



شماره ۴۱۷

سرشناسه: فنائی، نادر، ۱۳۵۶ -

عنوان و نام پدیدآور: طراحی انواع اتصالات سازه‌های فولادی به روش ضرایب بار و مقاومت/تالیف نادر فنایی، فرزانه قلمزن اصفهانی.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۶۷۵ ص.: مصور(بخشی رنگی)، جدول(بخشی رنگی)، نمودار(بخشی رنگی).

شابک: 978-600-7867-31-0

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: سازه‌های فولادی جوش شده -- طرح و ساختمان.

موضوع: Welded steel structures -- Design and construction

موضوع: سازه‌های فولادی جوش شده

موضوع: Welded steel structures

موضوع: اتصال‌های جوش شده

موضوع: Welded joints

شناسه افزوده: قلمزن اصفهانی، فرزانه، ۱۳۶۸ -

رده بندی کنگره: ۱۳۹۵ ط۴۸۶/ف/۸۴۸۴ TA

رده بندی دیویی: ۶۲۴/۱۸۲

شماره کتابشناسی ملی: ۴۵۷۰۸۳۴

www.press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: طراحی انواع اتصالات سازه‌های فولادی به روش ضرایب بار و مقاومت

تألیف: دکتر نادر فنایی، مهندس فرزانه قلمزن اصفهانی.

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: بهمن ۱۳۹۵، تهران

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

چاپ: فرشپوه

صحافی: فرشپوه

بها: ۵۰۰۰۰ تومان

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است)

خیابان میرداماد غربی - پلاک ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از چهارراه میرداماد - پلاک ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات

تلفن: ۸۸۷۷۲۲۷۷ راینامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش آنلاین): www.press.kntu.ac.ir

فهرست

فصل اول - اتصالات ساده (مفصلی)	۱۳
۱-۱ مقدمه.....	۱۳
۲-۱ رفتار اتصالات ساده در تیرهای دو سر ساده.....	۱۶
۳-۱ رفتار لرزه‌ای اتصالات ساده در تیرهای دو سر ساده.....	۲۱
۱-۳-۱ نیروهای لرزه‌ای در اتصالات ساده.....	۲۱
۲-۳-۱ دوران‌های لرزه‌ای در اتصالات ساده.....	۲۲
فصل دوم - اتصال با جفت نبشی جان.....	۲۵
۱-۲ مقدمه.....	۲۵
۲-۲ رفتار اتصالات ساده با جفت نبشی جان تحت اثر بار ثقلی.....	۲۸
۳-۲ محل نقطه عطف در اتصالات برشی با جفت نبشی جان.....	۳۱
۴-۲ مودهای گسیختگی اتصال با جفت نبشی جان.....	۳۳
۵-۲ معادلات طراحی شکل‌پذیر اتصالات ساده با جفت نبشی.....	۳۴
۱-۵-۲ تسلیم جفت نبشی‌ها در برش (حالت حدی ۱).....	۳۵
۲-۵-۲ گسیختگی اتکایی جفت نبشی جان، جان تیر یا عضو تکیه‌گاهی (حالت حدی ۲).....	۳۶
۳-۵-۲ گسیختگی در طول لبه در نبشی‌ها و یا در جان تیر (حالت حدی ۳).....	۳۷
۴-۵-۲ شکست سطح خالص جفت نبشی (حالت حدی ۴).....	۳۷
۵-۵-۲ شکست گروهی پیچ‌ها (حالت حدی ۵).....	۳۸
۶-۵-۲ شکست جوش‌ها (حالت حدی ۶).....	۴۰
۷-۵-۲ گسیختگی برشی قالبی نبشی‌های جفت و یا تیر (حالت حدی ۷).....	۴۱
۶-۲ ملاحظات لرزه‌ای برای اتصال برشی با جفت نبشی جان.....	۴۱
۷-۲ رفتار نبشی‌های جفت تحت اثر ترکیب نیروی برشی و نیروی محوری.....	۴۲
۸-۲ طراحی اتصالات با جفت نبشی جان تحت اثر برش و نیروی محوری.....	۴۴
۹-۲ رفتار نبشی‌های جفت تحت اثر دوران‌های چرخه‌ای.....	۵۰
۱۰-۲ روند طراحی اتصال مفصلی (ساده) با جفت نبشی جان.....	۵۱
۱-۱۰-۲ مراحل طراحی.....	۵۲
فصل سوم - اتصال با نبشی نشیمن سخت نشده	۷۹
۱-۳ مقدمه.....	۷۹
۲-۳ مقطع بحرانی برای خمش بال فوقانی نبشی نشیمن.....	۸۱

