERI), The University of Tokyo



ریشتر
RICHTER