

دیوارهای برشی فولادی و مرکب

مبانی و کاربرد، ایده‌های نوین، ضوابط و فلسفه‌های طراحی

تألیف:

دکتر فرزاد حاتمی

(استادیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس علی قمری

(دانش‌پژوه دکتری سازه دانشگاه علم و صنعت ایران)

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
یادداشت
موضوع
شناسه افروده
شناسه افروده
رده بندی کنگره
رده بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

حاتمی، فرزاد، ۱۳۵۶
دیوارهای برشی فولادی و مرکب: مبانی و کاربرد، ایده‌های نوین، ضوابط و فلسفه‌های طراحی /
تألیف: فرزاد حاتمی، علی قمری.
تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳.
۱۷۶ ص.
ISBN: 978-964-210-195-5 : ۱۳۰۰۰۰ ریال
فیبا
کتابنامه.
دیوارهای برشی.
قمری، علی، ۱۳۶۳. تألیف.
جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر
TH۲۲۴۷/ج ۲۹ ۱۳۹۳
۶۹۰/۸۵۲
۳۵۹۲۰۱۸

این کتاب در جلسه مورخ ۹۳/۰۶/۰۸ شورای نشر کتاب
جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر پس از طی مراحل
ارزیابی علمی، مجوز چاپ و انتشار، دریافت نموده است.



دیوارهای برشی فولادی و مرکب مبانی و کاربرد، ایده‌های نوین، ضوابط و فلسفه‌های طراحی

تألیف: دکتر فرزاد حاتمی، مهندس علی قمری

ناشر	جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
نوبت چاپ	اول
سال چاپ	۱۳۹۳
قطع	وزیری
شمارگان	۴۰۰ نسخه
قیمت	۱۳۰۰۰۰ ریال
طراح جلد	آرزو انصاری
چاپخانه	اصیل



ISBN: 978-964-210-195-5

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۹۵-۵

نمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان حافظ، روبروی سمیه، جنب دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر تلفن: ۹۸۱ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+ تلفکس: ۹۸۲ ۹۵۰ ۹۸۲۱۶۶+

فهرست

پیشگفتار ناشر	۹
پیشگفتار مولفین	۱۱
فصل اول: مکانیزم رفتاری، روش های مدلسازی دیوار برشی فولادی	۱۳
۱-۱ کلیات	۱۳
۲-۱ مدلسازی و تحلیل دیوار برشی فولادی	۱۵
۳-۱ روش های مدلسازی	۱۵
۱-۳-۱ مدل نواری	۱۵
۲-۳-۱ مدل نواری غیر موازی	۱۷
۳-۳-۱ مدل الگالی	۱۸
۴-۳-۱ مدل هیسترتیک	۱۹
۵-۳-۱ مدل اندرکنش قاب - صفحه [۱۹]	۲۰
۱-۵-۳-۱ دقت روش اندرکنش قاب-صفحه فولادی	۲۴
۶-۳-۱ روش اصلاح شده اندرکنش قاب-ورق [۲۰]	۲۶
۱-۶-۳-۱ فرضیات روش	۲۶
۲-۶-۳-۱ حالت تسلیم نهایی صفحه فولادی در خمش خالص	۲۸
۳-۶-۳-۱ اندرکنش خمش - برش	۲۹
۱-۳-۶-۳-۱ اندرکنش خمش برش برای کمانش بحرانی	۳۰

