دانشکده مهندسی عمران

ارزیابی لرزه ای اتصالات مهاربندها در سیستم قاب فولادی سبک

پایان نامه برای دریافت درجه ی کارشناسی ارشد

نام دانشجو : آرزو محمدی

استاد راهنما:دکتر علی جعفروند

استاد مشاور: دکتر حمیدرضا وثوقی فر

اسفند ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

باسپاس از **لطف و عنایت الهی** که هرچه دارم ثمره ی رحمت اوست.

برخود لازم می دانم تا سپاس خود را نثار آنانی کنم که مرا در رسیدن به این صفحه از پایان نامه یاری کرده اند.

از کمک های بی شائبه ی استاد عزیزم **جناب آقای دکتر علی جعفروند** تشکر می کنم که در تمامی لحظه های انجام این پایان نامه بنده را با صبر و شکیبایی یاری کرده اند.

از **جناب آقای دکتر وثوقی فر** که زحمت مشاوره ی این پایان نامه را بر عهده داشتند قدردانی می نمایم.

همچنین از تمامی اساتیدم در دوران تحصیل **آقایان دکتر ناصر اسدی، دکتر احمدی و دکتر اشتری** که همواره از راهنمایی های ایشان بهره بردم تشکر می کنم.

سپس از **پدر و مادر عزیزم** سپاس گزارم که همواره مایه ی امید و دلگرمی من در زندگی بوده اند.

چکیده

در سال های اخیر استفاده از قاب فولادی سبک در ساخت و سازهای بسیاری از کشورهای دنیا رواج قابل توجهی داشته است.سیستم مزبور ابتدا به عنوان اعضای غیر سازه ای به کار می رفته و بیشتر نقش جداکننده ی فضاهای داخلی را در ساختمان ها داشته است . اما امروزه به عنوان اعضای باربر در اسکلت ساختمان ها به کار گرفته می شود.

اعضای اصلی تشکیل دهنده ی قاب فولادی سرد نورد شده شامل اعضای قائم(Stud) ،اعضای افقی(runner) و مهاربندها می باشند. اعضای قائم به فاصله ۶۰ سانتی متر از همدیگر و درون اعضای افقی قرار می گیرند . اعضای افقی در دو سمت اعضای قائم رابط میان کف و بام می باشند . مهارها نیز مانند سایر سیستم های سازه ای به منظور تامین پایداری جانبی به کار می روند.

با توسعه ی سیستم سرد نورد شده ، تفاوتهایی در نحوه ی اتصالات موجود میان سیستم های آمریکایی و نیوزیلندی ایجاد شد، بنابراین در این تحقیق به بررسی نحوه ی اتصالات مختلف مهاربندها به قاب سازه ای پرداخته خواهد شد. بدین منظور قاب های فولادی سرد نورد شده تحت بارگذاری چرخه ای بر اساس روش B از آیین نامه ASTM-E2126قرار گرفته اند. قاب ها به ابعاد 2.4×2.4 متر با نرم افزار ABAQUS 6.10 مدل سازی شده اند.در این مدل ها مهارها به دو صورت مستقیم (بدون ورق اتصال) و با ورق اتصال(لچکی و مربعی) در یک طرف و دو طرف قاب به اعضای قائم متصل شده اند. اعضای قائم نیز به دو صورت (از پروفیل تک و پروفیل دوبل) طراحی شده اند.

تحلیل ها در دو مرحله انجام شده اند : در مرحله اول به بررسی نحوه ی اتصال مهارها پرداخته شده و در مرحله دوم شکل پروفیل اعضای قائم و ابعاد مهارها بر روی اتصالات مرحله اول مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج تحلیل در مرحله ی اول نشان داده اند از میان مدل هایی که مهاربندها در آنها به صورت مستقیم به قاب وصل شده اند و مدل هایی که مهارها با ورق اتصال به قاب متصل شده اند،قابهایی با ورق اتصال مربعی دارای عملکرد بهتری می باشد. همچنین مشاهده شده است مدل هایی با اعضای قائم دوبل و مهارهای دو طرفه دارای مقاومت و سختی بیشتری می باشند .

نتایج تحلیل در مرحله ی دوم حاکی از آن است که تغییر در شکل پروفیل اعضای قائم تفاوت قابل ملاحظه ای بر مقاومت و سختی قابها نداشته است .

