

بسمه تعالی

بررسی دیوار برش بهینه فولادی در قاب ساختمانی ساده

مؤلف :
توحید ساسانی

انتشارات ارسطو
(چاپ و نشر ایران)
۱۳۹۷

سرشناسه : ساسانی، توحید، ۱۳۷۳-
عنوان و نام پدید آور: بررسی دیوار برش بهینه فولادی در قاب ساختمانی ساده /
مؤلف توحید ساسانی.
مشخصات نشر: مشهد: ارسطو، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۲۱۲ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰۴۳۲-۲۹۰-۴-۴
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۰۹-۲۱۰.
موضوع: دیوارهای برشی
موضوع: Shear walls
موضوع: ساختمان‌های فلزی
موضوع: Building, Iron and steel
رده بندی کنگره: ۱۳۹۷ ب۴ ۲۴س/ TH۲۲۴۷
رده بندی دیویی: ۶۹۰/۸۵۲
شماره کتابشناسی ملی: ۵۴۸۷۲۴۹

نام کتاب: بررسی دیوار برش بهینه فولادی در قاب ساختمانی ساده
مؤلف: توحید ساسانی
ناشر: ارسطو (با همکاری سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۷
چاپ: مدیران
قیمت: ۳۲۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۲-۲۹۰-۴-۴
تلفن های مرکز پخش: ۳۵۰۹۶۱۴۵ - ۳۵۰۹۶۱۴۶ - ۰۵۱
www.chaponashr.ir



تقدیم به مهربان فرشتگانی که:

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبای زندگی‌م، مدیون حضور سبز آنهاست.

تقدیم به خانواده عزیزم.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۳	فصل اول: کلیات
۲۳	۱-۱- مقدمه
۲۷	۲-۱- تاریخچه دیوار برشی فولادی
۲۹	۳-۱- ساختار پایان نامه
۳۱	فصل دوم: تئوری‌ها، کاربردها و آزمایشات انجام یافته در مورد دیوار برشی فولادی
۳۱	۱-۲- مقدمه
۳۱	۲-۲- انواع سیستم دیوارهای برشی فولادی
۳۳	۳-۲- رده بندی دیوار برشی فولادی از لحاظ مقطع
۳۴	۴-۲- دیوار برشی فولادی از لحاظ ابعاد پانل
۳۵	۵-۲- تئوریهای ارائه شده برای رفتار دیوار برشی فولادی
۳۵	۱-۵-۲- تئوری ارائه شده توسط صبوری قمی در باره دیوار برشی فولادی
۴۰	۲-۱-۵-۲- دیاگرام نیروی برشی- تغییر مکان قاب
۴۱	۲-۱-۵-۲- انعطاف پذیری لازم برای تیرها و ستون‌ها
۴۲	۲-۵-۲- محاسبه تئوریک و طراحی دیوار برشی فولادی دکتر بیرمن و دکتر برونو
۴۳	۲-۲-۵-۲- روش سینماتیک - با اتصال ساده به تیر و ستون‌ها
۴۴	۲-۲-۵-۲- روش سینماتیک - با اتصال گیردار تیر و ستون‌ها
۴۴	۶-۲- کاربردهای دیوار برشی فولادی
۴۴	۱-۶-۲- مقدمه
۴۴	۲-۶-۲- ساختمان ۵۲ طبقه مسکونی در سان فرانسیسکو، کالیفرنیا
۴۵	۳-۶-۲- هتل ۳۰ طبقه در دالاس تگزاس

۴۶	..... ۲-۶-۴- برج ۵۳ طبقه در توکیو
۴۷	..... ۲-۶-۵- ساختمان اداری ۳۵ طبقه در کوبه ژاپن
۴۷	..... ۲-۶-۶- ساختمان مرکز درمانی در چارلستون
۴۸	..... ۲-۶-۷- استفاده از فولاد با مقاومت کم در دیوارهای برشی فولادی در ژاپن
۴۸	..... ۲-۷-۷- آزمایشات انجام یافته درباره دیوار برشی فولادی
۴۸	..... ۲-۷-۱- مقدمه
۴۹	..... ۲-۷-۲- تست‌های انجام یافته بر روی دیوارهای برشی فولادی در کانادا
۴۹	..... ۲-۷-۲-۱- کولاک، توربون
۵۰	..... ۲-۷-۳- رفتار لرزه ای دیوار برشی فولادی
۵۱	..... ۲-۷-۴- تحقیقات فعلی در مورد دیوارهای برشی فولادی
۵۱	..... ۲-۷-۵- آزمایشات انجام یافته در دانشگاه Buffalo
۵۴	..... فصل سوم: طراحی دیوار برشی فولادی و معرفی نرم افزار ANSYS و نمونه‌ها
۵۴	..... ۳-۱- مقدمه
۵۴	..... ۳-۲- بارگذاری ساختمان
۵۶	..... ۳-۳- طراحی مدل‌های دیوار برشی فولادی
۵۷	..... ۳-۳-۱- طراحی مدل اول حالت ($d < b$)
۵۷	..... ۳-۳-۱-۱- پانل برشی طبقه اول
۶۲	..... ۳-۳-۲- طراحی مدل دوم حالت ($d = b$)
۶۳	..... ۳-۳-۲-۱- پانل برشی طبقه اول
۶۷	..... ۳-۳-۳- طراحی مدل سوم حالت ($d > b$)
۶۷	..... ۳-۳-۳-۱- پانل برشی طبقه اول
۷۲	..... ۳-۴- معرفی نرم افزار ANSYS و مدلسازی نمونه‌ها
۷۲	..... ۳-۵- تاریخچه مختصری از روش اجرای محدود و ANSYS
۷۳	..... ۳-۶- دلایل انتخاب نرم افزار ANSYS
۷۴	..... ۳-۷- پردازنده‌های ANSYS
۷۴	..... ۳-۸- تاثیر تعداد المان در دقت نهایی

