Archive of SID

معرفی، تحلیل و بررسی سیستم سازه قاب فولادی سبک (LSF) و تاثیر آن بر کاهش هزینه ها و مقاوم سازی

حسنا یوسف زاد[۱] ، آرمان ختار[۲]، رضا دوستی[۳]

۱) دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه ایلام، ایلام

Hosna.ar76@gmail.com

۲) مدرس گروه مهندسی عمران، دانشگاه ایلام، ایلام

۳) کارشناس ارشد مهندسی معماری، ایلام

Dusti.reza92@gmail.com

چکیده

تحقیق حاضر با هدف معرفی و بررسی کاربرد سیستم LSF در ایران انجام شده است به این دلیل که سیستم قاب فولادی سبک از منظر فنی، صنعتی، اقتصادی و فرهنگی دارای توجیهات غیرقابل چشم پوشی بوده که برای بخش ساختمان و مسکن ایران، به عنوان فرضیه ای مهم پذیرفته شده است. سیستم LSF ساخته شده از مقاطع سرد نورد شده فولادی(CFS) بوده که از ورق‌های گالوانیزه در ساخت و تولید مقاطع آن استفاده می‌شود و اتصالات این سیستم از نوع پیچی می‌باشد که اخیراً بصورت گسترده و در تولید صنعتی انواع ساختمان‌های مختلف از جمله اداری، مسکونی و تجاری استفاده شده است و امروزه در کشورهای توسعه یافته به عنوان جایگزین مناسبی برای روش های سنتی ساخت، ارائه شده وکاربرد وسیع آن شروع شده است. نتایج بررسی‌های این تحقیق نشان می‌دهد استفاده از سیستم قاب فولادی سبک (LSF) باتوجه به قابلیت‌هایی همچون کاهش تغییر مکان نسبی، در قیاس با سیستم فلزی رایج موجب کاهش وزن سازه تا حدود ۴۰ درصد، نسبت به سازه های بتنی رایج موجب کاهش مصرف بتن تا حدود ۴۰ درصد و دارای عملکرد مناسب لرزه ای ۳۰ درصد نسبت به سیستم فلزی رایج می باشد. بنابراین سیستم LSF علاوه بر ایمن بودن دارای قابلیت بسیار مناسبی می‌باشد که این سیستم هم صورت مستقل و هم تلفیقی با سیستم های سازه‌ای رایج همچون بتنی یا فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که استفاده صحیح همراه با بومی سازی آن و آموزش این سیستم توصیه می-شود.

کلمات کلیدی: ۱- سیستم قابل فولادی سبک LSF ۲ - ماقطع سرد نورد شده فولادی ۳- سازه ایمن ۴- سازه ساختمان ۵- سازه نوین

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه:

استفاده از سیستمLSF در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای دنیا رواج قابل توجهی یافته که از دلایل آن می‌توان به مزایایی از جمله سرعت وکیفیت بالای ساخت و عملکرد لرزه‌ای مناسب اشاره کرد. سیستم LSF که ساخته شده از اعضای فولادی با مقاطع CFS می‌باشد و از سال ۱۹۴۶ در صنعت ساختمان وارد شد (کلانتری؛ مسیحا، ۱۳۹۱). اما به دلیل آنکه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نبود کاربرد گسترده‌ای نیافت اما سال ۱۹۹۰ به دلیل نیاز تولید سریع و انبوه مسکن، نیاز به استفاده ازسیستم پیش ساخته سازی شدت گرفت و باتوجه افزایش قیمت چوب و محدود بودن منابع تهیه آن و مشکلات زیست محیطی، نیاز سیستم LSF کاربرد وسیعی پیدا کرد، آنچنان که امروزه این سیستم درکشورهای توسعه یافته ای چون ژاپن، کانادا، آمریکا، و بسیاری از کشورهای دیگر در صنعت ساخمان سازیو ساختمان‌های تجاری و مسکونی کوتاه مرتبه و میان مرتبه کاربرد زیادی پیدا کرده است (Wei-Wen؛2007).

۲- ساختار و معرفی سیستم LSF

سیستم LSF که خلاصه شده‌ی سازه فولادی سبک می‌باشد از جمله سیتم‌های نوین ساختمانی می‌باشد که در اجرای ساختمان-هایی با طبقات محدود (۱ تا ۵) طبقه از آن استفاده می‌شود برای بالاتر بردن تعداد طبقات بیش از ۵ طبقه با استفاده از سیستم LSF از این سیستم های مختلط استفاده می‌شود. این سیستم مورد مورد تایید مهندسان عمران درکشورهای توسعه یافته و مدرن می‌باشد استفاده از این سیستم موجب کاهش وزن سازه تا ۵۰ درصد می‌گردد که در برابر زلزله این بزرگترین مزیت به شمار می-رود (امیدی نصب ، سهرابی،۱۳۹۵).

