

آئین نامه های طراحی استفاده از مصالح FRP جهت مقاوم سازی سازه های بتنی

مؤلفین:

سیدرضا دریاییگی

امید رضایی فر

(استادیار دانشکده عمران دانشگاه سمنان)

ساجد رستمی

سرشناسه: دریایی، رضا
عنوان و نام پدیدآور: آئین نامه طراحی استفاده از مصالح FRP جهت مقاوم سازی
سازه های بتنی / مؤلفین سید رضا دریایی، امید رضایی فر، ساجد رستمی
مشخصات نشر: تهران، علم و ادب، ۱۳۹۱
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۰۰۵-۶۴-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیا
یادداشت: کتابنامه
موضوع: ساختمان های بتن مسلح
موضوع: بتن تقویت شده با الیاف
موضوع: پلاستیک تقویت شده با الیاف
شناسه افزوده: رضایی فر، امید، ۱۳۵۸-
شناسه افزوده: رستمی، ساجد، ۱۳۵۵-
رده بندی کنگره: TA۶۸۳ / د۴۹ ۱۳۹۱
رده بندی دیویی: ۶۲۴ / ۱۸۳۴۱
شماره کتابشناسی ملی: ۲۷۰۶۵۵۱

آئین نامه های طراحی استفاده از مصالح FRP جهت مقاوم سازی سازه های بتنی

مؤلف: سید رضا دریایی، امید رضایی فر، ساجد رستمی

ناشر: انتشارات علم و ادب

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۱

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۰۰۵-۶۴-۷

«کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و جز اینها محفوظ است.»

مقدمه :

این مجموعه با عنوان " بررسی آیین نامه‌های مقاوم‌سازی سازه‌های بتن آرمه به کمک FRP " بوده که مشتمل بر ترجمه کل و یا قسمتی از بعضی آیین نامه‌ها می‌باشد. سعی بر آن دارد شناخت رفتار این مصالح و دستورالعمل‌های موجود در سراسر دنیا را جهت تدوین دستورالعمل منطبق با آیین نامه ایران هماهنگ نماید.

این مجموعه شامل سیزده بخش می‌باشد. بخش اول ترجمه کامل آیین نامه ACI 440.2R-02 با عنوان " راهنمای طراحی و اجرای تقویت سازه‌های بتنی با کمک چسباندن سیستم FRP به صورت خارجی " است که حتی ضمائم و مثالها را نیز در بر می‌گیرد. بخش دوم ترجمه فصل‌های مربوط به طراحی آیین نامه (2001) fib Bulletin 14 با عنوان " راهنمای طراحی تقویت کننده‌های FRP چسبیده به صورت خارجی برای سازه‌های بتن آرمه " می‌باشد. بخش سوم ترجمه فصل‌های مربوط به طراحی راهنمای حرفه‌ای چاپ شده توسط انجمن بتن انگلستان، UK Concrete Society TR (2000) No.55، با عنوان " راهنمای طراحی مقاوم‌سازی سازه‌های بتن آرمه با استفاده از مواد کامپوزیتی FRP " می‌باشد. بخش چهارم نیز ترجمه فصول طراحی آیین نامه 2001 ISIS با عنوان " مقاوم‌سازی سازه‌های بتن آرمه با پلیمرهای تقویت شده با الیاف (FRP) چسبیده به صورت خارجی " است. بخش‌های پنجم تا یازدهم خلاصه‌ای از راهنماهای طراحی ژاپن، سوئد، کانادا، اروپا و نشریه ۳۴۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در زمینه استانداردهای ذکر شده می‌باشد. این آیین نامه‌ها به ترتیب عبارتند از :

بخش پنجم: توصیه‌های انجمن مهندسين عمران ژاپن در مورد مقاوم‌سازی سازه‌های بتنی با سیستم FRP (JSCE 2000)

بخش ششم : راهنمای طراحی لرزه ای سازه های بتن مسلح با سیستم FRP براساس نشریه انجمن حفاظت ساختمانهای ژاپن در برابر آسیب (JBDPA 1999)

بخش هفتم : راهنمایی طراحی مقاوم سازی سازه های بتنی با سیستم FRP براساس کد سوئد

بخش هشتم : راهنمای طراحی تقویت سازه های بتن مسلح با سیستم FRP براساس آیین نامه کانادا (CSA-S806 2002)

بخش نهم : راهنمای طراحی تقویت لرزه ای سازه های بتن مسلح با سیستم FRP براساس کمیته استاندارد اروپا (CEN/TC 250/SC8/N32)

بخش دهم : ارزیابی سازه های بتن مسلح تقویت شده با سیستم FRP براساس ضوابط انجمن مهندسين معمار ژاپن

بخش یازدهم : دستورالعمل بهسازی سازه های بتن مسلح با سیستم FRP براساس نشریه ۳۴۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

بخش دوازدهم : مقایسه نتایج آیین نامه های مختلف با نتایج آزمایشگاهی

بخش سیزدهم : نتیجه گیری

در پایان از زحمات خانم مهشید علیزاده عظیمی، دکتر میرابوطالب دریابیگی، دکتر پرویز آروندی، مهندس عباس باقری و دکتر اعلائی و شرکت سازه های لرزه گیر البرز تشکر و تقدیر بعمل می آید.