۳-۹-انواع المان	۷۴
۳-۹-۱-المان تیر و ستون	۷۵
۳-۹-۲-المان ورق فولادی	۷۵
۳-۱۰-مشخصات مصالح در تحلیل خطی و غیر خطی	۷۶
۳-۱۱-مدلسازی دیوار برشی فولادی (تقویت نشده)	۷۷
۳-۱۲-مدلسازی دیوار برشی فولادی (تقویت شده)	۷۸
۳-۱۳-روش های همگرایی	۷۹
فصل چهارم: بهینه سازی دیوار برشی فولادی با نسبت $b > d$	
۴-۱-مقدمه	۸۰
۴-۲-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل A_1	۸۱
۴-۳-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل B_1	۸۵
۴-۴-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل C_1	۸۸
۴-۵-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل D_1	۹۲
۴-۶-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل E_1	۹۶
۴-۷-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل F_1	۱۰۰
۴-۸-مقایسه نمودارهای بار جانبی - جابجایی پانلهای (F_1 و E_1 ، D_1 ، C_1 ، B_1 ، A_1)	۱۰۵
۴-۹-مقایسه نمودارهای تنش - بار جانبی پانلهای (F_1 و E_1 ، D_1 و C_1 و B_1 و A_1)	۱۰۶
۴-۱۰-مقایسه نسبت بار جانبی به وزن پانلهای (F_1 و E_1 ، D_1 و C_1 و B_1 و A_1)	۱۰۶
۴-۱۱-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل G	۱۰۷
۴-۱۲-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل H	۱۱۱
۴-۱۳-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل I	۱۱۵
۴-۱۴-مقایسه بار جانبی سه مدل G و H و I	۱۱۹
۴-۱۵-مقایسه مقدار فولاد مصرفی سه مدل G و H و I	۱۲۰
۴-۱۶-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل H	۱۲۰
۴-۱۷-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل J	۱۲۱
۴-۱۸-بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل K	۱۲۵

۱۲۹	۱۹-۴- مقایسه بار جانبی سه مدل H و J و K	۱۲۹
۱۲۹	۲۰-۴- مقایسه مقدار فولاد مصرفی سه مدل H و J و K	۱۲۹
۱۳۰	فصل پنجم: بهینه سازی دیوار برشی فولادی با نسبت $b=d$	۱۳۰
۱۳۰	۱-۵- مقدمه	۱۳۰
۱۳۱	۲-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل A_2	۱۳۱
۱۳۵	۳-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل B_2	۱۳۵
۱۳۹	۴-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل C_2	۱۳۹
۱۴۳	۵-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل D_2	۱۴۳
۱۴۷	۶-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل E_2	۱۴۷
۱۵۱	۷-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل F_2	۱۵۱
۱۵۶	۸-۵- مقایسه نمودارهای بار جانبی - جابجایی پانلهای (A_2 و B_2 و C_2 و D_2 و E_2 و F_2)	۱۵۶
۱۵۷	۹-۵- مقایسه نمودارهای تنش - بار جانبی پانلهای (A_2 و B_2 و C_2 و D_2 و E_2 و F_2)	۱۵۷
۱۵۷	۱۰-۵- مقایسه نسبت بار جانبی به وزن پانلهای (A_2 و B_2 و C_2 و D_2 و E_2 و F_2)	۱۵۷
۱۵۸	۱۱-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل L	۱۵۸
۱۶۲	۱۲-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل M	۱۶۲
۱۶۶	۱۳-۵- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل F_2	۱۶۶
۱۶۷	۱۴-۵- مقایسه بار جانبی سه مدل L و M و F_2	۱۶۷
۱۶۷	۱۵-۵- مقایسه مقدار فولاد مصرفی سه مدل L و M و F_2	۱۶۷
۱۶۸	فصل ششم: بهینه سازی دیوار برشی فولادی با نسبت $b<d$	۱۶۸
۱۶۸	۱-۶- مقدمه	۱۶۸
۱۶۹	۲-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل A_3	۱۶۹
۱۷۳	۳-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل B_3	۱۷۳
۱۷۷	۴-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل C_3	۱۷۷
۱۸۱	۵-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل D_3	۱۸۱
۱۸۵	۶-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل E_3	۱۸۵
۱۸۹	۷-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل F_3	۱۸۹

۱۹۳	۸-۶- مقایسه نمودارهای بار جانبی - جابجایی پانلهای (A_3 و B_3 و C_3 و D_3 و E_3 و F_3)	....
۱۹۴	۹-۶- مقایسه نمودارهای تنش - بار جانبی پانلهای (A_3 و B_3 و C_3 و D_3 و E_3 و F_3)	.....
۱۹۵	۱۰-۶- مقایسه نسبت بار جانبی به وزن پانلهای (A_3 و B_3 و C_3 و D_3 و E_3 و F_3)	.....
۱۹۵	۱۱-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل N	.....
۱۹۹	۱۲-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل O	.....
۲۰۳	۱۳-۶- بررسی رفتار دیوار برشی فولادی مدل D_3	.....
۲۰۴	۱۴-۶- مقایسه بار جانبی سه مدل N و O و D_3	.....
۲۰۵	۱۵-۶- مقایسه مقدار فولاد مصرفی سه مدل N و O و D_3	.....
۲۰۶	فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات	.....
۲۰۶	۱-۷- مقدمه	.....
۲۰۶	۲-۷- نتیجه گیری	.....
۲۰۹	منابع و ماخذ	.....
۲۰۹	منابع فارسی	.....
۲۱۰	منابع انگلیسی	.....