این سیستم ساختمانی متشکل از ورقهای فولادی می‌باشد عمدتا مقاطع آن بصورت C- U- Z می‌باشد. این عناصر فلزی که ظیفه اصلی آنها پایداری ساختمان است، خود به عناصر سازه‌ای اعم از باربر و غیرباربر دسته بندی می‌شوند. این سیستم مانند ساختمان-های چوبی با تکرار قطعات سبک در ساخت دیوارها و سقفها اجرا می‌شود. اتصالات قابات این نوع ساختمانها عمدتاً به صورت اتصالات پیچ و مهره است و جای قرارگیری پیچها به روش تولید صنعتی در کارخانه به دقت زیاد با مختصات دقیق و طبق طراحی انجام و به وسیله دستگاه‌های مخصوص مشخص می‌شود این سیستم یک سیستم سازه ای مستقل می باشد (کلانتری،۱۳۹۱).

پیش ساختگی و سهولت زیاد در بخش اجرای LSF موجب شده که این سیستم دیگر مشکلات سیستم های دیگر را نداشته باشد و موجب آن می‌شود که اجرای سازه مورد نظر در واقعیت از همخوانی بیشتری با طراحی در نرم افزار برخوردار باشد (امیدی نسب ، سهرابی،۱۳۹۵).

۳- اجزای اصلی تشکیل دهنده سیستم ساختمانی LSF

سازه فوق از سه نوع مصالح ساختمانی که عبارتند از: ۱- فولاد فرم داده شده در حالت سرد ۲- پانل های گچی

۳- پشم شیشه یا پشم سنگ تشکیل شده است. سیستم ساختمانی LSF در واقع با اتصال قطعات فوق به یکدیگر به وجود می‌آید. در سیستم ساختمانی اجزاء تشکیل دهنده دیوارهای باربر و غیر باربر LSF استادها و رانرها می باشند که به صورت پانلی بارهای عمودی و جانبی را به تکیه گاه انتقال می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

وظیفه انتقال بارها عمودی ساختمان بر عهده دیوارهای باربر به عنوان نگهدارنده نمای خارجی بنا همچنین این دیوارها بعنوان جذب کننده بارهای جانبی ساختمان از جمله باد و زلزله عمل می‌نمایند در صورتی که دیوارهای غیر باربر معمولا برای جداسازی فضاهای داخلی بنا مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولا استادهای فولادی را از قبل برای عبور دادن تاسیسات (الکتریکی و مکانیکی) سوراخ کاری می‌کنند و این استادها را معمولا از بالا و پایین به رانرها و از پایین به رانرها (عناصر اصلی افقی) اتصال می دهند. دیوارهای جداکننده واحدها در ساختمان های چند واحدی و یا دیوارهای جداکننده اتاق ها (دیوارهای غیر باربر) معمولا به حالت های مختلف قابل اجرا می باشند. این نوع دیوارها را می توان روی کف (به صورت خوابیده) سرهم کرده و سپس به عنوان بخشی از اجزاء ساختمان در محل مورد نظر نصب نمود. از دیگر روش های نصب رانرهای بالایی و پائینی و قرار دادن استادها در داخل آنها (اجرای دیوار به صورت درجا) می باشد (عدالتی و همکاران، 1393).

۴- کاربرد و اجراسیستم LSF

سیستم LSF که اخیراً بصورت گسترده و در تولید صنعتی انواع ساختمان‌های مختلف از جمله اداری، مسکونی و تجاری استفاده شده است. استفاده ازسیستم LSF به دلیل داشتن مزایایی از جمله سرعت وکیفیت بالای ساخت، عملکرد لرزه‌ای مناسب، کاهش تغییر مکان نسبی، و اینکه در قیاس با سیستم فلزی رایج موجب کاهش وزن سازه تا حدود ۴۰ درصد، نسبت به سازه های بتنی رایج موجب کاهش مصرف بتن تا حدود ۴۰ درصد و دارای عملکرد مناسب لرزه ای ۳۰ درصد نسبت به سیستم فلزی رایج می باشد. بنابراین سیستم LSF علاوه بر ایمن بودن دارای قابلیت بسیار مناسبی می‌باشد که این سیستم هم صورت مستقل و هم تلفیقی با سیستم های سازه‌ای رایج همچون بتنی یا فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که استفاده صحیح همراه با بومی سازی آن و آموزش این سیستم در بخشهای مختلف تصمیم گیری از جمله مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن توصیه می‌شود. تنوع قطعات فولادی فرم داده شده در حالت سرد CFS و همچنین شیوه ساخت و ساز به کار رفته در سیستم LSF موجب کاربرد وسیع این نوع ساختمان‌ها در صنعت ساختمان سازی با کاربری های گوناگون شده است. به عنوان مثال برای کاربری هایی مانند . منازل مسکونی با ارتفاع کم، دفاتر و ساختمان‌های تجاری کوچک، ساختمان‌های ورزشی و آموزشی، احداث نیم طبقه در داخل بناها، افزایش تعداد طبقات بر روی پشت بام ساختمان‌های موجود، ساختمان‌های چند واحدی، واحدهای صنعتی و واحدهای پیش-ساخته می‌توان از سیستم ساختمانی LSF بهره برد (حرمتی، ۱۳۹۰).

