

طراحی اتصالات فولادی و بتنی

مقاوم در برابر زلزله

بر اساس روش‌های ضرایب با مقاومت و حدی نهایی

مولفان:

دکتر محمد قاسم وتر

عضو هیأت علمی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

بهرام کردباغ

سرشناسه	: وتر، محمدقاسم، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: طراحی اتصالات فولادی و بتنی مقاوم در برابر زلزله / مولفان: محمدقاسم وتر، بهرام کردباغ
مشخصات نشر	: تهران: محمدقاسم وتر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-04-6919-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه‌نامه
موضوع	: اتصال‌ها (مهندسی)
موضوع	: سازه‌های بتنی — اتصال‌ها
موضوع	: ساختمان‌های فلزی — اتصال‌ها
موضوع	: ساختمان‌های ضد زلزله
موضوع	: تربه — مهندسی
شناسه افزوده	: کر، ع.، بهرام، ۱۳۶۹ -
رده بندی کنگره	: ۸۶۶۰ ۲۷ الف ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	: ۸۸/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۵۸۸۶۰۲

عنوان کتاب	: طراحی اتصالات فولادی و بتنی مقاوم در برابر زلزله
مؤلفان	: دکتر محمد قاسم وتر، بهرام کردباغ
ناشر	: مؤلفان
چاپ اول	: تابستان ۱۳۹۶
تیراژ	: ۲۰۰۰ جلد
حروفچینی، لیتوگرافی	: دانش
صفحه آرایی	: حلیمی
طرح جلد	: حمزه فراهانی
چاپ و صحافی	: دانش
قیمت	: ۲۵۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-04-6919-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۶۹۱۹-۱

مرکز پخش: تهران- خ شهید دکتر لواسانی (فرمانیه)- دیباجی شمالی- کوی ارغوان غربی- پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله- واحد انتشارات و کتابفروشی- تلفن: ۲۲۸۳۰۸۳۰ (داخلی ۲۰۱)- ۰۹۲۰۳۱۷۱۵۱۷

فهرست مطالب

فصل اول: مرور کلی بر طراحی لرزه‌های اتصالات فولادی

۱۰	۱. مقدمه.....
۱۰	۲. تاریخچه طرح لرزه‌ای.....
۱۱	۳. طرح لرزه‌ای.....
۱۵	شکل‌پذیری.....
۱۷	۴. شکل‌پذیری در سازه‌های فولادی.....
۱۹	۵. طراحی لرزه‌ای اتصالات قاب فولادی با مهاربند همگرا.....
۱۹	قابهای مهاربندی همگرا ویژه.....
۲۰	طراحی لرزه‌ای اتصالات قاب فولادی با مهاربند همگرا.....
۲۰	۶. طراحی لرزه‌ای اتصالات خمشی.....
۲۰	خرابی محتمل در تیرها.....
۲۱	خرابی در بال ستون.....
۲۲	خرابی در جوش.....
۲۳	خرابی در ورق برشی جان.....
۲۴	خرابی در چشمه اتصال.....
۲۴	اتصال خمشی تیر به ستون در قاب‌های خمشی ویژه.....
۳۲	طراحی لرزه‌ای مهاربند واگرا.....
۳۳	اتصالات قاب مهاربندی شده واگرای ویژه.....
۳۵	۷. مراجع فصل.....

فصل دوم: جوش و پیچ

۳۸	۱. معرفی جوشکاری ساختمانی.....
۳۸	جوشکاری با قوس الکتریکی.....
۳۸	انواع اتصال جوشی.....
۳۹	انواع جوش در کارهای ساختمانی.....
۴۰	جوش‌های گوشه.....
۴۱	جوش شیاری.....
۴۲	روش‌های جوشکاری الکتریکی.....
۴۵	۲. موارد ویژه‌ی جوشکاری برای سازه‌های مقاوم لرزه‌ای.....
۴۵	موارد مورد نیاز برای دستیابی به یک سازه‌ی جوشی مقاوم.....