فهرست جداول

جداول فصل دوم

جدول ۱-۲ - مشخصات مصالح بکار رفته در آزمایش ۵۱

جداول فصل سوم

جدول ۱-۳ - مشخصات مقاطع ستون هادر پانل ($d < b$) ۵۷

جدول ۲-۳ - مشخصات مقاطع ستون هادر پانل ($d = b$) ۶۲

جدول ۳-۳ - مشخصات مقاطع ستون ها در پانل ($d > b$) ۶۷

جداول فصل چهارم

جدول ۱-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل A_1 بر حسب متر ۸۳

جدول ۲-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل B_1 بر حسب متر ۸۷

جدول ۳-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل C_1 بر حسب متر ۹۱

جدول ۴-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل D_1 بر حسب متر ۹۵

جدول ۵-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل E_1 بر حسب متر ۹۹

جدول ۶-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل F_1 بر حسب متر ۱۰۳

جدول ۷-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل G بر حسب متر ۱۱۰

جدول ۸-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل H بر حسب متر ۱۱۴

جدول ۹-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل I بر حسب متر ۱۱۸

جدول ۱۰-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل J بر حسب متر ۱۲۳

جدول ۱۱-۴ - مقادیر تغییر مکان در پانل K بر حسب متر ۱۲۷

جداول فصل پنجم

جدول ۱-۵ - مقادیر تغییر مکان در پانل A_2 بر حسب متر ۱۳۳

جدول ۲-۵ - مقادیر تغییر مکان در پانل B_2 بر حسب متر ۱۳۸

جدول ۳-۵ - مقادیر تغییر مکان در پانل C_2 بر حسب متر ۱۴۲

جدول ۴-۵ - مقادیر تغییر مکان در پانل D_2 بر حسب متر ۱۴۶

جدول ۵-۵- مقادیر تغییر مکان در پانل E_2 بر حسب متر	۱۵۰
جدول ۶-۵- مقادیر تغییر مکان در پانل F_2 بر حسب متر	۱۵۴
جدول ۷-۵- مقادیر تغییر مکان در پانل L بر حسب متر	۱۶۰
جدول ۸-۵- مقادیر تغییر مکان در پانل M بر حسب متر	۱۶۴

جداول فصل ششم

جدول ۱-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل A_3 بر حسب متر	۱۷۱
جدول ۲-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل B_3 بر حسب متر	۱۷۵
جدول ۳-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل C_3 بر حسب متر	۱۷۹
جدول ۴-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل D_3 بر حسب متر	۱۸۳
جدول ۵-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل E_3 بر حسب متر	۱۸۷
جدول ۶-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل F_3 بر حسب متر	۱۹۱
جدول ۷-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل N بر حسب متر	۱۹۸
جدول ۸-۶- مقادیر تغییر مکان در پانل O بر حسب متر	۲۰۲

فهرست اشکال

اشکال فصل اول

- شکل ۱-۱- ایده آل سازی دیوار برشی فولادی با یک تیر ورق با پایه‌های گیردار ۲۴
- شکل ۱-۲- دیوار برشی فولادی با ورق جان تقویت شده و تقویت نشده ۲۴
- شکل ۱-۳- چند نمونه از قاب‌های مهار بندی شده ۲۵
- شکل ۱-۴- نیروهای وارده از ورق فولادی به تیرها و ستون‌ها در دیوار برشی فولادی ۲۵
- شکل ۱-۵- نحوه شکل گیری میدان کشش قطری در جان (ورق فولادی) ۲۷

اشکال فصل دوم

- شکل ۲-۱- شکل‌های الف و ب و ج نمونه‌هایی از دیوارهای برشی فولادی ۳۳
- شکل ۲-۲- مناطق سه گانه از رفتار مقطع دیوار برشی فولادی ۳۳
- شکل ۲-۳- برش و میدان کششی در دیوارهای برشی فولادی ۳۴
- شکل ۲-۴- ابعاد دیوار برشی فولادی ۳۴
- شکل ۲-۵- تصویر کلی دیاگرام بار- تغییر مکان جانبی سیستم ۳۵
- شکل ۲-۶- سیستم تحت بار جانبی ۳۵
- شکل ۲-۷- دیاگرام بار - تغییر مکان برشی ورق فولادی ۳۶
- شکل ۲-۸- وضعیت تنش‌ها در ورق فولادی قبل و بعد از کمانش ورق ۳۶
- شکل ۲-۹- مدل قاب در دیوار برشی فولادی ۴۰
- شکل ۲-۱۰- منحنی بار تغییر مکان قاب ۴۱
- شکل ۲-۱۱- بادبندهای معادل طبقات ۴۳
- شکل ۲-۱۲- مدول نواری یک طبقه با اتصال ساده ۴۴
- شکل ۲-۱۳- مکانیزم شکست سینماتیکی پانل ۴۴
- شکل ۲-۱۴- نمایی از ساختمان ۵۲ طبقه در سان فرانسیسکو ۴۵
- شکل ۲-۱۵- ساختمان ۳۰ طبقه در دالاس ۴۶
- شکل ۲-۱۶- برج ۵۳ طبقه با سیستم دیوار برشی فولادی ۴۶
- شکل ۲-۱۷- نمایش مقطع پلان و قاب و ساختمان ۳۵ طبقه در کوبه ژاپن ۴۷

- شکل ۲-۱۸- نمایی از دیوار برشی فولادی با مقاومت کم ولی با شکل پذیری بالا ۴۸
- شکل ۲-۱۹- نمایش مدل نواری توسعه یافته توسط توربرون و همکاران از یک دیوار برشی یک طبقه: a - اثر میدان کششی کامل، b - اثر میدان کششی جزئی ۵۰
- شکل ۲-۲۰- نمایی از قاب یک طبقه و چهار طبقه ۵۰
- شکل ۲-۲۱- a مشخصات پانل و b نمایی از پانل در آزمایشگاه ۵۲
- شکل ۲-۲۲- نمودار هیستریزیس نمونه ی (S۲) ۵۲
- شکل ۲-۲۳- نمایی از دیوار برشی فولادی (نمونه p) ۵۳
- شکل ۲-۲۴- نمودار هیستریزیس نمونه p و $s2$ ۵۳