۴-۱ سیستم LSF در نمای سنتی

سیستم متداول اجرای نماهای تر (آجر و سنگ) در ساختمان‌های معمولی است که در آن اجزای نما به وسلیه ملات و یا چسب به یکدیگر و به دیواره سازه می‌چسبد. در این روش به جز ملات برای نگهداری نما ازهیچ مکانیزمی استفاده نمی‌شود و وزن مصالح به صورت ثقلی روی هم، از بام تا کف قرار می‌گیرد. سه قسمت: نمای آجری، ملات اتصال دهنده نما به سازه و سازه LSF برای مدلسازی این نما در نرم افزار تقسیم و تعریف شده است.

۴-۲ سیستم LSF در نمای سنتی اصلاح شده

تفاوت این سیستم با سیستم نمای سنتی آجری در این است که که علاوه بر استفاده از ملات، از تسمه های فلزی به عنوان عامل اتصال دهنده نما به سازه استفاده می‌شود. اما همچنان مصالح به صورت ثقلی روی هم از بام تا کف قرار می‌گیرد. چهار قسمت: نمای آجری، مالت اتصال دهنده نما به سازه، تسمه فلزی و سازه LSF برای مدلسازی این نما در نرم افزار تقسیم و تعریف شده است (فرزانی، جاویدروزی، آزرمی، ۱۳۹۷).

۴-۳ سیستم LSF در نمای مدرن

www.SID.ir

Archive of SID

برخلاف روش‌های قبل که از ملات تنها برای چسباندن آجرها به هم استفاده میشود، به عبارتی روش اجرای نما به صورت خشک می‌باشد. در این روش نما در تراز هر طبقه دارای یک المان افقی بوده که به عنوان تکیه‌گاه قرار گرفته و بار ثقلی آن طبقه را تحمل می‌کند، این المان توسط مواد پرکننده از طبقات دیگر جدا می‌گردد. در این سیستم مشابه سیستم قبل از تسمه‌های فلزی برای انتقال بار جانبی به سازه استفاده می‌شود. برای مدلسازی این نما در نرم افزار، مدل به چهار قسمت: نمای آجری، پایه نگهدارنده نما، تسمه فلزی و سازه LSF تقسیم و تعریف شده است (فرزانی، جاویدروزی، آزرمی، ۱۳۹۷).

۵- طراحی ساختمان پنج طبقه با استفاده از سیستم های فولادی، بتنی وLSF

با توجه به اینکهامروزه بخش قابل توجهی از ساخت و ساز کشور را ساختمان‌های میان مرتبه بخش شامل می شوند، به جهت روشن شدن مزایای استفاده از سیستم LSF در ساخت و سازهای میان مرتبه در این بخش پروژه ای که مربوط به اجرای یک ساختمان 5 طبقه ی مسکونی در منطقه ی با خطر لرزه‌ای زیاد می‌باشد که در آن از از سیستم دیوار برشی بتنی برای تامین پایداری سیستم LSF در برابر نیروهای جانبی استفاده شده است. در جدول شماره زیر نتایج حاصل از مقایسه‌ی سیستم LSF با سیستم‌های فولادی و بتنی ارائه شده است. همانطور که نتایج جدول نشان می‌دهد استفاده از سیستم LSF به جای ساختمان بتنی و فولادی نیروهای لرزه‌ای را به ترتیب۴۰٪ و ۳۰٪ کاهش می‌دهد (آشتیانی؛ سیدی گرفمی و قربانی پارام، ۱۳۹۹).

پارامترهای مهم	سیستم LSF	سیستم سازه فولادی معمولی		سیستم بتنی
		در جهت X	در جهت Y	
مقدار فولاد و آرماتور مصرفی(kg/m^2)	۲۵/۱۲	۵۵		۲۳/۲۵
مقدار بتن مصرفی(kg/m^ 2)	۲۴۰/۴	۵۴۶/۵		۱۱۴۰/۴
وزن اسکلت ساختمان(ton)	۴/۵۳	۱۰/۲۵		۱۱۲/۲۵
وزن کل ساختمان(ton)	۸۶/۴	۲۰۹/۱۸		۳۱۷/۶
برش پایه ساختمان در زلزله(ton)	۱۶/۱	۲۴	۲۶	۳۶/۲
بیشترین تغییر مکان مرکز جرم پشت بام (cm)	۰/۷۸	۱/۶۷	۰/۲۶	۱/۷۸
زمان صرف شده برای سفت کاری (day)	۲۵	۶۰		۷۵
زمان صرف شده برای نازک کاری(day)	۳۵	۱۲۰		۱۲۰
برت مصالح(kg/m^ 2)	۲	۱۰۰		۱۵۰