پایمن ۱۳۹۰

سیدرضا دریابیگی امیدرضایی فر

ساجد رستمی

فهرست مطالب

۲۷	فصل اول: راهنمای طراحی و اجرای تقویت سازه‌های بتنی با سیستم FRP براساس نشریه ACI 440
۲۹	۱- مقدمه
۳۰	۱-۱- حدود و حوزه عملکرد
۳۲	۲-۱- موارد کاربرد و استفاده
۳۳	۱-۲-۱- محدودیت‌های مقاوم سازی
۳۳	۲-۲-۱- آتش سوزی و عمق مفید
۳۴	۳-۲-۱- درجه حرارت ماکزیمم در حالت بار سرویس
۳۴	۴-۲-۱- مقاومت حداقل بتن بستر
۳۵	۳-۱- استفاده از سیستمهای FRP خاص
۳۶	۲- اطلاعات اولیه
۳۶	۱-۲- تاریخچه توسعه و شکل گیری
۳۷	۲-۲- سیستمهای موجود FRP (چسبیده به صورت خارجی)
۳۸	۱-۲-۲- سیستمهای wet lay-up ۱۲
۳۸	۲-۲-۲- سیستمهای پیش اشباع شده (Prepreg)
۳۸	۳-۲-۲- سیستمهای پیش ساخته شده (Precured)
۳۹	۴-۲-۲- دیگر اشکال FRP
۳۹	۳- مواد سازنده و خصوصیات آن
۴۰	۱-۳- مواد و مصالح سازنده
۴۰	۱-۱-۳- رزینها
۴۰	۱-۱-۱-۳- آستر
۴۰	۲-۱-۱-۳- بتونه پرکننده
۴۱	۳-۱-۱-۳- رزینهای آغشته کننده
۴۱	۴-۱-۱-۳- چسبها
۴۱	۵-۱-۱-۳- پوشش محافظ
۴۱	۲-۱-۳- الیاف

۴۱	۲-۳-۲	خصوصیات فیزیکی
۴۱	۳-۱-۳	چگالی
۴۲	۳-۲-۲	ضریب انبساط حرارتی
۴۲	۳-۲-۳	تأثیرات درجه حرارت بالا
۴۳	۳-۳	رفتار و خصوصیات مکانیکی
۴۳	۲-۱-۳	رفتار کششی
۴۵	۳-۲-۳	رفتار فشاری
۴۵	۴-۳	رفتار وابسته به زمان
۴۵	۳-۱-۴	گسیختگی خرسی
۴۶	۳-۲-۴	خستگی
۴۸	۳-۵	دوام
۴۸	۳-۶	صلاحیت سیستم FRP
۴۹	۴-۱	حمل و نقل، انبار کردن، کاربرد و نصب
۴۹	۴-۱-۱	حمل و نقل
۴۹	۴-۲	انبار کردن
۴۹	۴-۱-۲	شرایط انبار کردن
۴۹	۴-۲-۲	تاریخ انقضاء مصرف
۴۹	۴-۳	کاربرد و نصب
۴۹	۴-۱-۳	برگه های اطلاعات ایمنی مواد
۵۰	۴-۲-۳	منابع اطلاعات
۵۰	۴-۳-۳	خطرات کلی کاربرد و نصب
۵۱	۴-۲-۴	نحوه کاربرد ایمن سیستم و لباس ایمنی مناسب برای کارگران
۵۱	۴-۳-۵	محل کار ایمن در هنگام استفاده از سیستم
۵۱	۴-۲-۶	تمیز کردن و پایان کار (disposal)
۵۱	۵-۱	نصب سیستم
۵۲	۵-۱-۱	مهارت پیمانکاری
۵۲	۵-۲	نکات مهم در مورد درجه حرارت و رطوبت
۵۲	۵-۳	تجهیزات لازم

۵۳	۴-۵- ترمیم بستر و آماده سازی سطح
۵۳	۴-۵-۱- ترمیم بستر
۵۳	۴-۵-۱-۱- خرابی مربوط به خوردگی
۵۴	۴-۵-۲- تزریق در ترکها
۵۴	۴-۵-۲- آماده سازی سطح
۵۴	۴-۵-۱-۲- کاربردهای با چسبندگی بحرانی
۵۵	۴-۵-۲-۲- کاربردهای با تماس بحرانی
۵۵	۵-۵- مخلوط کردن رزینها
۵۶	۶-۵- یکار گیری مواد تشکیل دهنده
۵۶	۶-۵-۱- آستر و بتونه
۵۶	۶-۵-۲- سیستمهای wet lay-up
۵۷	۶-۵-۳- سیستمهای نصب به کمک دستگاه
۵۷	۶-۵-۴- سیستمهای پیش عمل آوری شده
۵۸	۶-۵-۵- پوششهای محافظ
۵۸	۵-۷- نحوه قرارگیری مواد FRP
۵۸	۵-۸- لایه های چندگانه و اتصال آنها (همپوشانی ها)
۵۹	۵-۹- عمل آوری رزینها
۵۹	۵-۱۰- محافظت موقتی
۶۰	۶- بازرسی، ارزیابی و پذیرش
۶۰	۶-۱- بازرسی
۶۱	۶-۲- ارزیابی و پذیرش
۶۱	۶-۱-۲- مواد و مصالح
۶۲	۶-۲-۲- ترتیب و نحوه قرارگیری الیاف
۶۳	۶-۲-۳- لایه لایه شدگیها (جداشدگی ها)
۶۳	۶-۲-۴- عمل آوری رزینها
۶۴	۶-۲-۵- مقاومت چسبندگی
۶۴	۶-۲-۶- ضخامت عمل آوری
۶۵	۷- نگهداری و ترمیم