اشکال فصل سوم

- شکل ۳-۱- ابعاد دیوار برشی فولادی ۵۶
- شکل ۳-۲- مشخصات دیوار برشی فولادی ($d < b$) ۵۷
- شکل ۳-۳- مقطع ستون ها و طرز قرار گیری آن در دیوار برشی فولادی ۵۸
- شکل ۳-۴- نیروهای انتقال یافته از ورق فولادی به ستون ها ۶۰
- شکل ۳-۵- بار وارد از ورق فولادی به محل اتصال با پی ۶۰
- شکل ۳-۶- تیر تحت اثر بار وارده از طرف ورق فولادی ۶۱
- شکل ۳-۷- مقطع تیر بر حسب میلی متر ۶۲
- شکل ۳-۸- مشخصات دیوار برشی فولادی ($d = b$) ۶۲
- شکل ۳-۹- مقطع ستون ها و طرز قرار گیری آن در دیوار برشی فولادی ۶۳
- شکل ۳-۱۰- نیروهای انتقال یافته از ورق فولادی به ستون ها ۶۵
- شکل ۳-۱۱- بار وارد از ورق فولادی به محل اتصال با پی ۶۵
- شکل ۳-۱۲- تیر تحت اثر بار وارده از طرف ورق فولادی ۶۶
- شکل ۳-۱۳- مقطع تیر بر حسب میلی متر ۶۶
- شکل ۳-۱۴- مشخصات دیوار برشی فولادی ۶۷
- شکل ۳-۱۵- مقطع ستون ها و طرز قرار گیری آن در دیوار برشی فولادی ۶۸
- شکل ۳-۱۶- نیروهای انتقال یافته از ورق فولادی به ستون ها ۶۹
- شکل ۳-۱۷- بار وارد از ورق فولادی به محل اتصال با پی ۷۰
- شکل ۳-۱۸- تیر تحت اثر بار وارده از طرف ورق فولادی ۷۱

شکل ۳-۱۹- مقطع تیر بر حسب میلی متر	۷۱
شکل ۳-۲۰- المان ۱۸۸ <i>BEEM</i>	۷۵
شکل ۳-۲۱- المان ۱۸۱ <i>SHELL</i>	۷۵
شکل ۳-۲۲- نمودار انواع مواد در نرم افزار <i>ANSYS</i>	۷۷
شکل ۳-۲۳- دیوارهای برشی فولادی بدون سخت کننده	۷۸
شکل ۳-۲۴- دیوارهای برشی فولادی با سخت کننده	۷۹

اشکال فصل چهارم

شکل ۴-۱- دیوار برشی فولادی در مدل A_1	۸۱
شکل ۴-۲- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل A_1	۸۲
شکل ۴-۳- تغییر مکان در جهت x پانل A_1	۸۲
شکل ۴-۴- تغییر مکان در جهت z پانل A_1	۸۲
شکل ۴-۵- تنش فون میزس پانل A_1	۸۳
شکل ۴-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل A_1	۸۴
شکل ۴-۷- نمودار تنش - جابجایی در پانل A_1	۸۴
شکل ۴-۸- دیوار برشی فولادی مدل B_1	۸۵
شکل ۴-۹- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل B_1	۸۵
شکل ۴-۱۰- تغییر مکان در جهت x پانل B_1	۸۶
شکل ۴-۱۱- تغییر مکان در جهت z پانل B_1	۸۶
شکل ۴-۱۲- تنش فون میزس پانل B_1	۸۷
شکل ۴-۱۳- نمودار تنش - بار جانبی در پانل B_1	۸۷
شکل ۴-۱۴- نمودار تنش - جابجایی در پانل B_1	۸۸
شکل ۴-۱۵- دیوار برشی فولادی در پانل C_1	۸۹
شکل ۴-۱۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل C_1	۸۹
شکل ۴-۱۷- تغییر مکان در جهت x پانل C_1	۹۰
شکل ۴-۱۸- تغییر مکان در جهت z پانل C_1	۹۰
شکل ۴-۱۹- تنش فون میزس پانل C_1	۹۱

شکل ۴-۲۰- نمودار تنش - بار جانبی در پانل C_1	۹۱
شکل ۴-۲۱- نمودار تنش - جابجایی در پانل C_1	۹۲
شکل ۴-۲۲- دیوار برشی فولادی در پانل D_1	۹۳
شکل ۴-۲۳- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل D_1	۹۳
شکل ۴-۲۴- تغییر مکان در جهت x پانل D_1	۹۴
شکل ۴-۲۵- تغییر مکان در جهت z پانل D_1	۹۴
شکل ۴-۲۶- تنش فون میزس پانل D_1	۹۵
شکل ۴-۲۷- نمودار تنش - بار جانبی در پانل D_1	۹۵
شکل ۴-۲۸- نمودار تنش - جابجایی در پانل D_1	۹۶
شکل ۴-۲۹- دیوار برشی فولادی در پانل E_1	۹۷
شکل ۴-۳۰- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل E_1	۹۷
شکل ۴-۳۱- تغییر مکان در جهت x پانل E_1	۹۸
شکل ۴-۳۲- تغییر مکان در جهت z پانل E_1	۹۸
شکل ۴-۳۳- تنش فون میزس پانل E_1	۹۹
شکل ۴-۳۴- نمودار تنش - بار جانبی در پانل E_1	۹۹
شکل ۴-۳۵- نمودار تنش - جابجایی در پانل E_1	۱۰۰
شکل ۴-۳۶- دیوار برشی فولادی در پانل F_1	۱۰۱
شکل ۴-۳۷- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل F_1	۱۰۱
شکل ۴-۳۸- تغییر مکان در جهت x پانل F_1	۱۰۲
شکل ۴-۳۹- تغییر مکان در جهت z پانل F_1	۱۰۲
شکل ۴-۴۰- تنش فون میزس پانل F_1	۱۰۳
شکل ۴-۴۱- نمودار تنش - بار جانبی در پانل F_1	۱۰۳
شکل ۴-۴۲- نمودار تنش - جابجایی در پانل F_1	۱۰۴
شکل ۴-۴۳- نمودار بار جانبی - جابجایی پانلهای ($F_1, E_1, D_1, C_1, B_1, A_1$)	۱۰۵
شکل ۴-۴۴- نمودار تنش - بار جانبی پانلهای ($F_1, E_1, D_1, C_1, B_1, A_1$)	۱۰۶
شکل ۴-۴۵- نسبت بار جانبی به وزن پانلهای ($F_1, E_1, D_1, C_1, B_1, A_1$)	۱۰۶
شکل ۴-۴۶- دیوار برشی فولادی در پانل G	۱۰۸