جدول ۱ - نتایج حاصل از مقایسه ی سیستم LSF با سیستم های فولادی و بتنی (آشتیانی؛ سیدی گرفمی و قربانی پارام، ۱۳۹۹)

۶- مقایسه سیستم قاب فولادی سب (LSF) با سیستم های بتنی و فلزی

سرعت زیاد در اجرای طرح ها و ساخت به دلیل پیش ساخته بودن قطعات و پانل ها، سبک بودن قطعات و سادگی در جابه‌جایی آنها استفاده حداقل از بتن درجا استفاده از اتصالات خشک به خصوص اتصالات پیچ خودکار، سرعت بسیار زیاد در اجرای نازک کاری به دلیل استفاده از روش های سریع و عدم نیاز به آماده سازی سطحی وسادگی و سرعت بالا در اجرای تأسیسات در مقایسه با سیستم های سنتی .۲- کاهش وزن سازه و نیروهای لرزه ای. ۳- صرفه جویی در مصالح و اقتصادی شدن ساخت و ساز از نظر دور ریز مصالح مصرفی۴- عملکرد صوتی و حرارتی مطلوب و سازگاری با محیط زیست به گونه ای که یک دیوار 10 سانتی متری دراین روش عملکرد حرارتی برابر با دیوار 94 سانتی متری آجری دارد. ۵- عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و سهولت اجرا. ۶- سازگاری سیستم LSF با محیط زیست و به عبارتی توسعه پایدار (ساختمان های سبز) مقایسه زمان ساخت سیستم LSF با سیستم های سنتی، در جدول ۲ بیان شده است (قاسم زاده، ۱۳۹۴).

www.SID.ir

Archive of SID

روش ساخت	ساعت کار مورد نیاز برای هر متر مربع	تعداد کارگر مورد نیاز به روز(8 ساعت کار)	زمان اجرای مورد نیاز	
			سفت کاری(ماه)	نازک کاری(ماه)
سیستم سنتی	31	3.9	3.6	5.3
سیستم LSF	12.5	1.75	1.5	3.3

جدول ۲ - مقایسه زمان ساخت سیستم LSF با سیستم های سنتی (قاسم زاده، ۱۳۹۴)

۷- کاربرد سازه ی LSF در کاهش مخاطرات

استفاده از سازه‌های سبک وزن (LSF) یکی از راه‌های کارآمد برای کاهش وقایع زلزله می‌باشد. در این سازه‌ها، وزن سبک و اعضای پیچیده چارچوب ساختمان، انرژی زلزله به ساختمان را تقسیم کرده و این خود موجب کاهش تخریبات زلزله می‌شود. در این سازه‌ها جهت مقابله با تنش‌های ورودی به ساختمان و سبک‌تر شدن وزن سازه، از هر نوع ابزاری استفاده شده است. با توجه به اینکه کشور ایران بر روی یک منطقه زلزله خیز قرار گرفته است، از این‌رو استفاده از سازه‌های سبک وزن (LSF) در ساخت ساختمان‌ها می‌تواند بعنوان یک راه بسیار کارآمد موجب کمترین ضرر و تخریب به ساختمان وکمترین ضررات مالی و جانی به شهروندان درهنگام زلزله شود (بسطامی، ۱۳۹۷).

۸- نحوه اجرا سیستم LSF در قسمت های مختلف ساختمان از جمله (شالوده ،دیوار و سقف)

۸-۱ LSF در شالوده

جهت نصب دیوارها و برپایی سیستم LSF شالوده نواری به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر اجرا و برای نصب رانرهای افقی بر روی شالوده نواری انکربولت‌ها در فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری داخل شالوده کار گذاشته می‌شوند (عباسی؛ محمدامین، ۱۴۰۰).

شکل – 1 الف) آرماتوربندی شالوده نواری شکل -1 ب) قالب بندی

www.SID.ir

Archive of SID

شکل – 1 ج) کارگذاشتن انکربولت ها با فواصل 60 سانتی متری برای نصب دیوار

۸-۲ LSF در دیوار

استادها و رانرها اجزا تشکیل دهنده دیوارهای باربر و غیر باربر سیستم ساختمانیLSF می‌باشند که بارهای عمودی و جانبی را به شکل پانلی به تکیه‌گاه انتقال می‌دهند. دیوارهای باربر به عنوان انتقال دهنده بارهای عمودی ساختمان و به عنوان نگهدارنده نمای خارجی بنا و نیز جذب کننده بارهای جانبی ساختمان از جمله باد و زلزله عمل می‌نمایند. درصورتیکه دیوارهای غیر باربر معمولاً برای جدا سازی فضاهای داخلی بنا مورد استفاده قرار می‌گیرند. استادهای فولادی را معمولا از قبل برای عبور دادن تاسیسات (الکتریکی و مکانیکی) سوراخ کاری می‌کنند و شیوه اتصال استادها به رانرها (عناصر اصلی) معمولا بصورت افقی و از بالا و پایین با فواصل ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متری می‌باشد. در این نوع از سیستم ساختمانی معمولا جهت بادبندی دیوارها، استادهای فولادی را به رانرهای فولادی متصل کرده و با نصب پانل‌های گچی به شکل پانلی ساخته می‌شوند(عباسی؛ محمدامین، ۱۴۰۰).