۸۲	۳-۳ تعیین محل اثر واکنش تکیهگاهی
۸۳	۴-۳ مراحل طراحی
۱۰۳	فصل چهارم - اتصال نشیمن سخت شده
۱۰۳	۱-۴ مقدمه
۱۰۵	۲-۴ مراحل طراحی
۱۰۵	۱-۲-۴ استفاده از سخت کننده‌های با لبه قائم
۱۰۷	۲-۲-۴ استفاده از سخت کننده‌های مثلثی
۱۱۵	فصل پنجم - قاب‌های خمشی
۱۱۵	۱-۵ مقدمه
۱۱۷	۲-۵ قاب خمشی
۱۲۶	۳-۵ قاب خمشی معمولی
۱۲۷	۱-۳-۵ اتصالات تیر به ستون در قاب‌های خمشی معمولی
۱۲۸	۱-۱-۳-۵ اتصالات خمشی صلب (FR)
۱۳۰	۲-۱-۳-۵ اتصالات خمشی نیمه صلب (PR)
۱۳۱	۴-۵ قاب خمشی متوسط
۱۳۹	۱-۴-۵ الزامات اتصال تیر به ستون
۱۳۹	۵-۵ قاب خمشی ویژه
۱۴۰	۱-۵-۵ نسبت لنگر خمشی ستون به لنگر خمشی تیر
۱۴۳	۲-۵-۵ الزامات اساسی اعضا
۱۴۳	۳-۵-۵ بال‌های تیر
۱۴۳	۴-۵-۵ اتصالات تیر به ستون
۱۴۵	۱-۵-۵ چشمه اتصال در قاب‌های خمشی ویژه
۱۴۵	۶-۵ اتصالات گیردار از پیش تأیید شده
۱۴۹	فصل ششم - چشمه اتصال
۱۴۹	۱-۶ مقدمه
۱۵۰	۲-۶ انتقال نیرو در ستون‌های تقویت نشده
۱۵۱	۳-۶ مقاومت مورد نیاز برای حالت حدی موضعی بال و جان
۱۵۴	۴-۶ مقاومت مورد نیاز برای برش چشمه اتصال
۱۵۵	۵-۶ تعیین مقاومت طراحی ستون تقویت نشده

۶-۶ الزامات ویژه بال‌ها و جان مقاطع اعضای تحت اثر بارهای متمرکز مطابق بند ۱۰-۹-۲-۱۰ مبحث	
دهم.....	۱۵۶
۶-۶-۱ خمش موضعی بال در مقابل نیروی متمرکز کششی.....	۱۵۷
۶-۶-۲ تسلیم موضعی جان در مقابل نیروی متمرکز کششی و فشاری.....	۱۵۹
۶-۶-۳ لهیدگی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری.....	۱۶۱
۶-۶-۴ کمانش جانبی جان در مقابل نیروی متمرکز فشاری.....	۱۶۲
۶-۶-۵ کمانش فشاری جان در مقابل یک جفت نیروی متمرکز متقابل فشاری.....	۱۶۴
۶-۶-۶ برش در چشمه اتصال.....	۱۶۶
۶-۷ الزامات سختی مقطع ستون.....	۱۶۸
۶-۸ تقویت ستون.....	۱۶۸
۶-۸-۱ انتقال نیرو در ستون‌های سخت شده.....	۱۷۲
۶-۹ مقاومت مورد نیاز برای ورق‌های پیوستگی.....	۱۷۲
۶-۱۰ مقاومت مورد نیاز برای ورق‌های مضاعف جان.....	۱۷۳
۶-۱۱ طراحی ورق‌های پیوستگی.....	۱۷۳
۶-۱۱-۱ ضخامت ورق پیوستگی.....	۱۷۴
۶-۱۱-۲ طول ورق پیوستگی.....	۱۷۵
۶-۱۲ طراحی اتصالات ورق پیوستگی.....	۱۷۸
۶-۱۲-۱ اتصال ورق پیوستگی به بال ستون.....	۱۷۸
۶-۱۲-۲ اتصال ورق پیوستگی به جان ستون.....	۱۷۹
۶-۱۳ الزامات ورق‌های پیوستگی در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه.....	۱۸۳
۶-۱۴ طراحی ورق‌های مضاعف جان.....	۱۸۷
۶-۱۴-۱ ابعاد ورق‌های مضاعف جان.....	۱۸۷
۶-۱۴-۲ ضخامت ورق‌های مضاعف جان.....	۱۹۰
۶-۱۴-۳ اتصال ورق‌های مضاعف جان به ستون در امتداد لبه‌های بال ستون.....	۱۹۵
۶-۱۴-۴ اتصال ورق‌های مضاعف جان در راستای لبه‌های بالا و پایین.....	۱۹۷
۶-۱۵ اجرای ورق‌های پیوستگی ستون برای تیرهای با ارتفاع مختلف.....	۱۹۷
۶-۱۵-۱ سخت‌کننده‌های ستون برای اتصالات خمشی حول محور ضعیف.....	۲۰۰
۶-۱۵-۲ سخت‌کننده ستون برای اتصال خمشی همزمان حول محور قوی و محور ضعیف.....	۲۰۱
۶-۱۶ سخت‌کننده قطری.....	۲۰۳