شکل ۴-۴۷- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل G	۱۰۸
شکل ۴-۴۸- تغییر مکان در جهت x پانل G	۱۰۹
شکل ۴-۴۹- تغییر مکان در جهت z پانل G	۱۰۹
شکل ۴-۵۰- تنش فون میزس پانل G	۱۱۰
شکل ۴-۵۱- نمودار تنش - بار جانبی در پانل G	۱۱۰
شکل ۴-۵۲- نمودار تنش - جابجایی در پانل G	۱۱۱
شکل ۴-۵۳- دیوار برشی فولادی در پانل H	۱۱۲
شکل ۴-۵۴- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل H	۱۱۲
شکل ۴-۵۵- تغییر مکان در جهت x پانل H	۱۱۳
شکل ۴-۵۶- تغییر مکان در جهت z پانل H	۱۱۳
شکل ۴-۵۷- تنش فون میزس پانل H	۱۱۴
شکل ۴-۵۸- نمودار تنش - بار جانبی در پانل H	۱۱۴
شکل ۴-۵۹- نمودار تنش - جابجایی در پانل H	۱۱۵
شکل ۴-۶۰- دیوار برشی فولادی در پانل I	۱۱۶
شکل ۴-۶۱- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل I	۱۱۶
شکل ۴-۶۲- تغییر مکان در جهت x پانل I	۱۱۷
شکل ۴-۶۳- تغییر مکان در جهت z پانل I	۱۱۷
شکل ۴-۶۴- تنش فون میزس پانل I	۱۱۸
شکل ۴-۶۵- نمودار تنش - بار جانبی در پانل I	۱۱۸
شکل ۴-۶۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل I	۱۱۹
شکل ۴-۶۷- نمودار تغییرات بار جانبی پانلهای (I و H و G)	۱۱۹
شکل ۴-۶۸- نمودار تغییرات بار جانبی به وزن پانلهای (I و H و G)	۱۲۰
شکل ۴-۶۹- دیوار برشی فولادی در پانل H	۱۲۱
شکل ۴-۷۰- دیوار برشی فولادی در پانل J	۱۲۱
شکل ۴-۷۱- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل J	۱۲۲
شکل ۴-۷۲- تغییر مکان در جهت x پانل J	۱۲۲
شکل ۴-۷۳- تغییر مکان در جهت z پانل J	۱۲۳

شکل ۴-۷۴- تنش فون میزس پانل J	۱۲۴
شکل ۴-۷۵- نمودار تنش - بار جانبی در پانل J	۱۲۴
شکل ۴-۷۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل J	۱۲۵
شکل ۴-۷۷- دیوار برشی فولادی در پانل K	۱۲۵
شکل ۴-۷۸- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل K	..... ۱۲۶
شکل ۴-۷۹- تغییر مکان در جهت x پانل K	۱۲۶
شکل ۴-۸۰- تغییر مکان در جهت z پانل K	۱۲۷
شکل ۴-۸۱- تنش فون میزس پانل K	۱۲۷
شکل ۴-۸۲- نمودار تنش - بار جانبی در پانل K	۱۲۸
شکل ۴-۸۳- نمودار تنش - جابجایی در پانل K	۱۲۸
شکل ۴-۸۴- نمودار تغییرات بار جانبی پانلهای (H و J و K)	۱۲۹
شکل ۴-۸۵- نمودار تغییرات بار جانبی به وزن پانلهای (H و J و K)	۱۲۹

اشکال فصل پنجم

شکل ۵-۱- دیوار برشی فولادی در پانل A_2	۱۳۱
شکل ۵-۲- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل A_2	۱۳۲
شکل ۵-۳- تغییر مکان در جهت x پانل A_2	۱۳۲
شکل ۵-۴- تغییر مکان در جهت z پانل A_2	۱۳۳
شکل ۵-۵- تنش فون میزس پانل A_2	۱۳۴
شکل ۵-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل A_2	۱۳۴
شکل ۵-۷- نمودار تنش - جابجایی در پانل A_2	۱۳۵
شکل ۵-۸- دیوار برشی فولادی در پانل B_2	۱۳۶
شکل ۵-۹- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل B_2	۱۳۶
شکل ۵-۱۰- تغییر مکان در جهت x پانل B_2	۱۳۷
شکل ۵-۱۱- تغییر مکان در جهت z پانل B_2	۱۳۷
شکل ۵-۱۲- تنش فون میزس پانل B_2	۱۳۸
شکل ۵-۱۳- نمودار تنش - بار جانبی در پانل B_2	۱۳۸