شکل – 2 الف) نصب کردن استادها و رانرها

شکل – 2 ب) مهاربندها در سیستم

۸-۳ LSF در سقف ها

روش های اجرایی مختلفی برای سقف ها و بام ها در سیستم lsf استفاده می‌شود .

به صورتی که انواع بام ها چه فرم های ساده مسطح چه بام های متقاطع که با شیب های غیر مساوی قابل اجراء هستند .دو نوع از رایج ترین روش های اجرای بام عبارتند از:

- خرپاهای سقفی که عمدتا از قسمت جلو تا عقب بنا را پوشش می‌دهند
- برای اجرای سقف های صاف از سیستم تیرریزی مسطح که به طور معمول بین تکیه گاه ها و یا دیوار های باربر مشترک است بکار برده میشود.

www.SID.ir

Archive of SID

در سیستم LSF در ساخت و ساز سقف های میانی طبقات تیرریزی ها اکثرا در امتداد استادهای دیوار (اغلب با فاصله ای بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر) انجام می‌گیرد .

این فاصله ها با در نظر گرفتن ظرفیت باربری و ابعاد قطعات پوششی (پانل های گچی) دیوارها و سقف‌ها طراحی و اجراء میشوند. و این قطعات عموما به شکل C یا Z اجرا می‌شوند (عباسی؛ محمدامین، ۱۴۰۰).

پوشش این مدل سقف ها را اغلب با بتن ریزی یا با نصب تخته‌های چوبی یا گچی اجرا می‌کنند. در منطقه و نواحی که وزش باد زیاد و یا زلزله خیز باشد، توصیه می‌شود که حتما قاب سقف مهاربندی شود(همان، ۱۴۰۰).

شکل ۳– الف) سقف خرپایی متشکل از مقاطع

شکل ۳– ب) تیرچه‌ها در سقف مسطح

شکل ۳ – ج) اجرای دال بتنی بر روی روفیکس و تیرچه‌ها در سقف مسطح.

۹- مزایای استفاده از سیستم LSF

- فضای مفید داخلی را افزایش میدهد
- قابلیت کاهش وزن و نیرو لرزه ای ساختمان.
- امکان انتقال مصالح به نقاط و فواصل دور (به جهت سبکی)
- هزینه ساخت و ساز را کاهش می‌دهد
- باعث صرفه جویی و کاهش زمان ساخت و تاسیس ساختمان.
- تعداد نیروی انسانی را کاهش می‌دهد
- عدم دشواری در تربیت و پرورش نیروی انسانی متخصص و متبحر .
- سادگی در ایجاد فضا و نصب بازشو ها در جداره‌ها.
- قابلییت انجام تغییرات در اجرای نقشه های تاسیساتی.

www.SID.ir

Archive of SID

- با توجه به معیار و استانداردهای جهانی مصرف انرژی از نظر عایق بندی مناسب دیوارها در سیستمLSF

درصد انتقال انرژی در این نوع ساختمان ها بسیار کمتر از سازه های بتنی است و در یک دوره زمانی تدریجی باعث صرفه جویی چشمگیری در هزینه های گرمایش و سرمایش ساختمان و سازه می‌شود.

- امکان افزایش طبقات ساختمان تا ۵ و حداکثر تا ۸ طبقه
- قابلیت تعویض و بازیافت بخش عمده ای از مصالح.

اکثرا اجزای سازه ای و غیر سازه ای در سیستم LSF به روش پیچی اجرا میشوند و بازیافت آن ها به راحتی مقدور است تقریبا تا ۷۰ درصد مصالح قابلیت تعویض و بازیافت را دارند(کلانتری؛ مسیحا، ۱۳۹۱).

- مقاومت مناسب در شرایط جوی مختلف به علت گالوانیز بودن تمامی مقاطع ، ساختمانهای ساخته شده با

این شیوه مقاوم سازی مناسبی در برابر خوردگی و رطوبت دارند و در موقعیت محیطی شمال و جنوب کشور دارای عمر مفید بیشتری هستند.

- سهولت اجرای دهانه های متنوع و نیز تغییر ارتفاع سازه.
- عایق حرارتی و صوتی.
- کاهش چشمگیر هزینه ها و پرت مصالح و صرفه جویی در ثروت ملی.
- قابلیت انبار سازی در حجم وظرفیت بالا.
- محصول نهایی دارای کیفیت بالا و یکنواختی است به این دلیل که مقاطع سازهای این سیستم در کارخانه

تولید و برش خورده و پس از آن از طریق تکنسینهای فنی اجرا میگردند، کیفیت محصول نهایی نسبت به ساخت و ساز سنتی بسیار بالاتر است.