۳-۶-۳-۱ اندر کنش برش-خمش برای تنش‌های پس کمانشی ناحیه کشش ورق..... ۳۰

۳-۶-۳-۱ اندر کنش خمش-برش در حالت نهایی..... ۳۱

۳-۱ تحقیقات برمن و برونو..... ۳۳

منابع..... ۳۴

فصل دوم: دیوار برشی فولادی با جان لاغر..... ۳۷

۱-۲ دیوار برشی فولادی لاغر..... ۳۷

۱-۱-۲ مقایسه رفتار دیوار لاغر با بادبند کششی..... ۳۷

۲-۱-۲ مقایسه رفتاری دیوار لاغر با تیورق..... ۳۸

۳-۱-۲ نتیجه گیری مقایسه دیوار لاغر با تیورق و بادبند کششی..... ۳۹

۲-۲ مکانیزم‌های رفتار..... ۴۰

۳-۲ طبقه‌بندی دیوارهای برشی فولادی -..... ۴۱

۱-۳-۲ مدهای خرابی..... ۴۴

۴-۲ مکانیزم رفتاری..... ۴۷

۵-۲ ضوابط طراحی..... ۵۰

۱-۵-۲ طراحی اولیه..... ۵۰

۲-۵-۲ طراحی نهایی..... ۵۴

منابع..... ۵۵

فصل سوم: دیوار برشی سخت شده..... ۵۷

۱-۳ دیوارهای سخت شده..... ۵۷

۲-۳ کمانش ورق..... ۵۹

۱-۲-۳ کمانش ورق‌های مستطیلی تحت اثر تنش‌های برشی..... ۶۰

۲-۲-۳ ورق‌های با لبه مفصلی و دارای سخت‌کننده..... ۶۱

۳-۳ نتایج پژوهش‌های عددی و آزمایشگاهی..... ۶۳

۴-۳ ضوابط AISC..... ۶۴

منابع..... ۶۷

فصل چهارم: دیوار برشی باز شودار..... ۶۹

۱-۴ مروری بر مطالعات محققان..... ۶۹

۶۹	۱-۱-۴ مطالعات صوری-روبرتز
۷۰	۲-۱-۴ مطالعات برنو
۷۳	۲-۴ ضوابط طراحی بر اساس AISC
۷۴	۱-۲-۴ طراحی اولیه
۷۵	۱-۱-۲-۴ نیروها در المان‌های اطراف محل بازشو (LBE)
۷۷	LEB "a":
۷۸	۲-۲-۴ طراحی نهایی
۷۸	LEB "a":
۷۹	LEB "b"
۷۹	LEB "c"
۸۰	LEB "d"
۸۱	۱-۲-۲-۴ مقاومت برشی ورق - جان
۸۲	منابع
۸۳	فصل پنجم: دیوار برشی فولادی مرکب
۸۳	۱-۵ دیوار برشی فولادی مرکب با بتن
۸۵	۲-۵ مطالعات دیوار برشی بتنی با هسته فولادی
۸۵	۱-۲-۵ مطالعات آزمایشگاهی دانشگاه برکلی
۹۰	نتایج آزمایش و مقایسه دو نمونه
۹۲	۲-۲-۵ مطالعات آزمایشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۹۲	۱-۲-۲-۵ دیوار برشی مرکب با پوشش بتنی
۹۵	۲-۲-۲-۵ دیوار برشی مرکب با الیاف پلیمری کربن
۹۷	۳-۲-۵ آزمایش بر روی تیرورق‌های مرکب
۱۰۰	۳-۵ رفتار دیوار برشی فولادی مرکب با بتن
۱۰۲	۱۳-۵ گسیختگی در دیوار برشی مرکب
۱۰۳	۴-۵ طراحی دیوار مرکب
۱۰۳	۱-۴-۵ طراحی دیوار
۱۰۴	۲-۴-۵ طراحی اتصالات
۱۰۵	۵-۵ دیوار برشی فولادی مرکب با الیاف پلیمری کربن CFRP

۱۰۷	۵-۶ استفاده از CFRP در تقویت دیوار برشی فولادی با فولاد LYP
۱۰۹	منابع
۱۱۱	فصل ششم: اجزاء دیوار برشی فولادی
۱۱۱	۶-۱ اتصال ورق به قاب محیطی
۱۱۴	۶-۲ اتصالات قاب محیطی
۱۱۴	۶-۲-۱ اتصال تیر به ستون
۱۱۶	۶-۲-۲ چشمه اتصال
۱۱۸	۶-۲-۳ وصله ستون
۱۱۹	۶-۳ طراحی تیر (HBE)
۱۲۲	۶-۵ طراحی ستون (VBE)
۱۲۴	۶-۶ کاهش نیروی محوری در ستون
۱۲۴	۶-۶-۱ روش آنالیز پوش اور غیر خطی (POA)
۱۲۵	۶-۶-۲ روش LF+CD
۱۲۵	۶-۶-۳ روش ظرفیت غیر مستقیم (ICD)
۱۲۶	منابع
۱۲۹	فصل هفتم: ضریب رفتار و شکل پذیری سیستم
۱۲۹	۷-۱ ضریب رفتار در آیین نامه ها
۱۳۰	۷-۲ روش های محاسبه ضریب رفتار
۱۳۱	۷-۳ اجزا ضریب رفتار
۱۳۲	۷-۴ شکل پذیری دیوار برشی فولادی
۱۳۷	منابع
۱۳۹	فصل هشتم: ایده های نوین دیوار برشی فولادی
۱۳۹	۸-۱ استفاده از ورق فولادی در قاب های بتنی
۱۴۱	۸-۲ ایده استفاده از ورق دابل
۱۴۲	۸-۳ دیوارهای نیمه نگهداری شده
۱۴۴	منابع