شکل ۵-۱۴- نمودار تنش - جابجایی در پانل B_2	۱۳۹
شکل ۵-۱۵- دیوار برشی فولادی در پانل C_2	۱۴۰
شکل ۵-۱۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل C_2	۱۴۰
شکل ۵-۱۷- تغییر مکان در جهت x پانل C_2	۱۴۱
شکل ۵-۱۸- تغییر مکان در جهت z پانل C_2	۱۴۱
شکل ۵-۱۹- تنش فون میزس پانل C_2	۱۴۲
شکل ۵-۲۰- نمودار تنش - بار جانبی در پانل C_2	۱۴۲
شکل ۵-۲۱- نمودار تنش - جابجایی در پانل C_2	۱۴۳
شکل ۵-۲۲- دیوار برشی فولادی در پانل D_2	۱۴۴
شکل ۵-۲۳- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل D_2	۱۴۴
شکل ۵-۲۴- تغییر مکان در جهت x پانل D_2	۱۴۵
شکل ۵-۲۵- تغییر مکان در جهت z پانل D_2	۱۴۵
شکل ۵-۲۶- تنش فون میزس پانل D_2	۱۴۶
شکل ۵-۲۷- نمودار تنش - بار جانبی در پانل D_2	۱۴۶
شکل ۵-۲۸- نمودار تنش - جابجایی در پانل D_2	۱۴۷
شکل ۵-۲۹- دیوار برشی فولادی در پانل E_2	۱۴۸
شکل ۵-۳۰- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل E_2	۱۴۸
شکل ۵-۳۱- تغییر مکان در جهت x پانل E_2	۱۴۹
شکل ۵-۳۲- تغییر مکان در جهت z پانل E_2	۱۴۹
شکل ۵-۳۳- تنش فون میزس پانل E_2	۱۵۰
شکل ۵-۳۴- نمودار تنش - بار جانبی در پانل E_2	۱۵۰
شکل ۵-۳۵- نمودار تنش - جابجایی در پانل E_2	۱۵۱
شکل ۵-۳۶- دیوار برشی فولادی در پانل F_2	۱۵۲
شکل ۵-۳۷- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل F_2	۱۵۲
شکل ۵-۳۸- تغییر مکان در جهت x پانل F_2	۱۵۳
شکل ۵-۳۹- تغییر مکان در جهت z پانل F_2	۱۵۳
شکل ۵-۴۰- تنش فون میزس پانل F_2	۱۵۴

شکل ۵-۴۱- نمودار تنش - بار جانبی در پانل F_2	۱۵۴
شکل ۵-۴۲- نمودار تنش - جابجایی در پانل F_2	۱۵۵
شکل ۵-۴۳- نمودار بار جانبی - جابجایی پانلهای ($F_2, E_2, D_2, C_2, B_2, A_2$)	۱۵۶
شکل ۵-۴۴- نمودار تنش - بار جانبی پانلهای ($F_2, E_2, D_2, C_2, B_2, A_2$)	۱۵۷
شکل ۵-۴۵- نسبت بار جانبی به وزن پانلهای ($F_2, E_2, D_2, C_2, B_2, A_2$)	۱۵۷
شکل ۵-۴۶- دیوار برشی فولادی در پانل L	۱۵۸
شکل ۵-۴۷- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل L	۱۵۹
شکل ۵-۴۸- تغییر مکان در جهت x پانل L	۱۵۹
شکل ۵-۴۹- تغییر مکان در جهت z پانل L	۱۶۰
شکل ۵-۵۰- تنش فون میزس پانل L	۱۶۱
شکل ۵-۵۱- نمودار تنش - بار جانبی در پانل L	۱۶۱
شکل ۵-۵۲- نمودار تنش - جابجایی در پانل L	۱۶۲
شکل ۵-۵۳- دیوار برشی فولادی در پانل M	۱۶۲
شکل ۵-۵۴- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل M	۱۶۳
شکل ۵-۵۵- تغییر مکان در جهت x پانل M	۱۶۳
شکل ۵-۵۶- تغییر مکان در جهت z پانل M	۱۶۴
شکل ۵-۵۷- تنش فون میزس پانل M	۱۶۵
شکل ۵-۵۸- نمودار تنش - بار جانبی در پانل M	۱۶۵
شکل ۵-۵۹- نمودار تنش - جابجایی در پانل M	۱۶۶
شکل ۵-۶۰- دیوار برشی فولادی در پانل F_2	۱۶۶
شکل ۵-۶۱- نمودار تغییرات بار جانبی پانلهای (L و M و F_2)	۱۶۷
شکل ۵-۶۲- نمودار تغییرات بار جانبی به وزن پانلهای (L و M و F_2)	۱۶۷

اشکال فصل ششم

شکل ۶-۱- دیوار برشی فولادی در پانل A_3	۱۶۹
شکل ۶-۲- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل A_3	۱۷۰
شکل ۶-۳- تغییر مکان در جهت x پانل A_3	۱۷۰

