

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ب..... کنترل غیر فعال ارتعاشات

کنترل غیرفعال ارتعاشات

تألیف

دکتر سیدمهدی زهرائی

دانشیار دانشکده عمران دانشگاه تهران



انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۳۱۴۸

شماره مسلسل ۶۶۳۵

زهرائی، مهدی. کنترل غیرفعال ارتعاشات / تألیف مهدی زهرائی. تهران: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات، ۱۳۸۹. د، ۳۹۶ ص.: (انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره ۳۱۴۸).		
ISBN 978-964-03-6131-3		
فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا. واژه نامه. کتابنامه: ص. ۳۹۱ - ۳۹۶. سازه - - دینامیک. زلزله - - مهندسی. ساختمان ها - - اثر زلزله. دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات.		
۱۳۸۹	۶۲۴/۱۷۲	TA ۶۵۴ / ز ۹۴
۲۱۲۷۶۴۰		شماره کتابشناسی ملی

عنوان: کنترل غیرفعال ارتعاشات

تألیف: دکتر سیدمهدی زهرائی

ویراستار: فرشاد رضوان

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۳-۶۱۳۱-۳

ISBN 978-964-03-6131-3

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۷۵۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - سایت: www.press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۰۱۲۰۷۸

فهرست

فصل ۱- مقدمه.....	۱
۱-۱ انگیزه برای کنترل حرکت سازه.....	۱
۲-۱ مسائل مقاومت در مقابل مسائل حرکت در سازه‌های ساختمانی.....	۴
۳-۱ طراحی یک سیستم یک درجه آزادی برای بارگذاری دینامیکی.....	۱۱
۴-۱ طراحی سیستم یک درجه آزادی برای تحریک تکیه‌گاهی.....	۲۳
۵-۱ توزیع سختی برای یک سیستم دو درجه آزادی.....	۲۷
۶-۱ روش‌های مختلف کنترل در طراحی بر اساس حرکت.....	۳۰
۷-۱ مباحث کتاب.....	۳۹
مسائل فصل اول.....	۴۲
فصل ۲- توزیع بهینه سختی.....	۴۵
۱-۲ مقدمه.....	۴۵
۲-۲ روابط حاکم در خمش عرضی تیرهای صفحه‌ای.....	۴۶
۳-۲ توزیع سختی برای یک تیر طره‌ای پیوسته تحت بارگذاری استاتیکی.....	۶۱
۴-۲ توزیع سختی در یک تیر برشی طره‌ای گسسته تحت بارگذاری استاتیکی.....	۶۶
۵-۲ توزیع سختی خرپا تحت بارگذاری استاتیکی.....	۶۸
۶-۲ توزیع سختی در یک تیر طره‌ای در بارگذاری دینامیکی.....	۸۱
۷-۲ توزیع سختی یک تیر برشی گسسته در بارگذاری دینامیکی.....	۸۶
۸-۲ تنظیم سختی.....	۸۷
۹-۲ مثال‌هایی از توزیع سختی در ساختمان‌ها.....	۱۱۵
۱۰-۲ اصلاح سختی برای تحریک لرزه‌ای.....	۱۲۳
مسائل فصل دوم.....	۱۳۳

ح.....	کنترل غیر فعال ارتعاشات
فصل ۳- توزیع بهینه میرایی غیرفعال.....	۱۴۷
۱-۳ مقدمه.....	۱۴۷
۲-۳ میرایی ویسکوز، اصطکاکی و هیستریزس.....	۱۵۱
۳-۳ میرایی ماده ویسکوالاستیک.....	۱۶۰
۴-۳ میرایی ویسکوز معادل.....	۱۶۵
۵-۳ پارامترهای میرایی در تیر برشی گسسته.....	۱۷۴
۶-۳ پارامترهای میرایی در سیستم تیر-خرپا.....	۱۸۹
۷-۳ توزیع میرایی در سیستم‌های چند درجه آزادی.....	۱۹۳
مسائل فصل سوم.....	۲۲۰
فصل ۴- سیستم‌های میراگرهای جرمی تنظیم شده.....	۲۳۷
۱-۴ مقدمه.....	۲۳۷
۲-۴ یک مثال مقدماتی.....	۲۳۸
۳-۴ مثال‌هایی از سیستم‌های میراگرهای جرمی تنظیم شده موجود.....	۲۴۲
۴-۴ تئوری میراگر جرمی تنظیم شده در سیستم‌های یک درجه آزادی.....	۲۵۴
۵-۴ مطالعات موردی در سیستم‌های یک درجه آزادی.....	۲۷۷
۶-۴ تئوری میراگر جرمی تنظیم شده در سیستم‌های چند درجه آزادی.....	۲۸۴
۷-۴ مطالعات موردی در سیستم‌های چند درجه آزادی.....	۲۹۷
مسائل فصل چهارم.....	۳۰۶
فصل ۵- سیستم‌های جداسازی پی.....	۳۱۳
۱-۵ مقدمه.....	۳۱۳
۲-۵ جداسازی سیستم‌های یک درجه آزادی.....	۳۱۴
۳-۵ مسائل طراحی در سیستم‌های جداساز سازه‌ای.....	۳۳۰
۴-۵ مثال‌هایی از سیستم‌های جدا شده در پایه موجود.....	۳۳۹
۵-۵ توزیع بهینه سختی تیر برشی گسسته.....	۳۴۶
۶-۵ توزیع بهینه سختی در تیر طره‌ای پیوسته.....	۳۵۴