۴۵	اصول کلی جوشکاری مهندسی
۴۹	۳. الزامات طراحی موجود در آیین‌نامه‌ی مبحث دهم مقررات ملی ساختمان
۴۹	مقاومت جوش
۵۰	الکترودهای سازگار با مصالح فلز پایه
۵۰	پیش‌گرمایش فولادهای ساختمانی
۵۱	۴. آزمایش‌های جوش
۵۱	آزمایش‌های غیر مخرب
۵۳	آزمایش‌های مخرب
۵۴	آزمایش‌های دیگر
۵۸	۵. اتصالات پیچ
۵۸	انواع پیچ
۵۹	اتصالات اتکایی و اصطلاحات
۷۳	۶. مراجع
	فصل سوم: طراحی لرزه‌ای اتصالات آب خمش
۷۶	۱. کلیات
۷۶	۲. رفتار قاب‌های خمشی و واکنش آن به بارهای جانبی لرزه‌ای
۸۰	۳. چشمه اتصال
۸۲	نیروهای موجود در چشمه اتصال
۸۵	۴. اتصالات قاب خمشی
۸۶	خرابی اتصالات در اثر زلزله نورث ریدج و پیامدهای آن
۸۷	راهبردهای جدید برای بهبود رفتار اتصال تیر به ستون
۹۹	راهبرد تقویت اتصال
۹۹	راهبرد تضعیف تیر
۱۰۱	۵. مبانی طراحی قاب‌های خمشی لرزه‌ای
۱۰۱	انتخاب یکی از سیستم‌های قاب‌های خمشی از قبیل ویژه، متوسط، معمولی
	انتخاب روش مناسبی برای انتقال و جابه‌جا کردن موقعیت مفصل پلاستیک به فاصله‌ای در حدود عمق
۱۰۱	تیر از بر ستون
۱۰۳	ارضای فلسفه تیر ضعیف - ستون قوی
۱۰۳	اتصال تیر به ستون
۱۰۴	۶. الزامات قاب‌های خمشی ویژه
۱۰۴	نیروی برشی مورد انتظار در جان تیر

۱۰۴	نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر
۱۰۵	اتصالات در قابهای خمشی ویژه
۱۱۰	۷. اتصالات گیردار نوین
۱۱۰	بررسی مدل آزمایشگاهی اتصال با مقطع کاهش یافته
۱۱۱	اتصال بال سوراخ دار
۱۱۳	اتصال بال آزاد
۱۱۴	اتصال با ورق پهلوی
۱۲۰	اتصال جان، کاف دار
۱۲۵	۸. مراجع

فصل چهارم: طراحی لرزه‌ای اتصالات مهاربندی

۱۳۸	۱. کلیات
۱۳۸	۲. قاب‌های مهاربندی واگرا (FEC)
۱۴۲	۳. مهاربندهای کمانش ناپذیر (EPP)
۱۴۵	۴. قاب‌های مهاربندی همگرا (CBF)
۱۴۵	کلیات
۱۴۸	اصول طراحی بادبندهای همگرا
۱۵۱	اتصالات عضو مهاربندی
۱۶۰	اتصالات قاب‌های مهاربندی همگرا
۱۶۲	ستون در قاب‌های مهاربندی همگرا
۱۶۳	تیرها در قاب‌های مهاربندی همگرا
۱۶۳	الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه
۱۶۶	استفاده از مستهلک کننده‌های انرژی در قابهای مهاربندی شده
۱۸۲	۵. مراجع

فصل پنجم: اتصالات نیمه صلب

۱۸۶	۱. کلیات
۱۸۶	۲. طبقه بندی قابهای ساختمانی و شرایط گیرداری اتصالات قابها
۱۸۷	۳. انواع اتصالات تیر به ستون
۱۸۹	اتصال نیمه صلب تیر به ستون
۱۹۷	۵. طراحی اتصالات نیمه صلب
۲۰۰	۶. اتصالات تیر به ستون توسط سپری (T-STUB)
۲۱۰	۷. اتصال تیر به ستون توسط طبقه انتهای