۶۵	۷-۱- کلیات
۶۵	۷-۲- ارزیابی و برآورد
۶۵	۷-۲-۱- بازرسی کلی
۶۵	۷-۲-۲- آزمایش کردن
۶۵	۷-۲-۳- برآورد (تشخیص و اظهار نظر)
۶۵	۷-۳- ترمیم سیستم مقاوم‌سازی
۶۶	۷-۴- ترمیم پوشش سطح
۶۷	۸- ملاحظات کلی طراحی
۶۷	۸-۱- فلسفه طراحی
۶۸	۸-۲- محدودیت‌های مقاوم‌سازی
۶۸	۸-۲-۱- تحمل سازه در برابر آتش
۷۰	۸-۲-۲- ظرفیت کلی سازه
۷۰	۸-۲-۳- کاربردها در زلزله
۷۱	۸-۳- انتخاب نوع سیستم FRP
۷۱	۸-۳-۱- ملاحظات محیطی
۷۲	۸-۳-۲- ملاحظات بارگذاری
۷۲	۸-۳-۳- ملاحظات دوام و پایداری
۷۴	۸-۳-۴- ملاحظات مربوط به انتخاب پوشش محافظ
۷۴	۸-۴- خصوصیات طراحی مواد
۷۵	۹- مقاوم‌سازی خمشی
۷۵	۹-۱- ملاحظات کلی
۷۵	۹-۱-۱- فرضیات
۷۶	۹-۱-۲- مقاومت برشی مقطع
۷۶	۹-۱-۳- کرنش اولیه بستر
۷۷	۹-۲- مقاومت اسمی
۷۷	۹-۲-۱- مودهای گسیختگی
۷۹	۹-۲-۲- مقدار کرنش در تقویت کننده‌های FRP
۷۹	۹-۲-۳- مقدار تنش در تقویت کننده‌های FRP

۷۹	۳-۹- شکل پذیری
۸۰	۴-۹- خدمت پذیری
۸۱	۵-۹- حدود تنش گسیختگی خزشی و تنش خستگی
۸۲	۶-۹- کاربرد روابط در یک مقطع مستطیلی تقویت شده
۸۲	۶-۹- ۱- مقاومت نهایی
۸۴	۶-۹- ۲- تنش ایجاد شده در فولاد تحت بارهای سرویس
۸۵	۶-۹- ۳- تنش ایجاد شده در FRP تحت اثر بارهای سرویس
۸۵	۱۰- مقاومت سازی برشی
۸۶	۱۰- ۱- ملاحظات کلی
۸۶	۱۰- ۲- روشهای دور پیچ کردن
۸۷	۱۰- ۳- مقاومت برشی اسمی
۸۸	۱۰- ۴- سهم سیستم FRP در مقاومت برشی
۸۸	۱۰- ۴- ۱- کرنش مؤثر در لایه های FRP
۸۹	۱۰- ۴- ۱- ۱- عضوهای دور پیچ شده به طور کامل
۸۹	۱۰- ۴- ۱- ۲- نصب FRP به صورت U شکل یا در دو وجه مقطع
۹۱	۱۰- ۴- ۲- فاصله بندی
۹۱	۱۰- ۴- ۳- حدود مقاومت سازی
۹۳	۱۱- بهبود رفتار فشاری، کششی و شکل پذیری
۹۳	۱۱- ۱- فشار محوری
۹۵	۱۱- ۱- ۱- مقاطع دایره ای شکل
۹۵	۱۱- ۱- ۲- مقاطع غیر دایره ای
۹۵	۱۱- ۱- ۳- ملاحظات خدمت پذیری
۹۶	۱۱- ۲- مقاومت سازی کششی
۹۶	۱۱- ۳- شکل پذیری
۹۷	۱۱- ۳- ۱- المانهای با مقطع دایره ای
۹۷	۱۱- ۳- ۲- المانهای با مقطع غیر دایره ای
۹۸	۱۲- جزئیات مقاومت سازی
۹۸	۱۲- ۱- چسبندگی و جداسازی

۹۹	۱۲-۱-۱- جداسازی چسبندگی FRP
۹۹	۱۲-۱-۲- جداسازی پوشش بتنی آرماتور
۱۰۱	۱۲-۲- جزئیات همپوشانی و اتصال لایه‌ها
۱۲	۱۳- نقشه‌های طراحی، مشخصات و مدارک
۱۰۲	۱۳-۱- الزامات مهندسی
۱۰۲	۱۳-۲- نقشه‌های طراحی و خصوصیات آنها
۱۰۳	۱۳-۳- مدارک
۱۰۳	۱۳-۳-۱- سازندگان سیستم FRP
۱۰۳	۱۳-۳-۲- پیمانکاران نصب کننده سیستم FRP
۱۰۴	۱۳-۳-۳- سازمان بازرسی سیستم FRP
۱۰۵	۱۴- پنج مثال طراحی
۱۰۵	۱۴-۱- محاسبه مقاومت کششی سیستم FRP
۱۰۶	۱۴-۲- محاسبه مقاومت کششی سیستم FRP
۱۰۹	۱۴-۳- مقاوم‌سازی خمشی یک تیر در فضای داخلی (Interior)
۱۱۸	۱۴-۴- مقاوم‌سازی برشی یک تیر T شکل (در فضای داخلی)
۱۲۱	۱۴-۵- مقاوم‌سازی برشی یک ستون
۱۲۴	ضمائم:
۱۲۴	ضمیمه A: خصوصیات الیاف کربن، شیشه و آرامید
۱۲۷	ضمیمه B: خلاصه ای از روشهای آزمایش استاندارد
۱۲۸	ضمیمه C: مباحثی که نیاز به تحقیقات بیشتر دارد
۱۳۱	فصل دوم: راهنمای طراحی تقویت کننده های FRP برای سازه های بتن آرمه بر اساس بولتن fib
۱۳۲	۱- مقدمه
۱۳۳	۱-۱- اساس طراحی
۱۳۳	۱-۱-۱- ضروریات کلی
۱۳۳	۱-۱-۲- ضروریات طراحی
۱۳۳	۱-۲-۱-۱- کلیات