برای قابهایی با سطح مقطع مهاربندهای مساوی ، قابهایی که ضخامت مهارها در آن ها بیش از ضخامت اعضای قائم بوده عملکرد بهتری داشته اند.

کلمات کلیدی: ارزیابی،رفتار لرزه ای، قاب فولادی ،سرد نورد شده،مهاربندی،اتصالات

فهرست مطالب

فصل ۱ : سازه های فولادی سرد نورد شده ۱

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲ تعریف اصطلاحات عمومی..... ۳

۱-۲-۱ اعضای سازه ای فولادی سرد نورد شده..... ۳

۱-۲-۲ اعضای ناودانی هادی (Runner)..... ۳

۱-۲-۳ اعضای قائم (Stud)..... ۳

۱-۲-۴ مهاربند تسمه ای (Strap Brace)..... ۳

۱-۲-۵ ضخامتt ۳

۱-۲-۶ کمانش پیچشی – خمشی ۴

۱-۲-۷ روشهای شکل دادن ۴

۱-۲-۸ نقطه جاری شدن Fy ۴

۱-۲-۹ نقطه جاری شدن، مقاومت کششی و منحنی تنش – کرنش ۵

۱-۳ ویژگی های مصالح سرد نورد شده..... ۵

۱-۴ انواع مقاطع سرد نورد شده و کاربردهای آنها..... ۵

۱-۴-۱ اعضای قابی سازه ای منفرد..... ۵

۱-۴-۲ پانلها و عرشه ها..... ۶

۱ -۵ ویژگی مصالح استفاده شده در ساختمان های فولادی سرد نورد شده ۹

۱-۵-۱ نقطه جاری شدن، مقاومت کششی و منحنی تنش – کرنش..... ۱۰

۱-۵-۲ شکل پذیری..... ۱۱

۱-۵-۳ تاثیر کار سرد بر خواص مکانیکی فولاد ۱۲

۱-۵-۳-۱ استفاده از شکل دهی بوسیله کارسرد..... ۱۴

۱-۵-۳-۲ تنش های پس ماند ناشی از کارسرد..... ۱۵

۱-۵-۴ مقاومت اجزای نازک و معیارهای طراحی..... ۱۷
۱-۵-۴-۱ کمانش موضعی و مقاومت پس از کمانش اجزای نازک فشاری ۱۸
۱-۵-۴-۲ سختی پیچشی..... ۱۹
۱-۵-۴-۳ ملاحظات مربوط به محدوده های ضخامت ۲۰
۱-۵-۴-۳-۱ حداکثر نسبت عرض قسمت صاف به ضخامت..... ۲۰
۱-۵-۴-۳-۲ حداکثر نسبت عمق به ضخامت جان..... ۲۱
۱ -۶ ساختمان های فلزی استاندارد ساخته شده و خانه سازی صنعتی..... ۲۲
۱-۷ دیافراگم های برشی فولادی و سازه های پوسته ای بام ۲۴
۱-۷-۱ دیافراگم های برشی فولادی ۲۴
۱-۷-۲ سازه های پوسته ای بام..... ۲۵
۱-۷-۲-۱ بام های با ورق تا شده..... ۲۵
۱-۷-۲-۲ مزیتهای بامهای با ورق تا شده فولادی..... ۲۶
۱-۷-۲-۳ انواع بام های با ورق تاشده..... ۲۶
۱-۷-۲-۴ بامهای خرپایی با ورق تاشده..... ۲۸
۱-۷-۳ بام های سهمیگون ۲۸
۱-۸ تحقیقات و ضوابط طراحی..... ۲۹

فصل ۲ : دیوارهای سرد نورد شده ۳۲

۲-۱ مقدمه..... ۳۳
۲-۲ مشخصه های دیوارهای سرد نورد شده..... ۳۴
۲-۳ سیستم های لرزه بر در سازه های LSF..... ۳۵
۲-۳-۱ دیوار برشی..... ۳۵
۲-۳-۲ قاب مهاربندی شده با تسمه قطری..... ۳۶
۲-۴ تاریخچه تحقیقات دیوارهای سرد نورد شده..... ۳۶