شکل ۴-۶- تغییر مکان در جهت z پانل A_3	۱۷۱
شکل ۵-۶- تنش فون میزس پانل A_3	۱۷۲
شکل ۶-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل A_3	۱۷۲
شکل ۷-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل A_3	۱۷۳
شکل ۸-۶- دیوار برشی فولادی در پانل B_3	۱۷۳
شکل ۹-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل B_3	۱۷۴
شکل ۱۰-۶- تغییر مکان در جهت x پانل B_3	۱۷۴
شکل ۱۱-۶- تغییر مکان در جهت z پانل B_3	۱۷۵
شکل ۱۲-۶- تنش فون میزس پانل B_3	۱۷۶
شکل ۱۳-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل B_3	۱۷۶
شکل ۱۴-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل B_3	۱۷۷
شکل ۱۵-۶- دیوار برشی فولادی در پانل C_3	۱۷۷
شکل ۱۶-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل C_3	۱۷۸
شکل ۱۷-۶- تغییر مکان در جهت x پانل C_3	۱۷۸
شکل ۱۸-۶- تغییر مکان در جهت z پانل C_3	۱۷۹
شکل ۱۹-۶- تنش فون میزس پانل C_3	۱۸۰
شکل ۲۰-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل C_3	۱۸۰
شکل ۲۱-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل C_3	۱۸۱
شکل ۲۲-۶- دیوار برشی فولادی در پانل D_3	۱۸۱
شکل ۲۳-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل D_3	۱۸۲
شکل ۲۴-۶- تغییر مکان در جهت x پانل D_3	۱۸۲
شکل ۲۵-۶- تغییر مکان در جهت z پانل D_3	۱۸۳
شکل ۲۶-۶- تنش فون میزس پانل D_3	۱۸۴
شکل ۲۷-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل D_3	۱۸۴
شکل ۲۸-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل D_3	۱۸۵
شکل ۲۹-۶- دیوار برشی فولادی در پانل E_3	۱۸۵
شکل ۳۰-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل E_3	۱۸۶

شکل ۳۱-۶- تغییر مکان در جهت x پانل E_3	۱۸۶
شکل ۳۲-۶- تغییر مکان در جهت z پانل E_3	۱۸۷
شکل ۳۳-۶- تنش فون میزس پانل E_3	۱۸۸
شکل ۳۴-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل E_3	۱۸۸
شکل ۳۵-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل E_3	۱۸۹
شکل ۳۶-۶- دیوار برشی فولادی در پانل F_3	۱۸۹
شکل ۳۷-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل F_3	۱۹۰
شکل ۳۸-۶- تغییر مکان در جهت x پانل F_3	۱۹۰
شکل ۳۹-۶- تغییر مکان در جهت z پانل F_3	۱۹۱
شکل ۴۰-۶- تنش فون میزس پانل F_3	۱۹۲
شکل ۴۱-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل F_3	۱۹۲
شکل ۴۲-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل F_3	۱۹۳
شکل ۴۳-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی پانلهای ($F_3, E_3, D_3, C_3, B_3, A_3$)	۱۹۳
شکل ۴۴-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانلهای ($F_3, E_3, D_3, C_3, B_3, A_3$)	۱۹۴
شکل ۴۵-۶- نسبت بار جانبی بر وزن در پانلهای ($F_3, E_3, D_3, C_3, B_3, A_3$)	۱۹۵
شکل ۴۶-۶- دیوار برشی فولادی در پانل N	۱۹۶
شکل ۴۷-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل N	۱۹۶
شکل ۴۸-۶- تغییر مکان در جهت x پانل N	۱۹۷
شکل ۴۹-۶- تغییر مکان در جهت z پانل N	۱۹۷
شکل ۵۰-۶- تنش فون میزس پانل N	۱۹۸
شکل ۵۱-۶- نمودار تنش - بار جانبی در پانل N	۱۹۸
شکل ۵۲-۶- نمودار تنش - جابجایی در پانل N	۱۹۹
شکل ۵۳-۶- دیوار برشی فولادی در پانل O	۲۰۰
شکل ۵۴-۶- نمودار بار جانبی - جابجایی در پانل O	۲۰۰
شکل ۵۵-۶- تغییر مکان در جهت x پانل O	۲۰۱
شکل ۵۶-۶- تغییر مکان در جهت z پانل O	۲۰۱
شکل ۵۷-۶- تنش فون میزس پانل O	۲۰۲

شکل ۶-۵۸- نمودار تنش - بار جانبی در پانل O	۲۰۲
شکل ۶-۵۹- نمودار تنش - جابجایی در پانل O	۲۰۳
شکل ۶-۶۰- دیوار برشی فولادی در پانل D_3	۲۰۴
شکل ۶-۶۱- نمودار تغییرات بار جانبی در پانل (N و O و D_3)	۲۰۴
شکل ۶-۶۲- نمودار تغییرات بار جانبی به وزن پانلهای (N و O و D_3)	۲۰۵