۱۳۴	۱-۲-۲- حالاتهای حدی و شرایط حدی
۱۳۴	۱-۲-۳- بررسی و تحقیق SLS
۱۳۵	۱-۲-۴- بررسی و تحقیق ULS
۱۳۵	۱-۲-۵- شرایط و موقعیتهای غیر مترقبه
۱۳۵	۱-۲-۶- ملاحظات ویژه طراحی
۱۳۶	۱-۲-۷- دوام
۱۳۶	۱-۳- مدل‌های مواد سازنده و ضرایب ایمنی
۱۳۶	۱-۳-۱- بررسی SLS
۱۳۷	۱-۳-۲- بررسی ULS با فرض عملکرد کامل کامپوزیت بین بتن و FRP
۱۳۹	۱-۳-۳- بررسی حالت حد نهایی در مورد گسیختگی اتصال
۱۳۹	۱-۳-۴- مفهوم ایمنی
۱۳۹	۱-۳-۵- مفهوم ایمنی با توجه به حالت حد نهایی
۱۴۱	۱-۳-۶- مفهوم ایمنی با ملاحظه شرایط طراحی غیر مترقبه
۱۴۱	۱-۳-۷- شکل پذیری
۱۴۳	۲- مقاومت‌سازی خمشی
۱۴۳	۲-۱- کلیات
۱۴۳	۲-۲- شرایط اولیه
۱۴۴	۲-۳- مودهای گسیختگی - حالت حد نهایی
۱۴۴	۲-۳-۱- عملکرد کامل کامپوزیت
۱۴۵	۲-۳-۲- عدم عملکرد کامل کامپوزیت
۱۴۵	۲-۳-۳- جداشدگی و مودهای گسیختگی اتصال
۱۴۶	۲-۳-۴- رفتار چسب
۱۴۸	۲-۳-۵- رفتار اتصال اعضای بتن آرمه تقویت شده با FRP
۱۴۹	۲-۴- گسیختگی برشی انتهای FRP
۱۵۰	۲-۴-۱- آنالیز حالت حد نهایی
۱۵۰	۲-۴-۲- عملکرد کامل کامپوزیت
۱۵۲	۲-۴-۳- عدم عملکرد کامل کامپوزیت
۱۵۵	۲-۵- ضروریات شکل پذیری

۱۵۶	۶-۲- حالت حدی سرویس
۱۵۶	۶-۲-۱- اساس محاسبات
۱۵۸	۶-۲-۲- محدودیت‌های تنشی
۱۵۸	۶-۲-۳- بررسی تغییر شکل و خیزها
۱۶۰	۶-۲-۴- بررسی عرض ترک‌ها
۱۶۲	۷-۲- خلاصه روند طراحی
۱۶۴	ضمائم: بررسی حالت حد نهایی به جهت جداسازی در انتهای مهار و در ترک‌های خمشی
۱۷۳	۳- مقاوم‌سازی برشی و پیچشی
۱۷۳	۳-۱- مقاوم‌سازی برشی
۱۷۳	۳-۱-۱- کلیات
۱۷۵	۳-۱-۲- مدل طراحی در حالت حد نهایی
۱۸۰	۳-۱-۳- حالت حد سرویس
۱۸۱	۳-۲- مقاوم‌سازی پیچشی
۱۸۱	۳-۲-۱- کلیات
۱۸۱	۳-۲-۲- مدل طراحی در حالت حد نهایی، سطح مقطع مستطالی
۱۸۳	۳-۲-۳- حالت حد سرویس
۱۸۴	۴- محصوریت
۱۸۴	۴-۱- مقدمه
۱۸۴	۴-۲- بتن محصور شده تحت بارگذاری محوری
۱۸۴	۴-۲-۱- کلیات
۱۸۵	۴-۲-۲- کرنش پیرامونی نهایی مؤثر
۱۸۶	۴-۲-۳- فشار محصوریت جانبی
۱۸۷	۴-۲-۴- مدل تنش-کرنش بتن محصور شده در FRP
۱۹۲	۴-۲-۵- روابط تعیین کننده خصوصیات بتن محبوس شده با FRP
۱۹۵	۴-۳- محصوریت ستونها
۱۹۵	۴-۳-۱- کلیات
۱۹۶	۴-۳-۲- فشار محبوس کنندگی جانبی مؤثر
۲۰۰	۴-۳-۳- ظرفیت تحمل بار