۲۰۷	فصل هفتم - مهار
۲۰۷	۱-۷ مقدمه
۲۱۲	۲-۷ مهار جانبی ستون
۲۱۲	۱-۲-۷ مهار نسبی ستون
۲۱۲	۲-۲-۷ مهار گره‌ای ستون
۲۱۳	۳-۷ مهارهای تیر
۲۱۴	۱-۳-۷ مهار جانبی تیر
۲۱۶	۲-۳-۷ مهار پیچشی تیر
۲۱۹	۴-۷ مهار تیرستون‌ها
۲۲۰	۵-۷ اعضای با شکل‌پذیری متوسط و زیاد
۲۲۰	۱-۵-۷ اعضای با شکل‌پذیری متوسط
۲۲۲	۲-۵-۷ اعضای با شکل‌پذیری زیاد
۲۲۲	۳-۵-۷ مهار ویژه در محل مفصل پلاستیک
۲۲۴	۶-۷ مهارهای پایدار کننده در اتصالات تیر به ستون
۲۳۷	فصل هشتم - اتصال مستقیم تیر با مقطع کاهش یافته (RBS)
۲۳۷	۱-۸ مقدمه
۲۳۸	۲-۸ جزئیات اتصال
۲۴۰	۳-۸ محدودیت‌های تیر و ستون
۲۴۰	۴-۸ محل تشکیل مفصل پلاستیک
۲۴۱	۵-۸ مراحل طراحی
۲۴۱	۱-۵-۸ طراحی برای خمش
۲-۸-۳-۱۰	نحوه محاسبه مقاومت خمشی مورد نیاز در محل اتصال تیر به ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۲
۲۴۲	مبحث دهم
۲۴۴	۶-۸ طراحی اتصال برای برش
۲۴۵	۷-۸ نیروی برشی مورد نیاز اتصال
۲۴۵	۸-۸ روند طراحی
۲۴۹	۹-۸ کنترل تغییر مکان جانبی نسبی طبقه
۲۴۹	۱۰-۸ کنترل چشمه اتصال