فصل نهم: مثال‌های طراحی ۱۴۵

۹-۱- مثال طراحی دیوار برشی فولادی ۱۵ طبقه با اتصال مفصلی تیر به ستون ۱۴۶

۹-۱-۱ طراحی اولیه ۱۴۶

۹-۱-۲ تحلیل سازه ۱۴۹

۹-۱-۳ طراحی تیر ۱۵۳

محاسبه نیروی محوری ۱۵۴

محاسبه لنگر خمشی ۱۵۴

محاسبه برش ۱۵۵

کنترل فشردگی مقطع ۱۵۶

کنترل فشردگی جان ۱۵۶

بررسی اتکا جانی ۱۵۶

کنترل ترکیب فشار و خمش ۱۵۷

کنترل مقاومت برشی تیر ۱۶۰

کنترل سختی تیر ۱۶۰

۹-۱-۴ طراحی ستون ۱۶۰

محاسبه لنگر خمشی ۱۶۱

محاسبه نیروی برشی ستون ۱۶۳

کنترل فشردگی لرزه‌ای مقطع ۱۶۴

کنترل ترکیب فشار و خمش ۱۶۴

۹-۲ طراحی دیوار برشی فولادی بازشو دار ۱۶۷

الف) LBE a ۱۶۸

ب) LBE b ۱۶۹

پ) LBE c ۱۷۰

ت) LBE d ۱۷۱

منابع ۱۷۶

پیشگفتار ناشر

اُطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْبُحْرِ الْمُهْدِ إِلَى الْلَحْدِ

توانمندسازی پایه‌های علمی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور از وظایف اصلی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. این مهم، ضمن افزایش اقتدار علمی کشور در عرصه‌های بین‌المللی؛ زمینه‌ساز استقلال اقتصادی با محوریت یافته‌های فن‌آورانه و دانش‌بنیان می‌گردد که خود از ارکان اصلی توسعه پایدار به‌شمار می‌آید. همچنین واضح است که در کنار دو عنصر تعهد و تخصص، دسترسی به اطلاعات روز علمی و تکنولوژی‌های مدرن؛ نیاز اولیه برای توانمندسازی پایه‌های علمی به‌شمار می‌رود.

بر این اساس جهادگران جهاد دانشگاهی امیرکبیر با مدیریت جهادی خود علاوه بر فعالیت‌های فرهنگی، پژوهش‌های فن‌آورانه و نیز آموزش‌های تخصصی فن‌آور و اشتغال‌محور، با چاپ کتب و مجلات علمی متخصصان و دانشگاهیان فرهیخته کشور و همچنین ترجمه آثار فاخر و به‌روز دنیا توسط "انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر «پلی تکنیک تهران»" که یکی از معتبرترین انتشارات دانشگاهی در حوزه علوم پایه و مهندسی می‌باشد؛ به وظیفه انقلابی و اعتقادی خویش جامعه عمل پوشانده و امیدوار است بتواند نیازهای علمی پژوهشگران، دانشجویان و پویندگان راه علم را در تحقق آرمان‌های اصیل انقلاب فراهم سازد.

این کتاب به روح پرفتوح معمار کبیر انقلاب، شهدا و ایثارگران هشت سال دفاع مقدس به‌ویژه شهدای گرانقدر جهاد دانشگاهی و دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تقدیم می‌گردد. امید است دانشگاهیان و فعالین عرصه‌های علم و فناوری کشور، پویانده راه این شهیدان والا مقام همچون شهدای جهاد علمی، در محیط مقدس و انسان ساز دانشگاه باشند.

از همه عزیزان محقق و دانش‌پژوه تقاضا می‌شود این انتشارات را از نظرات تخصصی و پیشنهادات راهگشای خود در جهت ارتقاء سطح علمی کتب منتشره و همچنین گسترش زمینه‌های علمی آن‌ها، بهره‌مند سازند.

"هماره در پرتو الطاف الهی پیروز و سربلند باشید"

انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

پیشگفتار مؤلفین

بسیاری از سیستم‌های سازه‌ی و ایده‌های نوین در مورد آنها در دنیا در دست بررسی و گسترش می‌باشد. در اکثر این تحقیقات محققان ایرانی نیز نتایج بسیار ارزنده‌ای را منتشر نموده‌اند. در این میان می‌توان به دیوار برشی فولادی اشاره نمود که علیرغم وجود صاحب‌نظران ایرانی در این زمینه در نقاط مختلف دنیا، این سیستم در ایران همچنان ناشناخته است. لذا کتاب حاضر این مهم را مرتفع نموده است. مخاطبان اصلی کتاب را سه دسته مهندسان، محققان و دانشجویان تشکیل می‌دهد. از این رو مطالب آن بصورت جامع و کاربردی تهیه گردیده است. در این راستا علاوه بر تشریح ضوابط آیین‌نامه‌ای، آخرین فلسفه و نتایج پژوهش محققان نیز ارائه شده است. از سوی دیگر سعی گردید تا قابل استفاده محققان و دانشجویان دروه‌های کارشناسی، ارشد و دکتری قرار گیرد. همچنین لازم است که علاقمندان محترم قبل از مطالعه این کتاب تسلط لازم بر طراحی سازه‌ها و مبانی درس مهندسی زلزله داشته باشند. نگارش و ترتیب مطالب کتاب با اهداف خاصی تدوین شده که ضمن پیوستگی از سادگی و غنای مطالب برخوردار باشد. لذا انتظار می‌رود که خوانندگان مطالب را با ترتیب ارائه شده در کتاب دنبال نمایند. پیشاپیش از همکاری خوانندگان ارجمند در انتقال کاستی‌های کتاب به اینجانبان تشکر و قدردانی می‌گردد.