۲۰۰	کمانش ۴-۳-۴
۲۰۰	اثر محصوریت بر افزایش شکل پذیری در نواحی زلزله خیز ۴-۴
۲۰۳	فصل سوم: راهنمای طراحی تقویت کننده های FRP برای سازه های بتن آرمه بر گزارش فنی انجمن بتن انگلیس
۲۰۳	۱- طراحی تقویت اعضای بتن
۲۰۳	۱-۱- مرور اسماهای طراحی موجود
۲۰۳	۱-۲- اصول طراحی
۲۰۶	۱-۳- خصوصیات مواد
۲۰۶	۱-۳-۱- خصوصیات بتن و اسماهای فولادی
۲۰۶	۱-۳-۲- خصوصیات FRP
۲۰۷	۱-۳-۳- خصوصیات چسبها و رزینهای لایه ای
۲۰۷	۱-۴-۱- منحنی های تنش-کرنش
۲۰۷	۱-۴-۲- ضرایب ایمنی برای بارها
۲۰۸	۱-۵-۱- مقادیر طراحی خصوصیات مواد
۲۰۸	۱-۵-۱-۱- مقدمه
۲۰۸	۱-۵-۱-۲- مقاومت طراحی فولاد و بتن
۲۰۸	۱-۵-۱-۳- مقاومت طراحی FRP
۲۱۰	۱-۵-۱-۴- مدول الاستیسیته طراحی FRP
۲۱۰	۱-۵-۱-۵- تنش فولاد
۲۱۰	۱-۵-۱-۶- تغییر شکل و ترک خوردگی
۲۱۰	۱-۵-۱-۷- چسبها
۲۱۱	۱-۶- رفتار سازه در آتش
۲۱۲	۱-۷- بارگذاری لرزه ای
۲۱۳	۲- طراحی اعضاء در خمش
۲۱۳	۲-۱- کلیات
۲۱۳	۲-۲- ظرفیت تحمل لنگر خمشی
۲۱۳	۲-۲-۱- مقدمه

۲۱۴	۲-۲-۲- لنگر متعادل (بالانس) مقاوم
۲۱۶	۳-۲-۲- لنگر کمتر از ممان بالانس
۲۱۶	۴-۲-۲- لنگر بزرگتر از لنگر بالانس
۲۲۰	۳-۲- گسیختگی ناشی از جداشدگی FRP
۲۲۰	۱-۳-۲- مقدمه
۲۲۲	۲-۳-۲- گسیختگی ناشی از جداشدگی
۲۲۴	۳-۳-۲- جداشدگی
۲۲۴	۴-۲- برش
۲۲۵	۵-۲- خدمت پذیری
۲۲۵	۱-۵-۲- عرض ترکها
۲۲۵	۲-۵-۲- خیزها و تنشهای مواد
۲۲۶	۳-۵-۲- خستگی
۲۲۶	۴-۵-۲- گسیختگی تنشی
۲۲۷	۳- مقاومسازی برشی
۲۲۷	۱-۳- مقدمه
۲۲۷	۲-۳- روند طراحی
۲۲۷	۱-۳-۳- پیش زمینه
۲۳۰	۲-۲-۳- کرنش طراحی FRP
۲۳۱	۳-۳- فاصله نوارهای FRP از یکدیگر
۲۳۲	۴-۳- FRP محوری اضافی
۲۳۳	۴- طراحی تقویت ستون
۲۳۳	۱-۴- مقدمه
۲۳۴	۲-۴- مدل تنش-کرنش برای بتن محصور شده به وسیله FRP
۲۳۹	۳-۴- فشار
۲۳۹	۱-۳-۴- مقدمه
۲۳۹	۲-۳-۴- گسیختگی کششی FRP
۲۴۰	۳-۳-۴- گسیختگی اتصال لبه ای
۲۴۰	۴-۳-۴- برش

۲۴۲	۵-۳-۴- خدمت پذیری
۲۴۲	۴-۴- خمش
۲۴۲	۴-۴-۱- مقدمه
۲۴۴	۴-۴-۲- ظرفیت لنگر همراه بار محوری
۲۴۶	۴-۴-۳- جداسدگی
۲۴۶	۴-۴-۴- مهاربندی
۲۴۶	۴-۵- شکل پذیری
۲۴۶	۴-۶- مقاومتسازي ستونها با سطح مقطع غير دايره
۲۴۹	فصل چهارم: راهنمای طراحی تقویت کننده های FRP برای سازه های بتن آرمه براساس ISIS کانادا
۲۵۱	۱- حدود و حوزه عملکرد
۲۵۱	۱-۱- ضرویات کلی
۲۵۱	۱-۲- نقشها و مطالب مربوطه
۲۵۲	۲- خصوصیات مواد FRP
۲۵۵	۳- ارزیابی سازه های موجود
۲۵۵	۳-۱- کلیات
۲۵۵	۳-۲- ظرفیت و شرایط موجود
۲۵۶	۳-۳- سطح بتن
۲۵۷	۳-۴- علل خرابیها و نقصها
۲۵۸	۴- مقاومتسازي تیرها و دالهای یک طرفه
۲۵۸	۴-۱- فرضیات
۲۵۸	۴-۲- خصوصیات مکانیکی مواد
۲۵۸	۴-۲-۱- بتن
۲۵۹	۴-۲-۲- فولاد
۲۶۰	۴-۲-۳- FRP
۲۶۰	۴-۳- بلوک معادل تنشی بتن
۲۶۱	۴-۴- اعضای خمشی