- به فضای زیاد کارگاهی نیاز ندارد و با این حال نیز از شرایط ایمنی بیشتری برخوردار است.
- عدم وجود تنش های حرارتی پس ماند در مقاطع CFS.
- برای انبوه سازی مناسب است.
- نیروی زلزله وارد به سازه را کاهش می‌دهد (کلانتری؛ مسیحا، ۱۳۹۱).

۱۰- معایب استفاده از سیستم LSF و راهکارها

در مقابله با حرارت مقاومت پایینی دارد (لازم به ذکر است در برابر آتش سوزی تهدیدها و اقدامات مناسب پیش بینی گردد. از جمله ایجاد لایه بخاربند حد فاصل جداره داخلی و عایق حرارتی).

در مقابله با شدت باد ضعف چشمگیری دارد (به دلیل سبکی ساختمان علی رغم استقامت در شرایط زلزله در برابر بار جانبی باد ضعیف است. مگر اینکه تمهیداتی پیش بینی شود).

محدود بودن در تعداد طبقات ساختمان و دهانه ها در کشور ایران حداکثر تعداد طبقه ای که مجاز هستیم ۵ طبقه است که برای مناطقی با خطر لرزه خیزی کم می‌باشد اما اگر بتوانیم از مقاطع تقویت شده با ظرفیت باربری بالا و با استفاده از مقاطع ترکیبی بخصوص در قسمت استادها استفاده کنیم می‌شود این محدودیت را رفع کرد. با وجود ضعف در طبقه اول این نوع سازه ها و با توجه به ضعیف بودن در ضخامت و مقاومت جانبی و بر اثر حوادثی همچون برخورد ماشین را داشته باشیم نمیتواند مقاومت لازم

www.SID.ir

Archive of SID

را از خود نشان بدهد پس در نتیجه باید با حصارهایی محافظت شود و یا طبقه اول را با اسکلت بتن اجرا کرد و ادامه را با استفاده از LSF اجرا کرد که در ادامه به بررسی دقیق‌تر هریک خواهیم پرداخت.

۱۰-۱ ضعیف بودن در برابر حرارت

بطور کلی سازه‌ی مقاوم در برابر آتش و حرارت وجود ندارد حتی سازه بتنی نیز این خاصیت را ندارد اما مقاوم پذیری در برابر حرارت و آتش تاثیر پذیری در برابر آن در سازه‌های فولادی بسیار بیشتر است. چرا که به سرعت فولاد به حالت نرم در می‌آید و مقاومتش دچار افت شدیدی می‌شود و مقاطع سازه LSF نیز به دلیل اینکه ضخامت کمتری دارند در برابر حرارت و آتش بسیار سریع مقاومت خود را از دست می‌دهند آنچه که مسلم است این است که همه این سازه‌های باید مدت زمان مشخصی را در برابر حرارت و آتش مقاومت نماید که امکان عملیات امداد و نجات را در آن‌ها فراهم باشد بنابر این بایستی تدابیر لازم را در آن اعمال نمود بنابراین باید یا از تخته کناف‌های با مقاومت بالا و یا در ضخامت بالا استفاده کرد تا که بتوان مدت زمان مقاومت در برابر آتش را بالا برد و یا از ترکیب‌بندی لایه‌های عایق که درآیین نامه‌ها توصیه شده است تبعیت نمود که ایمنی کافی را فراهم نمود.

۱۰-۲ ضعف در انتقال دما از طریق پل های انتقال حرارت

باتوجه به اینکه استادها خود به عنوان پل انتقال حرارت عمل می‌کنند بنابراین عایق‌بندی LSF با عایق‌های حرارتی نمی‌تواند از اتقال دما جلوگیری کند لذا بایستی با راهکارهایی همچون ایزوله کردن مناسب دور پروفیل و یا افزایش طول انتقال دما جهت ایجاد استهلاک بیشتر می‌توان این نقطه ضعف را برطرف نمود(عباسی؛ محمدامین، ۱۴۰۰).