۲۱۷	۸ اتصال تیر به ستون توسط نبشی‌های بال و جان
۲۱۹	۹. مراجع
	فصل ششم: طراحی لرزه‌ای اتصالات بتنی
۲۲۲	۱. طراحی لرزه‌ای اتصالات بتنی
۲۲۳	۲. انتظارات از یک اتصال
۲۲۶	۳. رفتار چشمه اتصال در زمین لرزه
۲۲۶	۴. شکلپذیری قابهای بتنی مقاوم در برابر زلزله
۲۲۹	۵. عوامل مؤثر در شکلپذیری اعضای قابها
۲۳۳	۶. انواع اتصالات بتنی
۲۴۳	۷. رفتار لرزه‌ای اتصالات
۲۴۳	مکانیزمهای شکست اتصال
۲۴۶	رفتار اتصالات در زلزله متناوب ناشی از زلزله
۲۴۶	اثر $P - \Delta$ و تدرجات نیروی محوری بر عملکرد اتصالات تیر - ستون بتن مسلح
۲۴۷	۸. لزوم مقاومسازی اتصالات
۲۴۷	۹. روش‌های تقویت اتصال تیر به ستون
۲۵۳	۱۰. مروری کوتاه بر اصول طراحی اتصالات آیین‌نامه بتن ایران (آبا)
۲۵۴	نیروی برشی اتصال
۲۵۴	مقاومت برشی
۲۵۵	روش طراحی
۲۵۶	ضوابط آرماتور گذاری آیین‌نامه
۲۵۹	۱۱. دیوار برشی بتنی
۲۶۰	تیر همبند یا کوپله
۳۰۵	۱۲. مراجع
۳۰۷	علائم اختصاری

نزدیک به سه سال پیش بعد از ارائه درس طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی و بتنی در دوره تحصیلات تکمیلی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله توسط مؤلف اول کتاب، چندی از دانشجویان برتر کلاس که از دانشجویان نخبه کشوری هم می‌باشند پیشنهاد جمع آوری پژوهش‌ها و تدوین مطالب ارائه شده را در چارچوب کتاب به مؤلف اول ارائه نمودند که مورد موافقت قرار گرفت. مؤلف اول اذعان دارد که اگر انرژی لازم جهت آماده سازی کتاب در تیم تألیف نبود این کار به سرانجام نمی‌رسید، هرچند عمده زحمات به عهده دیگر مؤلفان بوده است که جا دارد تحسین و تشکر ویژه‌ای نثارشان گردد.

به خواست خداوند متعال و صرف نزدیک به سه سال تلاش تمام وقت، تألیف کتاب حاضر تحت عنوان "طراحی اتصالات فولادی و بتن مقاوم در برابر زلزله" به سرانجام رسید. امید به ارائه‌ی مطالب مفید برای استفاده‌ی مهندسين و دانشجویان، تحمل سختی در سر تألیف کتاب را هموار و شیرین نمود.

لزوم استفاده از روش طراحی بر اساس مقاومت نهایی در آئین نامه‌های اجرایی کشور و دانشگاه‌ها و همچنین نبود منابع کافی برای طراحی لرزه‌ای بر اساس مقاومت نهایی در ایران، ما را بر آن داشت تا با استفاده از تجارب تئوری و آزمایشگاهی بدست آمده در سال‌های اخیر به تدوین کتابی در این زمینه بپردازیم.

کتاب حاضر از دو بخش فولادی و بتنی تشکیل و در ۶ فصل گردآوری شده است. در ادامه، به معرفی هر فصل پرداخته شده است.

در فصل اول کتاب، ضمن بیان مقدمه‌ای از تاریخچه‌ی طرح لرزه‌ای، به معرفی پارامترهای اصلی در طراحی لرزه‌ای سازه‌های فولادی پرداخته شده است. سپس خرابی‌های رایج در اتصالات سازه‌های فولادی مورد بررسی قرار گرفته است و در انتها مقدمه‌ای از اتصال خمشی تیر به ستون در قاب‌های خمشی ویژه و اتصالات در سیستم مهاربندی ویژه ارائه شده است.