۲۶۱	۴-۴-۱- ضرایب مقاومت
۲۶۲	۴-۴-۲- مودهای گسیختگی خمشی
۲۶۲	۴-۴-۳- تیرهای مستطیلی
۲۶۹	۴-۴-۴- تیرهای T شکل
۲۷۱	۴-۵- برش
۲۷۱	۴-۵-۱- ضرورت‌ها و اولویه
۲۷۲	۴-۵-۲- ضرایب مقاومت
۲۷۲	۴-۵-۳- اصول طراحی
۲۷۵	۴-۵-۴- محدودیت‌های مقاومسازی
۲۷۵	۴-۵-۵- مهاربندی‌ها
۲۷۶	۴-۶- مهاربندی و طول مهارب
۲۷۷	۴-۷- حالت‌های حدی سرویس
۲۷۷	۴-۷-۱- خیزها
۲۷۷	۴-۷-۲- ارتعاشات
۲۷۷	۴-۷-۳- خزش
۲۷۸	۴-۷-۴- خستگی
۲۷۹	۵- مقاومسازی ستونها
۲۷۹	۵-۱- ستونهای دایره ای کوتاه در فشار خالص
۲۷۹	۵-۱-۱- محصور کردن
۲۸۰	۵-۱-۲- محدودیت‌های محبوس کردن
۲۸۱	۵-۱-۳- مقاومت در برابر بار محوری
۲۸۱	۵-۲- ستونهای مستطیلی کوتاه در فشار خالص
۲۸۲	۵-۲-۱- محصوریت
۲۸۲	۵-۲-۲- محدودیت‌های محصوریت
۲۸۳	۵-۲-۳- مقاومت بار محوری
۲۸۳	۵-۳- مقاومسازی برشی
۲۸۳	۵-۳-۱- ظرفیت برشی
۲۸۴	۵-۳-۲- حدهای محصوریت

۲۸۴	۲-۳-۵ محاسبه مقاومت برای ستون با سطح مقطع دایره ای
۲۸۵	۴-۳-۵ محاسبه مقاومت برای ستونهای با مقطع مستطیلی
۲۸۶	۴-۵ حدهای مقاومسازی برای ظرفیت بار محوری
۲۸۶	۱-۴-۵ خزش
۲۸۷	۲-۴-۵ خستگی
۲۸۹	فصل پنجم: توسعه های انجمن مهندسين عمران ژاپن در مورد مقاومسازی سازههای بتنی با سیستم FRP
۲۹۰	۱-۵ مقدمه
۲۹۰	۲-۵ سهم FRP در تقویت خمشی
۲۹۱	۳-۵ سهم FRP در تقویت برشی
۲۹۳	۴-۵ سهم FRP در شکل پذیری
۲۹۴	۵-۵ سهم FRP در دوام
۲۹۵	۶-۵ ملاحظات اجرایی
۲۹۵	۷-۵ روشهای آزمایش
۲۹۶	۱-۷-۵ آزمایش نمونه ها جهت تعیین مقاومت کششی
۲۹۶	۲-۷-۵ آزمایش تعیین مقاومت چسبندگی
۲۹۹	فصل ششم: راهنمای طراحی لرزه ای سازه های بتن مسلح با سیستم FRP براساس نشریه انجمن حفاظت ساختمانهای ژاپن در برابر آسیب
۳۰۱	۱-۶ محاسبه و تخمین مقاومت سازه در برابر زلزله
۳۰۳	۲-۶ حدود و حوزه عملکرد راهنما برای مقاومسازی با سیستم FRP
۳۰۳	۳-۶ خصوصیات مواد FRP
۳۰۴	۴-۶ روند طراحی برای مقاومسازی ستونها
۳۰۴	۱-۴-۶ ظرفیت نهایی خمشی ستونها
۳۰۵	۲-۴-۶ ظرفیت برشی نهایی ستونها
۳۰۷	۳-۴-۶ ضرایب شکلی پذیری و شاخص شکلی پذیری ستونها
۳۰۷	۵-۶ روند طراحی برای مقاومسازی تیرها
۳۰۷	۱-۵-۶ ظرفیت نهایی خمشی تیرها

۳۰۸	۶-۵-۲- ظرفیت برشی نهایی تیر
۳۰۸	۶-۶- ضوابط و شرایط خاص
۳۰۸	۶-۶-۱- مقاوم‌سازی بدون برداشتن بتن نهایی قبلی
۳۰۹	۶-۶-۲- سیستم مهاربندی
۳۱۰	۶-۷- نکات اجرایی
۳۱۰	۶-۷-۱- اجرای عملیات مقاوم‌سازی
۳۱۱	۶-۷-۲- صلاحیت و شرایط پیمانکاری
۳۱۳	فصل هفتم: راهنمایی طراحی مقاوم‌سازی سازه‌های بتنی با سیستم FRP براساس کد سوند
۳۱۴	۷-۱- مقدمه
۳۱۴	۷-۲- ملاحظات
۳۱۴	۷-۳- فلسفه مقاوم‌سازی
۳۱۵	۷-۴- ضرایب ایمنی
۳۱۵	۷-۴-۱- مقدمه
۳۱۵	۷-۴-۲- صفحات FRP چسبیده
۳۱۶	۷-۵- طراحی مقاوم‌سازی خمشی
۳۱۶	۷-۵-۱- مقدمه
۳۱۶	۷-۵-۲- فرضیات
۳۱۷	۷-۵-۳- مودهای شکست
۳۱۷	۷-۵-۴- طراحی
۳۱۸	۷-۵-۵- مهاربندی
۳۱۹	۷-۵-۶- ملاحظات ویژه طراحی
۳۱۹	۷-۶- طراحی مقاوم‌سازی برشی
۳۱۹	۷-۶-۱- مقدمه
۳۱۹	۷-۶-۲- فرضیات
۳۲۰	۷-۶-۳- حالت‌های شکست
۳۲۰	۷-۶-۴- طراحی