۱۰-۳ ضعف در ارتعاش و مقابله با بارهای جانبی

با توجه به اینکه وزنی که سازه قاب فولادی سبک دارد در صورتی که در ارتفاع‌های بلند به درستی اجرا نشود دچار ارتعاش شدید می‌شود و موجب از بین رفتن حالت امنیت و آسایش خواهد شد. لذا بایستی با تقویت المان های بابرهای جانبی یا افزایش وزن سازه تقویت سختی جانبی این سازه را علاج کرد ولی نباید این کار موجب شود که سازه که از حالت سبک بودن خود خارج شود. جنس و ضخامت مصالح پوشش تأثیر قابل توجهی در سختی و مقاومت جانبی نهایی پانل‌های دیوار برشی خواهند داشت. همچنین شکل پذیری و تغییر شکل نهایی این سیستم تحت تاثیر مصالح پوشش بوده و این مصالح و از عوامل تأثیرگذار بر رفتار جانبی پانل‌های دیوار برشی می‌باشند. توجه به نکات زیر می‌تواند در طراحی بهتر موثر واقع شوند:

علی رغم اینکه کاهش فاصله ستونک‌ها تأثیر نسبتاً کمی بر سختی اولیه دارد اما موجب افزایش مقاومت جانبی نهایی سیستم می‌شوند. فاصله پیچ‌های محیطی اتصال دهنده صفحات پوشش به قاب تأثیر قابل توجهی در سختی و مقاومت جانبی دیوار دارد ولی فاصله پیچهای اتصال میانی در سختی و مقاومت جانبی سیستم نقش اندکی دارند. سهم بیشتر پیچهای اتصال محیطی در مقاومت جانبی در مقایسه با پیچ‌های میانی، به دلیل فاصله بیشتر آنها نسبت به مرکز اتصال (مرکز هندسی پیچ-ها) است. به گونه ای که با چشم پوشی از اصطکاک بین ورق‌های اتصال و در نظر گرفتن معادله تعادل لنگر حول مرکز هندسی، می‌توان گفت لنگری که توسط هر پیچ تحمل می‌شود (عباسی؛ محمدامین، ۱۴۰۰).

۱۰-۴ محدود بودن در تعداد طبقات و دهانه ها

نهایت تعداد طبقه ای که در ایران برای ساخت با سازه LSF مجاز هستیم 1 طبقه و برای ناحیه‌هایی با خطر لرزه خیزی پایین می‌باشد بنابراین با استفاده از مقاطع تقویت شده با ظرفیت باربری بالا و با استفاده از مقاطع ترکیبی و مخصوصاً در قسمت استادها می‌توان این محدودیت را پشت سر گذاشت.

۱۰-۵ ضعف در طبقه اول

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به ضعیف بودن در ضخامت و مقاومت جانبی این سازه‌ها، بنابراین در صورتی که حوادثی مانند برخورد ماشین را داشته باشیم نمی‌تواند مقاومت لازمه را از خود نشان بدهد اما می‌توان با حصارهایی محافظت شود و یا اینکه طبقه اول را با اسکلت بتن اجرا کرد و ادامه را با استفاده ازLSF ساخت بدینصورت می‌توان این ضعف را پوشش داد. همچنین برای حل این دو مشکل می-توان مقاطع C شکل روبروی هم به صورت مرکب درست کرد و داخل آن را با بتن پر کرد که این خود باعث می‌شود از ظرفیت بابری بتن هم استفاده کنیم و ظرفیت استفاده ازاستادهای ساخته شده با پروفیلLSF را هم بالاتر برد هم اینکه در این حالت ضریب لاغری مقطع کمتر می شود و حتی در برابر ارتعاش و لرزش هم کیفیت بالاتری را به سازه می‌دهد و می‌توانیم دهانه‌های بزرگتر و تعداد طبقات بیشتری را هم اجرا نمود (صحت، شروانی‌تبار، ۱۳۹۹).

۱۰-۶ سازگاری با فناوری های نوین

استفاده از انرژی‌های پاک امروزه برای جلوگیری از آلودگی هوا و استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی مسئله مهمی می‌باشد. یکی از این انرژی‌های پاک، انرژی خورشیدی می‌باشد که با توجه به اجباری بودن شیب داری در سقف‌ها در سازه های LSF می‌توان از سلول‌های خورشیدی در سازه‌های LSF به راحتی نصب کرد. همچنین برای اینکه امکان استفاده بیشتر از انرژی خورشیدی داشته باشیم ساختمان آن باید کوتاه تر ساخته شوند که در مساحت بیشتری گسترده شوند و برای ساختمان های کوتاه سیستمLSF یکی از بهترین گزینه‌ها می‌باشد (صحت، شروانی‌تبار، ۱۳۹۹).