فصل نهم- اتصال فلنجی چهار پیچی بدون استفاده از ورق لچکی (BUEEP).....	۲۷۵
۱-۹ مقدمه.....	۲۷۵
۲-۹ جزئیات اتصال.....	۲۷۶
۱-۲-۹ محدودیت‌های تیر و ستون.....	۲۷۸
۳-۹ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....	۲۷۹
۴-۹ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۳ (پ) مبحث دهم.....	۲۷۹
۵-۹ ضرایب کاهش مقاومت.....	۲۸۱
۱-۵-۹ روند طراحی.....	۲۸۲
۲-۵-۹ طراحی ستون متصل به ورق انتهایی.....	۲۸۶
فصل دهم- اتصال فلنجی چهار پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP).....	۳۱۵
۱-۱۰ مقدمه.....	۳۱۵
۲-۱۰ جزئیات اتصال.....	۳۱۸
۱-۲-۱۰ محدودیت‌های تیر و ستون.....	۳۱۹
۳-۱۰ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....	۳۲۰
۴-۱۰ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۳ (پ) مبحث دهم.....	۳۲۰
۵-۱۰ ضرایب کاهش مقاومت.....	۳۲۲
۱-۵-۱۰ روند طراحی.....	۳۲۳
۲-۵-۱۰ طراحی ستون متصل به ورق انتهایی.....	۳۲۹
فصل یازدهم- اتصال فلنجی هشت پیچی با استفاده از ورق لچکی (BSEEP).....	۳۵۵
۱-۱۱ مقدمه.....	۳۵۵
۲-۱۱ جزئیات اتصال.....	۳۵۸
۱-۲-۱۱ محدودیت‌های تیر و ستون.....	۳۵۹
۳-۱۱ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....	۳۶۰
۴-۱۱ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۳ (پ) مبحث دهم.....	۳۶۰
۵-۱۱ ضرایب کاهش مقاومت.....	۳۶۲
۱-۵-۱۱ روند طراحی.....	۳۶۲
۲-۵-۱۱ طراحی ستون متصل به ورق انتهایی.....	۳۶۹
فصل دوازدهم- اتصال پیچی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (BFP).....	۳۹۹
۱-۱۲ مقدمه.....	۳۹۹

۴۰۰	۲-۱۲ محدودیت‌های تیر و ستون.....
۴۰۱	۳-۱۲ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....
۴۰۱	۴-۱۲ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۳ (پ) مبحث دهم.....
۴۰۳	۵-۱۲ طراحی ورق‌های روسری و زیرسری.....
۴۰۳	۱-۵-۱۲ ضرایب کاهش مقاومت.....
۴۰۳	۲-۵-۱۲ روند طراحی.....
۴۱۲	۶-۱۲ طراحی ورق تکی جان.....
۴۱۲	۱-۶-۱۲ ضرایب کاهش مقاومت.....
۴۱۲	۲-۶-۱۲ روند طراحی ورق جان.....
۴۴۹	فصل سیزدهم - اتصال گیردار جوشی به کمک ورق‌های روسری و زیرسری (WFP).....
۴۴۹	۱-۱۳ مقدمه.....
۴۵۰	۲-۱۳ محدودیت‌های تیر و ستون.....
۴۵۰	۳-۱۳ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....
۴۵۱	۴-۱۳ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون مطابق بند ۱۰-۳-۸-۳ (پ) مبحث دهم.....
۴۵۳	۵-۱۳ طراحی ورق‌های روسری و زیرسری.....
۴۵۳	۱-۵-۱۳ روند طراحی.....
۴۵۶	۶-۱۳ طراحی ورق (یا ورق‌های) جان.....
۴۵۶	۱-۶-۱۳ روند طراحی.....
۴۸۳	فصل چهاردهم - اتصال گیردار تقویت نشده جوشی (WUF-W).....
۴۸۳	۱-۱۴ مقدمه.....
۴۸۴	۲-۱۴ محدودیت‌های تیر و ستون.....
۴۸۶	۳-۱۴ محل تشکیل مفصل پلاستیک.....
۴۸۶	۴-۱۴ محدودیت‌های هندسی ورق تکی جان.....
۴۸۷	۵-۱۴ فرایند طراحی.....
۵۰۹	فصل پانزدهم - اتصال ورق گاست.....
۵۰۹	۱-۱۵ مقدمه.....
۵۱۰	۲-۱۵ رفتار لرزه‌ای ورق گاست.....
۵۱۹	۳-۱۵ طراحی ورق‌های گاست با روش نیروی یکنواخت.....
۵۲۰	۱-۳-۱۵ روش نیروی یکنواخت (UFM).....