فصل ۳ : روش های ارزیابی مشخصات لرزه ای سازه ها ٤٣

۳-۱ – مقدمه..... ۴۴

۳-۲ اعضای سازه ای اصلی و غیراصلی..... ۴۴

۳-۳ رفتار اجزای سازه ۴۵

۳-۳-۱ رفتار شکل پذیر..... ۴۵

۳-۳-۲ رفتار نیمه شکل پذیر..... ۴۶

۳-۲-۳ رفتار ترد ۴۶

۳-۳ سطوح عملکرد ۴۷

۳-۴ روش های تحلیل سازه ۴۸

۳-۴-۱ تحلیل های غیر خطی ۴۸

۳-۴-۱-۱ تحلیل های غیر خطی دینامیکی NDA..... ۴۹

۳-۴-۱-۱-۱ تحلیل دینامیکی با استفاده از طیف پاسخ غیر خطی RSA ۵۰

۳-۴-۱-۱-۲ تحلیل دینامیکی افزایشی IDA ۵۰

۳-۴-۱-۱-۳ تحلیل تاریخچه زمانی غیر خطی RHA ۵۱

۳-۴-۲ تحلیل استاتیکی غیر خطی(پوش اور)..... ۵۲

۳-۴-۲-۱ فرضیات روش تحلیل استاتیکی غیر خطی..... ۵۳

۳-۴-۲-۲ فرایند تحلیل استاتیکی غیر خطی درنرم افزار..... ۵۴

فصل ٤ : معرفی مدل ها و بررسی رفتار آن ها ٥٥

۴-۱ مقدمه..... ۵۶

۴-۲ معرفی قاب های مدل سازی شده ۵۶

۴-۲-۱معرفی مقاطع..... ۵۸

۴-۲-۲ ویژگی مصالح..... ۵۹

۴-۳ بارگذاری ۵۹
۴-۴ روش ASTM-E2126 ..... ۶۰
۴-۴-۱ روش B آیین نامه یASTM E2126 ..... ۶۱
۴-۵ مدل های تحلیل شده ۶۳
۴ -۵-۱ انتخاب نرم افزار و معرفی آن ۶۶
۴-۵-۲ هندسه مجزا ۶۷
۴-۵-۳ معرفی مدل و نوع تحلیل در نرم افزار ۶۸
۴-۶ خروجی های تحلیل..... ۶۹
۴-۶-۱ اشکال مربوط به تنش ها و نمودارهای چرخه ای ۷۱
۴-۶-۱-۱ اشکال مربوط به تنش های ایجاد شده در قاب های تحلیل شده..... ۷۱
۴-۶-۱-۲ اشکال مربوط به ایجاد نواحی پلاستیک در قاب های تحلیل شده..... ۷۶
۴-۶-۱-۳ منحنی های چرخه ای قاب های تحلیل شده ۸۱
۴-۶-۲سری دوم خروجی ها ۸۶
۴-۶-۲-۱ نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی ۹۴
۴-۶-۲-۲ مقایسه ی موردی نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی..... ۹۶
۴-۶-۲-۳ مقایسه ی نتایج..... ۹۸

فصل ۵ : کنترل و باز بینی مدل ها..... ۱۰۲

۵-۱ مقدمه ۱۰۳
۵-۲ کنترل مدل..... ۱۰۳
۵-۲-۱ کنترل ابعاد مش..... ۱۰۴
۵-۲-۱-۱ نمودارها..... ۱۰۴
۵-۲-۱-۱-۱ نمونه ی اول..... ۱۰۵
۵-۲-۱-۱-۲ نمونه ی دوم ۱۰۶

۵-۳ مقایسه ی آماری مدل تحلیلی با مدل آزمایشگاهی به کمک نرم افزار SPSS ۱۰۷

۵-۳-۱ نتایج تست Mann-Whitney ۱۰۸

فصل ٦ : نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۱۰

مراجع..... ۱۱۳

پیوست..... ۱۱۹

فهرست اشکال

فصل ۱ : سازه های فولادی سرد نورد شده ۱

شکل۱-۱ تعدادی از مقاطع سرد نورد شده که مورد استفاده در قاب های سازه ای..... ۵

شکل ۱- ۲ عرشه ها،پانل ها و ورقهای موجدار..... ۶

شکل۱-۳ پانل های کف سلولی(شرکتH.H.Robertson)..... ۷

شکل ۱-۴ پانل های فولادی سردنورد شده مورد استفاده در بام ۷

شکل۱-۵ عبور لوله های تأسیسات از سوراخ های پروفیل سرد نورد شده..... ۸

شکل ۱-۶ جایگذاری بخشی ازدیوار پانلی مرکب پیش ساخته ۸

شکل ۱-۷ استفاده از عایق صوتی و حرارتی در بام سیستم..... ۹

شکل ۱-۸ منحنی های تنش-کرنش ورق یا نوارهای فولادی کربنی (a)تسلیم بارز،(b) تسلیم تدریجی..... ۱۰