۱۱- نتیجه گیری

باتوجه بررسی انجام شده در قسمت‌های قبل و مقایسه صورت گرفته بین سیستمLSF با دیگر سیستم‌ها نتایج زیر از این پژوهش به دست می‌آید: با توجه به نیاز شدید به افزایش بهره‌وری در بخش ساختمان این واقعیت را برای ما مشهود می‌نماید که امروزه سیستم‌های سنتی در امر ساخت و ساز جوابگوی نیاز جامعه نبوده و استفاده از فناوری را در این بخش می‌توان اجتناب ناپذیر دانست. روش‌های نوینی که در صنعت ساختمان مطرح است، سیستم‌های ساختمانی با پتانسیل های تولید صنعتی و پیش ساختگی می‌باشد که نیازهای کمی و کیفی صنعت ساختمان سازی را می تواند برآورده نماید. یکی از این سیستم‌ها، سیستم LSFمی‌باشد که هم امکان تولید صنعتی و پیش ساختگی آن وجود دارد و هم اینکه به علت سبک بودن سیستم باعث می‌شود که در هنگام زمین لرزه آسیب پذیری ساختمان‌ها را به حداقل برسد. در این مقاله تلاش شده است با بررسی کامل سازه LSF نیاز کشور از نظر کمی وکیفی برای استفاده از فناوری در بخش ساختمان مورد بررسی قرارگیرد و همچنین مشخصات تئوری، فنی، ارزیابی کمی و کیفی سیستم قاب سبک فلزی برای افزایش بهره‌وری در صنعت ساختمان نیز عنوان گردد.

از مهم‌ترین مزایای استفاده از مقاطع سرد نورد شده فولادی میتوان به مواردی مانند تولید راحت این مقاطع بدون نیاز به استفاده از عملیات حرارتی، عدم وجود تنش‌های حرارتی پسماند در مقاطع، امکان ایجاد مقاطع با شکل‌های متنوع و دلخواه جهت دستیابی به حداکثر بازده مقاومتی ممکن در مقطع، سبک بودن، مقاومت و سختی بالا، و همچنین دقت بالا در اجرای جزئیات و نصب سریع و آسان اشاره نمود.

- با توجه به نیاز روزافزون به ایجاد سازه‌های مورد نیاز با کاربری‌های گوناگون که دارای مقاومت وکیفیت مطلوب باشند لازم است از سیستم‌های نوین با قابلیت پیش ساختگی استفاده نمود که در این بین سیستمLSF باتوجه به مزایای فراوانی که در این مقاله های به آن اشاره شد می‌تواند کاربرد زیاد و مؤثری در انجام ساخت و سازهای سریع بدون ایجاد وقفه درکاربری های مختلف داشته باشد. صنعتی کردن ساختمان سازی موجب تقلیل مصرف مصالح ساختمانی و انرژی می‌گردد که این مهم با تلاش برای ترویج ساختمان سازی با سیستم‌های نوین ساختمانی قابل دستیابی خواهد بود بنابراین بایستی صنعت ساختمان‌سازی کشور به این سیستم توجه ویژه وخاصی به این نماید و از پتانسیل‌های متعدد آن برای پاسخگویی به فن‌آوری مورد نیاز بهره برداری مناسب استفاده نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲- منابع

۱- کلانتری، مسیحا. (۱۳۹۰)، مقایسه سیستن LSF با سیستم‌های اسکلت فلزی و بتنی، نشریه علمی مطالعات مهندسی، شماره ۱۵، صص۱-۱۱.

۲- امیدی نسب، فریدون، سهرابی، سارا،(۱۳۹۵)، بررسی سازه های LSF از نظر کیفیت، زمان و هزینه، چهارمین کنفرانس بین المللی پژوهش درمهندسی علوم و تکنولوژی.

۳- عدالتی، محمود؛ ویسی زاده ،امیر؛ کریمی پور، آرش. 1393، بررسی و ارزیابی سازه‌های سبک فولادی، کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، گرگان.

۴- حرمتی، محمد مجتبی.۱۳۹۰، بررسی کاربرد سیستم LSF در ساخت و سازهای مقاوم و سریع، دومین کنفرانس بین المللی معماری و سازه.

۵- فرزانی، فرزانه؛ جاویدروزی، مهیار؛ آزرمی، فرهاد 1397، تحلیل لرزهای نمای آجری بر روی دیوارهLSF ،کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران تهران – دانشگاه تهران.

۶- چگنی آشتیانی، سمیرا؛ سیدی گرفمی، سید کامران؛ قربانی پارام، افشین۱۳۹۹، بررسی سازه LSF در مقاوم سازی و کاهش هزینه های ساخت، پنجمین کنفرانس بین المللی پژوهش‌های کاربردی علوم مهندسی، هلند، آمستردام.

۷- قاسم زاده، حسن. 1394، فن آوری های نوین در صنعت ساختمان؛ سیستم قاب فولادی سبک (LSF) ، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.

۸- بسطامی، حجیه، بسطامی، ساسان. ۱۳۹۷، سازه سبک فولادی LSF و نقش آن در کاهش خطرات زلزله، نخستین کنفرانس ملی نقش مهندسی عمران درکاهش مخاطرات.

۹- عباسی، محمدامین.۱۴۰۰، معرفی سیستم سبک فولادی(LSF) ،کنفرانس ملی معماری، عمران، شهرسازی و افق های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب،تبریز.

۱۰- صحت، امیر و شروانی تبار، بهمن. مزایا و معایب سیستم LSF در مقایسه با سیستم های رایج در کشور، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران.

11- Wei-Wen Yu, “Cold-formed steel Design”, THIRD EDITION, 2007

www.SID.ir