۵۲۲	۴-۱۵ جایگزین‌ها برای روش نیروی یکنواخت.....
۵۲۲	۵-۱۵ روش KISS.....
۵۲۳	۶-۱۵ روش نیروی موازی.....
۵۲۴	۷-۱۵ روش تشابه خرپا.....
۵۲۵	۸-۱۵ روش عمومی نیروی یکنواخت.....
۵۲۶	۱-۸-۱۵ تیر.....
۵۲۶	۲-۸-۱۵ ورق گاست.....
۵۲۷	۳-۸-۱۵ ستون.....
۵۲۸	۹-۱۵ توزیع نیرو.....
۵۲۹	۱-۹-۱۵ لنگر ستون.....
۵۳۳	۱۰-۱۵ مقاومت مورد نیاز در اتصالات مهاربندی.....
۵۳۳	۱-۱۰-۱۵ قاب مهاربندی شده همگرای معمولی.....
۵۳۴	۲-۱۰-۱۵ قاب مهاربندی شده همگرای ویژه.....
۵۳۵	۳-۱۰-۱۵ قاب مهاربندی شده واگرا.....
۵۳۶	۱۱-۱۵ هندسه ورق گاست.....
۵۴۰	۱-۱۱-۱۵ انتخاب طول ناحیه مفصلی.....
۵۴۲	۲-۱۱-۱۵ محاسبه عرض ورق گاست در ناحیه مفصلی (W) و ضخامت آن (tg).....
۵۴۴	۳-۱۱-۱۵ محاسبه‌ی زوایای لبه ورق گاست با محور مهاربند.....
۵۴۵	۴-۱۱-۱۵ تعیین ابعاد ورق گاست.....
۵۵۰	۱۲-۱۵ روند طراحی.....
۵۷۳	فصل شانزدهم - اتصالات کف ستون فولادی
۵۷۳	۱-۱۶ جزئیات اتصال.....
۵۷۴	۲-۱۶ طراحی کف ستون.....
۵۷۶	۱-۲-۱۶ کف ستون تحت اثر بار محوری فشاری.....
۵۷۶	۱-۱-۲-۱۶ حد اتکای بتن.....
۵۷۹	۲-۱-۲-۱۶ حد تسلیم کف ستون.....
۵۸۳	۲-۲-۱۶ طراحی در برابر نیروی محوری - لنگر خمشی.....
۵۹۴	۳-۲-۱۶ طراحی سخت کننده‌ها و ضخامت کف ستون.....
۵۹۸	۴-۲-۱۶ حد گسیختگی میل‌ها در کشش.....

۶۰۰	.....۱۶-۲-۵ طراحی در برابر برش
۶۰۱	.....۱۶-۲-۶ ملاحظات لرزه‌های
۶۰۲	.....۱۶-۲-۷ روند کلی طراحی
۶۳۳	پیوست اول - تعیین فشردگی لرزه‌ای مقاطع IPE و IPB و نبشی‌های بال مساوی و ناودانی UNP
۶۳۳	..... ۱-۱ مقدمه
۶۳۷	..... ۲-۱ بررسی مدول الاستیسیته و تنش تسلیم فولادهای ST37 و ST52
۶۳۷	..... ۳-۱ مقطع فشرده لرزه ای
۶۴۱	..... ۴-۱ بررسی شکل‌پذیری مقاطع نورد شده IPE، IPB، ناودانی و نبشی با بال مساوی
۶۴۹	پیوست دوم - اتصال خمشی براکت پیچ شده کایزر (KBB)
۶۴۹	..... ۱-۲ مقدمه
۶۵۱	..... ۲-۲ محدودیت‌های تیر و ستون
۶۵۱	..... ۳-۲ محدودیت‌های براکت
۶۵۲	..... ۴-۲ محل تشکیل مفصل پلاستیک
۶۵۲	..... ۵-۲ جزئیات اتصال
۶۵۵	..... ۶-۲ مقاومت خمشی و برشی مورد نیاز در بر ستون
۶۵۷	..... ۷-۲ روند طراحی
۶۵۷	..... ۱-۷-۲ طراحی براکت
۶۶۳	..... ۲-۷-۲ اتصال جان تیر به بال ستون
۶۶۷	پیوست سوم - ورق‌های گاست متصل شده به تیرهای زاویه‌دار
۶۶۷	..... ۱-۳ مقدمه
۶۶۹	..... ۲-۳ ابعاد ورق گاست برای حالت‌های اتصال ورق گاست به تیر زاویه‌دار
۶۷۱	..... ۱-۲-۳ تعیین ابعاد ورق گاست در صورتی که نقطه تقاطع خط آزاد خمش روی تیر باشد
۶۷۲	..... ۲-۲-۳ تعیین ابعاد ورق گاست در صورتی که نقطه تقاطع خط آزاد خمش روی ستون باشد
۶۷۴	..... مراجع