شکل ۱-۹ توزیع تنش پسماند اندازه گیری شده در سطوح بیرونی (a) و داخلی (b) ۱۶

شکل ۱-۱۰ کمانش موضعی اجزای فشاری (a)در تیرها و(b) ستونها..... ۱۷

شکل ۱-۱۱ مدهای کمانش یک ناودانی تحت فشار ۱۹

شکل ۱-۱۲ مدهای کمانش یک ناودانی تحت خمش ۱۹

شکل ۱-۱۳ پیچش تیر با مقطع ناودانی شکل بارگذاری شده..... ۲۰

شکل ۱-۱۴ ساختمان به طور کامل تشکیل شده از مقاطع فولادی سرد نورد شده..... ۲۲

شکل ۱-۱۵ اتصال قطعات پیش ساخته در محل..... ۲۳

شکل ۱-۱۶ دیافراگم برشی..... ۲۴

شکل ۱-۱۷ پانل های فولادی سرد نورد شده در بام با ورق تا شده (شرکتH.H. Robertson)..... ۲۶

شکل ۱-۱۸ سازه با ورق تا شده..... ۲۷

شکل ۱-۱۹ اعضای سرد نورد شده مورد استفاده در شبکه ی فضایی شرکت تولیدی (Butler) ۲۸

شکل ۱-۲۰ بام سهمیگون عرشه ی فولادی ورقه ای جوش شده..... ۲۹

فصل ۲ : دیوارهای سرد نورد شده ۳۲

شکل۲-۱ اجرای پوشش داخلی با گچ برگ ،اجرای نمای آجری،اجرای پوشش خارجی سیمان برگ ۳۴

شکل ۲-۲ نمونه ی 2.44 × 2.44 تحت بار سیکلی ۳۷

شکل۲-۳ قاب همراه با پوشش OSB ۳۸

شکل ۲-۴ بررسی قاب روی میز لرزه ای با حضور پوشش ۴۱

فصل ۳ : روش های ارزیابی مشخصات لرزه ای سازه ها ٤۳

شکل ۳-۱ منحنی رفتار عضو شکل پذیر..... ۴۵

شکل ۳-۲ منحنی رفتار نیمه شکل پذیر..... ۴۶

شکل ۳-۳ منحنی رفتار ترد..... ۴۷

شکل ۳-۴ منحنی رفتارخطی و غیر خطی..... ۴۸

شکل ۳-۵ منحنی پوش آور..... ۵۳

فصل ٤ : معرفی مدل ها و بررسی رفتار آن ها ۵۵

شکل ۴-۱ معرفی اعضای قاب مهاربندی سرد نورد شده ۵۷

شکل ۴-۲ نحوه ی بارگذاری به روش B از ASTM-E2126 ..... ۶۰

شکل ۴-۳ منحنی پوش ۶۰

شکل۴-۴ نحوه ی اعمال تغییر مکان رفت و برگشتی به روش B از ASTM-E2126 ..... ۶۲

شکل ۴-۵ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-SE ۷۱

شکل ۴-۶ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-SE2..... ۷۱

شکل۴-۷ تنش های ایجاد شده در مدل C-B2-SE2..... ۷۲.

شکل ۴-۸ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-K-SE..... ۷۲

شکل ۴-۹ تنش های ایجاد شده در مدل C-B2-K-SE2 ..... ۷۳
شکل ۴-۱۰ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-G-SE ۷۳
شکل ۴-۱۱ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-M ۷۴
شکل ۴-۱۲ تنش های ایجاد شده در مدل C-B-M2 ..... ۷۴
شکل ۴-۱۳ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-SE ۷۶
شکل ۴-۱۴ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-SE2 ..... ۷۶
شکل۴-۱۵ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B2-SE2 ..... ۷۷
شکل۴-۱۶ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-K-SE ۷۸
شکل۴-۱۷ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B2-K-SE2 ..... ۷۸
شکل۴-۱۸ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-G-SE ۷۹
شکل۴-۱۹ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-M ۸۰
شکل۴-۲۰ ناحیه ی تشکیل مفاصل پلاستیک مدل C-B-M2 ..... ۸۰
شکل۴-۲۱ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-SE ۸۱
شکل۴-۲۲ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-SE2 ..... ۸۲
شکل۴-۲۳ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B2-SE2 ..... ۸۲
شکل۴-۲۴ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-K-SE ۸۳
شکل۴-۲۵ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B2-K-SE2 ..... ۸۳
شکل۴-۲۶ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-G-SE ۸۴
شکل۴-۲۷ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-M ۸۴
شکل۴-۲۸ منحنی هیزترزیس برای مدل C-B-M2 ..... ۸۵
شکل۴-۲۹ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-B-SE ۸۶
شکل۴-۳۰ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-B-SE2 ..... ۸۶
شکل۴-۳۱ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-B2-SE2 ..... ۸۷
شکل۴-۳۲ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-B-K-SE ۸۷