۳۲۲	۷-۷- طراحی مقاومتسازی پیشگی
۳۲۳	۷-۸- طراحی با ملاحظات خستگی
۳۲۳	۷-۹- اجرای عملیات مقاومتسازی
۳۲۵	فصل هشتم: راهنمای طراحی تقویت سازه‌های بتن مسلح با سیستم FRP براساس آیین نامه کانادا
۳۲۶	۸-۱- مقدمه
۳۲۶	۸-۲- مطالب ساختار و حوزه عمل
۳۲۶	۸-۳- طراحی حالت حادی
۳۲۶	۸-۳-۱- فلسفه طراحی
۳۲۷	۸-۳-۲- شکل پذیری
۳۲۷	۸-۳-۳- ترکیب بارها
۳۲۸	۸-۴- خصوصیات مواد و روشهای آزمایش آن
۳۲۸	۸-۴-۱- خصوصیات مواد FRP
۳۲۸	۸-۴-۲- روشهای آزمایش
۳۲۹	۸-۵- طراحی خمشی و برشی
۳۲۹	۸-۵-۱- ملاحظات خمشی
۳۲۹	۸-۵-۲- کنترل ترک
۳۳۰	۸-۵-۳- کنترل خیز
۳۳۰	۸-۵-۴- ملاحظات برشی
۳۳۰	۸-۶- ضوابط مربوط به طراحی لرزه ای
۳۳۱	۸-۷- دیگر ملاحظات طراحی
۳۳۱	۸-۷-۱- تنشهای حرارتی
۳۳۱	۸-۷-۲- مقاومت در برابر آتش سوزی
۳۳۲	۸-۷-۳- اشعه های ماوراء بنفش
۳۳۲	۸-۸- نکات اجرایی
۳۳۳	فصل نهم: راهنمای طراحی تقویت لرزه‌ای سازه‌های بتن مسلح با سیستم FRP براساس کمیته استاندارد اروپا

۳۳۴	۱-۹- تقویت ستون با دور پیچ FRP
۳۳۴	۱-۱-۹- تقویت برشی
۳۳۵	۱-۲-۹- محصوریت
۳۳۷	۱-۳-۹- همپوشانی وصله کششی
۳۳۹	فصل دهم: ارزیابی سازه‌های بتن مسلح تقویت شده با سیستم FRP براساس ضوابط انجمن مهندسان معمار ژاپن
۳۴۱	۱-۱۰- مقدمه
۳۴۱	۱-۲-۱۰- ملاحظات طراحی
۳۴۵	۱-۳-۱۰- نتیجه گیری
۳۴۷	فصل یازدهم: دستورالعمل بهسازی سازه‌های بتن مسلح با سیستم FRP براساس نشریه ۳۴۵ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
۳۴۸	۱-۱۱- ملاحظات کلی طرح
۳۴۸	۱-۱-۱۱- اصول طراحی
۳۴۹	۱-۲-۱۱- محدودیت‌های مقاوم سازی
۳۴۹	۱-۳-۱۱- تحمل سازه در برابر آتش
۳۵۰	۱-۴-۱۱- مقاومت کلی سازه
۳۵۱	۱-۵-۱۱- کاربردهای لرزه‌ای
۳۵۰	۱-۲-۱۱- انتخاب نوع سیستم FRP
۳۵۰	۱-۲-۱۱- ملاحظات محیطی
۳۵۲	۱-۲-۲-۱۱- ملاحظات بارگذاری
۳۵۲	۱-۲-۳-۱۱- دوام
۳۵۳	۱-۲-۴-۱۱- ملاحظات مربوط به انتخاب پوشش محافظ
۳۵۳	۱-۲-۵-۱۱- خصوصیات مصالح طراحی
۳۵۴	۱-۳-۱۱- تقویت خمشی
۳۵۴	۱-۳-۱۱- کلیات
۳۵۵	۱-۲-۳-۱۱- کاربرد
۳۵۵	۱-۳-۳-۱۱- فرضیات