فصل دوم به معرفی پیچ و جوش اختصاص پیدا کرده است. قسمت اول مربوط به معرفی عملیات جوشکاری ساختمانی است که در آن انواع اتصالات جوشی معرفی و انواع جوش در کارهای ساختمانی به صورت کامل شرح داده شده‌اند؛ سپس انواع روش‌های جوشکاری توضیح و در ادامه‌ی بخش موارد ویژه جوشکاری برای سازه‌های مقاوم لرزه‌ای ارائه شده و در انتهای بخش اول نیز انواع آزمایش‌های جوش معرفی و در خصوص هریک توضیح مختصری داده شده است. در ادامه‌ی فصل و در قسمت پیچ، انواع پیچ‌ها معرفی شده و کنترل‌های لازم برای انواع اتصالات پیچی ارائه می‌گردد. در انتهای فصل نیز به منظور درک بهتر مفاهیم چند مثال آورده شده است.

در فصل سوم، طراحی لرزه‌ای اتصالات قاب خمشی به همراه یک مثال جامع و کاربردی آورده شده است. در ابتدای این فصل به تشریح رفتار قاب‌های خمشی حین بارگذاری پرداخته می‌شود و در ادامه خرابی‌های مربوط به این اتصالات در زلزله‌های گذشته ارائه می‌شود. در ادامه ضوابط موجود برای طراحی لرزه‌ای این گونه اتصالات شرح داده شده و در آخر چند نمونه از اتصالات نوین گیردار معرفی شده است.

فصل چهارم مربوط به طراحی لرزه‌ای اتصالات مهاربندی است. در ابتدای این فصل به معرفی انواع سیستم‌های مهاربندی پرداخته شده و رفتار آن‌ها حین بارگذاری چرخه‌ای بررسی می‌گردد. سپس اصول طراحی اتصالات مهاربندی شرح و الزامات تکمیلی در خصوص طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی همگرای ویژه ارائه گردیده است. در پایان بخش نیز با آوردن یک مثال عملی، تمامی نکات بیان شده در قسمت‌های مختلف فصل مرور شده اند. در فصل پنجم کتاب شرح مختصری از طبقه‌بندی قابهای ساختمانی و انواع اتصالات تیر به ستون ارائه گردیده است. سپس رفتار اتصالات به همراه توضیحات مربوط به منحنی $M-\theta$ توصیف شده است و در ادامه به بررسی انواع اتصالات نیمه‌صلب تیر به ستون با ذکر مثال پرداخته شده است.

فصل آخر کتاب، مربوط به طراحی اتصالات لرزه‌ای ساختمان‌های بتنی است. در ابتدای این فصل مقدمه‌ای از طراحی لرزه‌ای اتصالات بتنی آورده و انتظارات از یک اتصال بتنی بیان شده است. سپس مفهوم شکل‌پذیری در قاب‌های بتنی مورد بحث قرار گرفته و عوامل مؤثر در شکل‌پذیری اعضای قاب شرح داده می‌شود. در ادامه‌ی فصل انواع اتصالات بتنی آورده و انواع مکانیزم‌های شکست بررسی شده است. در انتهای فصل نیز لزوم مقاوم‌سازی اتصالات بیان و روش‌های تقویت اتصالات تیر به ستون ارائه می‌گردد. همچنین گریزی کوتاه به اصول طراحی اتصالات در آیین‌نامه‌ی ایرانی ارائه شده می‌شود.

امید است این کتاب بتواند به جمع‌آوری درخور برای دانشجویان و مهندسان عمران این مرز و بوم فراهم کند. مولفان این کتاب با طیب خاطر، آهسته با آهسته و با پذیرش نظرات ارزشمند خوانندگان این کتاب توسط پست الکترونیکی: vetr@iiees.ac.ir می‌باشند

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله - بهار ۹۶

مؤلفان