شکل۴-۳۳ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل مدل C-B2-K-SE2 ..... ۸۸
شکل۴-۳۴ منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-B-G-SE ۸۸
شکل۴-۳۵ منحنی پوش دو خطی شده برایC-B-M ۸۹
شکل۴-۳۶ منحنی پوش دو خطی شده برای مدلC-B-M 2 ..... ۸۹
شکل ۴-۳۷ نمودارهای بار – تغییر مکان برای مدل های آزمایشگاهی با اتصال مستقیم مهار به قاب ۹۴
شکل ۴-۳۸ نمودارهای بار – تغییر مکان برای مدل های آزمایشگاهی با ورق اتصال ۹۴
شکل ۴-۳۹ مقایسه ی نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی برای مدل C-B-M..... ۹۶
شکل ۴-۴۰ مقایسه ی نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی برای مدل C-B2-K-SE2..... ۹۶
شکل ۴-۴۱ مقایسه ی نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی برای مدل C-B-SE2 ..... ۹۷
شکل ۴-۴۲ مقایسه ی نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی برای مدل C-B-K-SE2 ..... ۹۷
شکل۴-۴۳ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-SE ۹۸
شکل ۴-۴۴ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-SE2 ..... ۹۸
شکل ۴-۴۵ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-K-SE ۹۹
شکل ۴- ۴۶مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B2-K-SE2 ..... ۹۹
شکل ۴-۴۷ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-G-SE..... ۱۰۰
شکل ۴-۴۸ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-M..... ۱۰۰
شکل۴-۴۹ مقایسه نتایج تحلیل برای مدل C-B-M2 ..... ۱۰۱

فصل ۵ : کنترل و باز بینی مدل ها..... ۱۰۲

شکل ۵-۱ نمودار انرژی داخلی برای مدل C-B-K-SE ۱۰۵
شکل ۵-۲ نمودار انرژی کرنش مصنوعی برای مدل C-B-K-SE ۱۰۵
شکل ۵-۱ انرژی کرنش مصنوعی ۰/۶ درصد از انرژی داخلی برای مدل C-B-K-SE ۱۰۵
شکل ۵-۴ نمودار نمودار انرژی کرنش مصنوعی برای مدل C-B-SE ۱۰۶

شکل ۵-۵ نمودار انرژی داخلی برای مدل C-B-SE ۱۰۶
شکل ۵-۶ انرژی کرنش مصنوعی ۰/۵۲ درصد از انرژی داخلی برای مدل C-B-SE ۱۰۶

فصل ٦ : نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۱۰

مراجع ۱۱٤

پیوست..... ۱۱۹

منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br-SE ۱۲۰
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Brc-SE ۱۲۰
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br-SE2 ..... ۱۲۰
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br2-SE2..... ۱۲۱
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Brc2-SE2 ..... ۱۲۱
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br-K-SE ۱۲۱
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Brc2-K-SE2 ..... ۱۲۲
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br2-K-SE2 ..... ۱۲۲
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br2-K-SE2 ..... ۱۲۲
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br-G-SE ۱۲۳
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Brc-G-SE ۱۲۳
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Br-M ۱۲۳
منحنی پوش دو خطی شده برای C-Br-M2 ..... ۱۲۴
منحنی پوش دو خطی شده برای مدل C-Brc-M2 .....۱۲۴