خ	فهرست
۳۶۴	۷-۵ مثال‌های طراحی ساختمان
۳۷۸	مسائل فصل پنجم
۳۸۷	مراجع

پیشگفتار

امروزه پیشرفت و توسعه علم و فن آوری، تلاش برای همزیستی مسالمت‌آمیز جوامع انسانی با پدیده‌های طبیعی مانند زلزله و طوفان که آثار تخریبی آنها حیات بشری را تهدید می‌کند، موفقیت‌آمیزتر از گذشته نموده است. پهنه لرزه‌خیز کشور ایران نیز در گوشه و کنار خود، وقوع زلزله‌های مکرر را در تاریخ هزاران ساله‌اش ثبت کرده است و در کنار تمدن‌ها و آبادی‌های سر در خاک فرو برده‌اش، حیات دوباره‌ای از رویش و آبادانی‌های مجدد به وجود آمده است. این نشیب و فراز با پدید آمدن رشد چشمگیر در دانش زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، در روند یکنواخت کنترل و پیشگیری هدایت شده است.

با توجه به لرزه‌خیز بودن اکثر نواحی کشور و پیدایش روش‌های نوین کنترل ارتعاشات سازه‌ها در دنیا، لزوم آشنایی جامعه دانشگاهی و مهندسی کشور با فن آوری‌های نوین برای بهره‌مندی از مزایای متعدد آنها، ضروری به نظر می‌رسد. این کتاب در جهت اطلاع‌رسانی در این زمینه به دنبال بیش از ۱۰ سال تدریس دروس دینامیک سازه‌ها، بارگذاری، مهندسی زلزله و کنترل ارتعاشات و کنترل سازه‌ها در برابر زلزله و همچنین هدایت پروژه‌های متعدد کارشناسی ارشد و دکتری در این زمینه، و به امید ترویج کاربرد آنها در طراحی و اجرای ساختمانها در کشور تهیه شده است.

کتاب حاضر بعنوان بخش اول کنترل ارتعاشات سازه‌ها، شامل مطالب کاربردی و مثال‌های متعدد برای معرفی عملکرد انواع میراگرهای غیرفعال مطرح در دنیا به همراه روابط محاسباتی و طراحی مربوط به آنها شامل میراگرهای متناسب با تغییر مکان: اصطکاک، هیستریزیس، میراگرهای متناسب با سرعت: ویسکوز، ویسکوالاستیک، میراگر جرمی تنظیم شده و همچنین سیستم جداساز لرزه‌ای می‌باشد. بعداً در بخش تکمیلی به کنترل فعال پرداخته خواهد شد. امید است که این روش‌های نوین کنترل بتواند در کاربردهای روزمره مهندسی برای طراحی و کنترل ارتعاشات سازه‌ها و نیز بهسازی لرزه‌ای پلها و ساختمان‌های کشور، در کنار سایر روش‌های متداول مهندسی و روشهای صنعتی سازی مورد استفاده قرار گیرد تا دیگر در آینده شاهد تلفات سنگین و خسارات متعدد اقتصادی و اجتماعی ناشی از زلزله در کشور نباشیم.

پیشگفتار ذ

این کتاب همچنین می‌تواند برای دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در رشته های سازه، زلزله و سازه های هیدرولیکی مورد استفاده قرار گیرد تا ضمن آشنایی مقدماتی با انواع میراگرهای مورد استفاده در ساختمان‌ها و سیستم جداسازی لرزه‌ای، زمینه پژوهش، رشد، توسعه و بهبود این فناوری‌های نوین در کشور را نیز سبب شود. دانشجویان دکترای بخصوص آقایان ارسلان کلالی و محمدرضا حیدرزاده در تهیه مطالب این کتاب همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند که بدینوسیله از آنها تقدیر می‌شود. همچنین از آقای پروفسور منصور نیکخواه بهرامی که با مرور مطالب کتاب، نقطه نظرات مفیدی ارائه نمودند و نیز از انتشارات دانشگاه تهران بابت زحمات داوری، ویراستاری و صفحه‌چینی در چاپ کتاب سپاسگزاری می‌شود. علیرغم تلاشهای انجام شده، احتمال کاستی وجود دارد که مقتضی است خوانندگان محترم موارد مزبور را به مؤلف یا انتشارات دانشگاه تهران اطلاع دهند.

سید مهدی زهرائی

بهار ۱۳۸۹