۳۵۵	۴-۳-۱۱- مقاومت برشی مقطع
۳۵۶	۵-۳-۱۱- کرنش لایه زیرین بتن موجود
۳۵۶	۶-۳-۱۱- ضرایب ایمنی
۳۵۶	۴-۱۱- حالات گسیختگی خمشی
۳۵۷	۱-۴-۱۱- سطح کرنش FRP
۳۵۷	۲-۴-۱۱- سطح تنش FRP
۳۵۷	۳-۴-۱۱- مقاومت نهایی تیرهای مستطیلی
۳۵۸	۴-۴-۱۱- مقاومت نهایی تیرهای مستطیلی دارای فولاد فشاری
۳۵۹	۵-۴-۱۱- مقاومت نهایی تیرهای T شکل
۳۶۰	۵-۱۱- تقویت برشی و تقویت پیچشی
۳۶۰	۱-۵-۱۱- کلیات
۳۶۰	۲-۵-۱۱- ضرایب جزیی ایمنی
۳۶۱	۳-۵-۱۱- تقویت برشی
۳۶۴	۴-۵-۱۱- محدودیت های تقویت برشی
۳۶۴	۵-۵-۱۱- حداکثر تقویت برشی
۳۶۴	۶-۵-۱۱- حداقل تقویت برشی
۳۶۴	۶-۱۱- تقویت پیچشی
۳۶۴	۱-۶-۱۱- کلیات
۳۶۵	۲-۶-۱۱- مدل‌های طراحی مقاطع مستطیلی
۳۶۶	۷-۱۱- تقویت اعضای فشاری
۳۶۶	۱-۷-۱۱- کلیات
۳۶۷	۲-۷-۱۱- ستون‌های گرد کوتاه تحت فشار خاص
۳۶۷	۳-۷-۱۱- محصور شدگی
۳۶۸	۴-۷-۱۱- محدودیت‌های محصور شدگی
۳۶۸	۵-۷-۱۱- مقاومت در برابر بار محوری
۳۶۹	۶-۷-۱۱- ستون‌های مستطیلی کوتاه تحت فشار خاص
۳۶۹	۷-۷-۱۱- محصورشدگی
۳۷۰	۸-۷-۱۱- محدودیت های محصورشدگی

۳۷۰	۱۱-۷-۹- مقاومت در برابر بار محوری
۳۷۰	۱۱-۸- تقویت برشی برای اعضای فشاری
۳۷۰	۱۱-۸-۱- ظرفیت برشی
۳۷۰	۱۱-۸-۲- محدودیت‌های محصورشدگی
۳۷۱	۱۱-۸-۳- محاسبه مقاومت برشی برای ستونهای با مقطع دایره
۳۷۲	۱۱-۸-۴- محاسبه مقاومت برشی برای ستون های با مقطع مستطیلی
۳۷۲	۱۱-۸-۵- محدودیت‌های مقاوم سازی برای ظرفیت بار محوری
۳۷۲	۱۱-۹- خزش
۳۷۳	۱۱-۱۰- خستگی
۳۷۳	۱۱-۱۱- جزئیات تقویت گناری
۳۷۴	۱۱-۱۲- اتصال و جدایش
۳۷۴	۱۱-۱۲-۱- جدایش مصالح FRP
۳۷۵	۱۱-۱۲-۲- جدایش پوشش بتن
۳۷۶	۱۱-۱۲-۳- طول گیرایی
۳۷۷	فصل دوازدهم: مقایسه نتایج آیین نامه‌های مختلف با نتایج آزمایشگاهی
۳۷۸	۱۲-۱- مقدمه
۳۷۹	۱۲-۲- آزمایشهای مقاومسازی خمشی تیرهای بتن مسلح
۳۷۹	۱۲-۲-۱- آزمایش اول مقاومسازی خمشی
۴۰۸	۱۲-۲-۲- آزمایش دوم مقاومسازی خمشی
۴۱۵	۱۲-۲-۳- آزمایش سوم مقاومسازی خمشی
۴۱۹	۱۲-۲-۴- آزمایش چهارم مقاومسازی خمشی
۴۲۳	۱۲-۲-۵- آزمایش پنجم مقاومسازی خمشی
۴۲۷	۱۲-۲-۶- آزمایش ششم مقاومسازی خمشی
۴۳۳	۱۲-۲-۷- آزمایش هفتم مقاومسازی خمشی
۴۳۸	۱۲-۲-۸- آزمایش هشتم مقاومسازی خمشی
۴۴۱	۱۲-۲-۹- آزمایش نهم مقاومسازی خمشی
۴۴۵	۱۲-۲-۱۰- آزمایش دهم مقاومسازی خمشی

۴۴۹	۱۲-۲-۱۱- آزمایش یازدهم مقاومتسازي خمشی
۴۵۲	۱۲-۲-۱۲- آزمایش دوازدهم مقاومتسازي خمشی
۴۵۷	۱۲-۳- آزمایشهای مقاومتسازي برشی تیرهای بتن آرمه
۴۵۷	۱۲-۳-۱- آزمایش اول مقاومتسازي برشی
۴۶۲	۱۲-۳-۲- آزمایش دوم مقاومتسازي برشی
۴۶۷	۱۲-۳-۳- آزمایش سوم مقاومتسازي برشی
۴۷۲	۱۲-۳-۴- آزمایش چهارم مقاومتسازي برشی
۴۷۶	۱۲-۴- آزمایشهای مقاومتسازي فشاری
۴۷۶	۱۲-۴-۱- آزمایش اول مقاومتسازي فشاری
۴۸۰	۱۲-۴-۲- آزمایش دوم مقاومتسازي فشاری
۴۸۲	۱۲-۴-۳- آزمایش سوم مقاومتسازي فشاری
۴۸۵	۱۲-۴-۴- آزمایش چهارم مقاومتسازي فشاری
۴۸۹	فصل سیزدهم : نتیجه گیری
۴۹۰	۱۳-۱- کلیات
۴۹۱	۱۳-۲- نتایج مقاومتسازي خمشی
۴۹۴	۱۳-۳- نتایج مقاومتسازي برشی
۴۹۶	۱۳-۴- نتایج مقاومتسازي فشاری
۴۹۹	مراجع