فهرست جداول

فصل ٤ : معرفی مدل ها و بررسی رفتار آن ها ۵۵

جدول۴-۱ ویژگی مصالح..... ۵۹

جدول ۴-۲ الگوی بارگذاری به روش B از ASTM-E2126..... ۶۲

جدول ۴-۳ معرفی و نام گذاری مدلهای تحلیل شده..... ۶۶-۶۳

جدول ۴-۴ الف) پارامترهای حاصل از منحنی پوش دو خطی شده برای سری اول ۹۰

جدول ۴-۴ ب) پارامترهای حاصل از منحنی پوش دو خطی شده برای سری دوم ۹۱

جدول ۴-۴ ج) پارامترهای حاصل از منحنی پوش دو خطی شده برای سری سوم ۹۲

جدول ۴-۴ د) پارامترهای حاصل از منحنی پوش دو خطی شده برای سری سوم ۹۳

فصل ۵ : کنترل و باز بینی مدل ها..... ۱۰۲

جدول ۵-۱ مقادیر p-value حاصل از تست Mann-Whitney برای قابهای سری اول..... ۱۰۷

جدول ۵-۲- الف پارامترهای آماری برای مدلC-B-SE ۱۰۸

جدول جدول ۵-۲ -ب نتیجه ی تست برای مدلC-B-SE ۱۰۸

جدول ۵-۳- الف پارامترهای آماری برای مدلC-B-K-SE ۱۰۸

جدول ۵-۳-ب نتیجه ی تست برای مدلC-B-K-SE ۱۰۹

فصل اول

سازه های فولادی سرد نورد شده

۱-۱ مقدمه

در ساختمان های فولادی، دو خانواده اصلی اعضای سازه ای وجود دارد. یک گروه از آنها دسته آشنای مقاطع گرم نورد شده و اعضای ساخته شده از ورقها می باشد. دسته ی دیگر که در ایران کمتر شناخته شده ولی از رشد شایان توجهی برخوردار است، مقاطع سرد نورد شده فولادی است که از ورق، نوار یا تسمه های صاف در ماشینهای غلتک ،دستگاه پرس یا دستگاههای خم کن شکل داده می شوند. این اعضا تحت عنوان "اعضای سازه ای فولادی سرد نورد شده" نامیده می شوند. ضخامت ورقها یا نوارهای فولادی که معمولاً در اعضای سازه ای فولادی سرد نورد شده استفاده می شود بین ۰/۴ میلی متر تا حدود ۶/۴ میلی متر می باشد. در واقع ورقهای فولادی و میلگردها ، تا ضخامت ۲۵میلی متر قابلیت نورد سرد به شکلهای سازه ای را دارا می باشند .

هرچند که مقاطع فولادی سرد نورد شده در بدنه ماشین، خطوط راه آهن، انواع تجهیزات، قفسه های انبار، ظروف حبوبات، متعلقات بزرگراهها، برجهای انتقال نیرو، دکل های انتقال نیرو، تجهیزات زهکشی و ساخت پل مورد استفاده است، لیکن بحث حاضر اساساً محدود به کاربرد آنها در ساختمان می باشد. برای سایر سازه های غیر از ساختمان، اثرات دینامیکی، خستگی و خورگی باید مورد توجه قرار گیرند [۲۱].

استفاده از اعضای فولادی سرد نورد شده در ساختمان ها در حدود سالهای ۱۸۵۰ در ایالات متحده و بریتانیای کبیر شروع شد. اگر چه این اعضای فولادی به طور گسترده تا سال های حدود ۱۹۴۰ در ساختمانها مورد استفاده وسیعی قرار نگرفت.توسعه اولیه این مقاطع در ساختمان های فولادی توسط winter مورد بازبینی قرار گرفته است.

از سال ۱۹۴۶ استفاده و توسعه ساختمان های فولادی با مقاطع جدار نازک سرد نورد شده در ایالات متحده با انتشار ویرایش های مختلف « ضوابط طراحی برای اعضای سازه ای فولاد سرد نورد شده » مربوط به « موسسه آهن و فولاد آمریکا (AISI) شتاب بیشتری پیدا کرده است[۳۵].

۱-۲ تعریف اصطلاحات عمومی

۱-۲-۱ اعضای سازه ای فولادی سرد نورد شده

مقاطعی می باشند که توسط عملیات پرس بر روی ورقهای بریده شده از صفحات، کلاف یا توسط دستگاههای نورد تولید می شوند. عملیات فوق در دمای محدود اتاق انجام می شود،یعنی بدون افزایش گرمای آشکار نظیر آنچه که در نورد گرم لازم می باشد[۲۱].

۱-۲-۲ اعضای ناودانی هادی (Runner)

این اعضا در دیوارهای ساختمان های سرد نورد شده به صورت افقی در کف و بام نصب شده و هدایت دیوار را بر عهده داشته و رابط میان کف و بام می باشد.

۱-۲-۳ اعضای قائم(Stud)

این اعضا به صورت قائم و به فاصله ی ۴۰ تا ۶۰ سانتی متر درون ناودانی هادی قرار می گیرد و با پیچ و پرچ و یا جوش به ناودانی هادی متصل شده و به شکل یک پانل مرکب بارهای عمودی و جانبی را به تکیه گاهها متصل می کند.

۱-۲-٤ مهاربند تسمه ای (Strap Brace)

اعضایی که بار جانبی وارد بر سیستم را تحمل می کنند.

۱-۲-۵ ضخامتt

ضخامت t در محاسبه خواص مقطع و طراحی مقاطع سرد نورد شده باید برابر ضخامت واقعی فولاد باشد. هر نوع ضخامت مواد پوششی باید از ضخامت فولاد کسر شود، ضخامت حداقل بدون پوشش محصول سرد نورد شده که به محل کاربرده می شود، تحت هیچ شرایطی نباید کمتر از ۹۵٪ ضخامت استفاده شده در طراحی باشد.

۱-۲-٦ کمانش پیچشی – خمشی

کمانش پیچشی – خمشی مودی از کمانش است که اعضای فشاری به طور همزمان تحت اثر خمش و پیچش واقع می شوند بدون اینکه در شکل مقطع تغییری حاصل شود. این نوع از مود کمانشی به خصوص وقتی که مرکز برش مقطع منطبق با مرکز سطح نمی باشد، بحرانی است.

۱-۲-۷ روشهای شکل دادن

معمولاً سه روش در تولید مقاطع سرد نورد شده استفاده می شود :

۱- شکل دادن غلتکی به صورت سرد

۲- عملیات شکل داده با پرس

۳- عملیات شکل دادن با خم کردن

۱-۲-۸ نقطه جاری شدن Fy

در ضوابط ASTM و سایر نشریات، اصطلاح « نقطه جاری شدن » و « مقاومت تسلیم » اغلب برای فولادهای دارای رفتار تنش – کرنش متفاوت استفاده می شود. اصطلاح « نقطه جاری شدن » در ضوابط AISI برای هر دوی اصطلاحات نقطه جاری شدن یا مقاومت تسلیم به کار می رود.

۱-۲-۹ نقطه جاری شدن، مقاومت کششی و منحنی تنش – کرنش

مقاومت اعضای سازه ای فولاد سرد نورد شده بستگی به نقطه جاری شدن یا مقاومت تسلیم دارد، به جز در اتصالات و در حالاتی که کمانش ارتجاعی موضعی یا کمانش کلی بحرانی و تعیین کننده باشد نقاط جاری شدن فولادهای فهرست شده در ضوابط AISI بین 24ksi تا 80ksi (165Mpa تا 552Mpa) می باشد.

۱-۳ ویژگی های مصالح سرد نورد شده

۱- سبکی

۲- مقاومت و سختی بالا

۳- سادگی در پیش ساختگی آنها و تولید انبوه

۴- نصب سریع و آسان

۵- عدم وجود تاخیرهای ناشی از شرایط آب و هوا

۶- عدم وجود افت و خرش در دماهای محیطی

۷- عدم نیاز به قالب بندی

۸- مقاومت بالا در برابر پوسیدگی و حمله موریانه ها

۹- حمل و نقل اقتصادی

۱۰- عدم قابلیت اشتعال

ترکیب مزیتهای فوق می توان منجر به صرفه جویی اقتصادی قابل توجهی در ساخت شود.

۱-٤ انواع مقاطع سرد نورد شده و کاربردهای آنها

اعضای سازه ای فولاد سرد نورد شده دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

۱- اعضای قابی سازه ای منفرد

۲- پانل ها و عرشه ها.

۱-٤-۱ اعضای قابی سازه ای منفرد

شکل ۱-۱ تعدادی از مقاطع سرد نورد شده که معمولاً در قاب های سازه ای استفاده می شود را نشان می دهد. مقاطع متعارف عبارتند از: ناودانی های(مقاطع c شکل)، مقاطع Z شکل، نبشی ها، مقاطع کلاهی شکل، مقاطع I شکل، مقاطع T شکل و اعضای قوطی شکل.