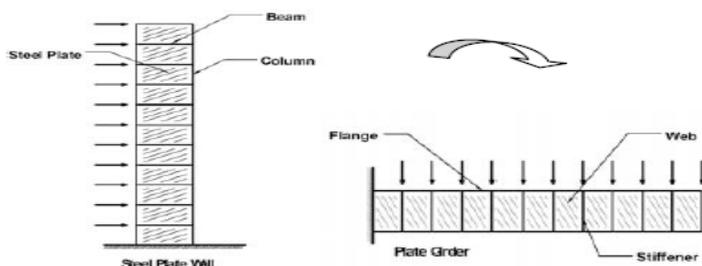
فصل اول

کلیات

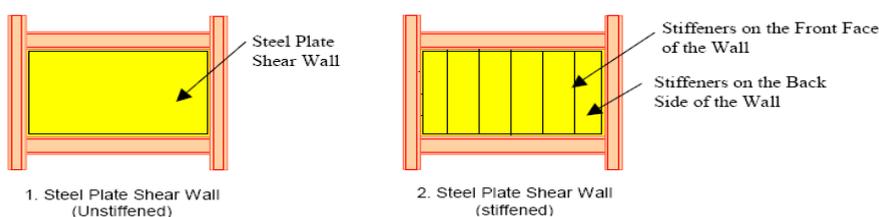
۱-۱- مقدمه

انواع سیستم‌ها برای مقابله با نیروهای زلزله توسط مهندسين طراحی شده است از اولین سیستم‌ها می‌توان به سیستم‌های مهاربندی اشاره کرد. از عمده ترین معایب این سیستم می‌توان به تمرکز تنش در محل اتصالات اشاره کرد. از دیگر مشکلات این سیستم محل تقاطع دو بادبند می‌باشد که باید یکی از آنها قطع و دیگری از روی آن بگذرد. ولی در عوض از مزایای این سیستم می‌توان به عدم ایجاد ممانعت در تعبیه باز شو و داشتن رفتار غیر خطی اشاره کرد. این سیستم نیز به دلیل داشتن سختی جانبی پایین در سازه‌های مرتفع غیر اقتصادی می‌باشد. یک دیوار برشی را می‌توان بصورت یک تیر ورق عمودی ایده آل سازی کرد، بطوریکه ورقهای فولادی شبیه به جان، ستون‌ها همانند بالها و تیرهای طبقات به عنوان سخت کننده‌های عرضی عمل می‌کنند. (شکل ۱-۱).

فرآیند طراحی دیوار برشی در گذشته سبب می‌شد طرح بسیار محافظه کارانه باشد. از کمانش جان با استفاده از سخت کننده‌های زیاد یا با انتخاب ورق با جان تقریباً ضخیم جلوگیری می‌شد، تا اینکه اطلاعات بیشتری در مشخصات پس کمانش آنها بدست آمد (شکل ۱-۲).

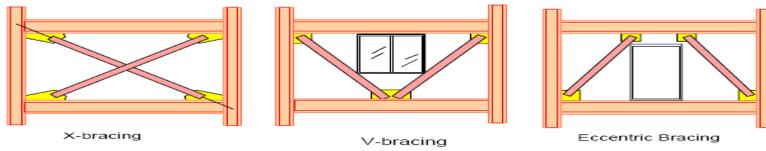


شکل ۱-۱- ایده آل سازی دیوار برشی فولادی با یک تیر ورق با پایه‌های گیردار



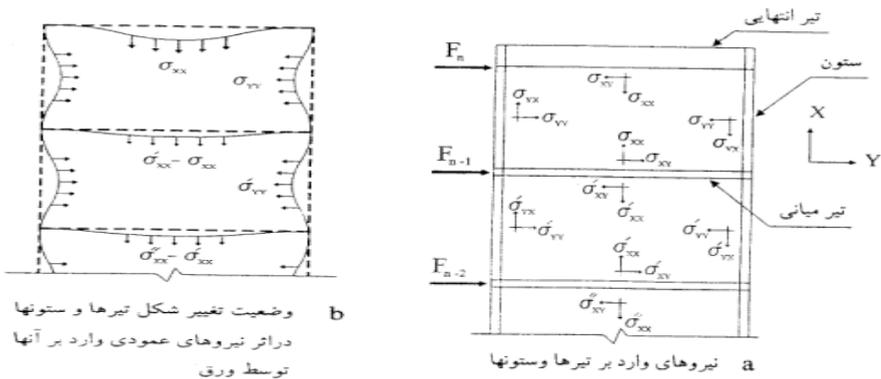
شکل ۱-۲- دیوار برشی فولادی با ورق جان تقویت شده و تقویت نشده

یکی از دلایلی که منجر به تحقیق بر روی دیوار برشی فولادی شد مسئله ضخامت ورق فولادی بود. برخی از مهندسين براي باور بودند که به ورق نباید اجازه کمانش داد این مطلب سبب ایجاد دو طرز تفکر شد. در ژاپن ورقهای نازک با سخت کننده‌های نزدیک هم مورد توجه قرار گرفت، در حالیکه در آمریکا از ورقهای ضخیم استفاده گردید. خصوصیت جذب انرژی ورق جان تحت بارگذاری رفت و برگشتی با شدت بالا، سبب استفاده از این دیوارها در نواحی با خطر لرزه خیزی بالا گشته است. همچنین میدان کشش قطری ورق جان، که شبیه به مهار قطری در یک قاب مهار شده عمل می‌کند بعنوان روش مؤثری برای کنترل تغییر مکان نسبی ساختمانها شناخته شده است. در مقایسه با سیستم‌های مهار بندی رایج، پانلهای فولادی تحت بار چرخه ای رفتار شکل پذیرتر و پایدارتری از خود نشان داده اند. در شکل (۱-۳) چند نمونه از قاب‌های مهار بندی شده نشان داده شده است.



شکل ۱-۳- چند نمونه از قاب‌های مهار بندی شده

برای بهبود منحنی‌های هسیترزیس و افزایش میزان جذب انرژی در سیستم دیوار برشی فولادی می‌توان ضخامت ورق را افزایش داد و یا می‌توان از سخت کننده‌ها برای تقویت ورق فولادی استفاده کرد. افزایش ضخامت بسیار پر هزینه می‌باشد بطوریکه برای بهبود منحنی‌های هسیترزیس دیوارهای برشی باید ضخامت ورق فولادی را آنقدر افزایش داد تا ورق فولادی قبل از جاری شدن کمانش نکند که کاملاً غیر اقتصادی است. و روش بعدی که استفاده از تقویت ورق فولادی به کمک سخت کننده‌ها می‌باشد کاملاً مؤثر و اقتصادی است. و باعث افزایش جذب انرژی در دیوار برشی فولادی می‌باشد. ستونهای دور دیوار برشی فولادی علاوه بر اینکه باید بارهای قائم محوری ناشی از بارهای ثقلی را تحمل کنند، باید نیروهای جانبی را که توسط ورق فولادی منتقل می‌شود را نیز تحمل کنند (شکل ۱-۴) بنابراین ستونها باید از نظر کمانش در صفحه دیوار برشی و کمانش خارج از صفحه مذکور با ضریب اطمینان خوبی طراحی شود.



شکل ۱-۴ - نیروهای وارده از ورق فولادی به تیرها و ستونها در دیوار برشی فولادی

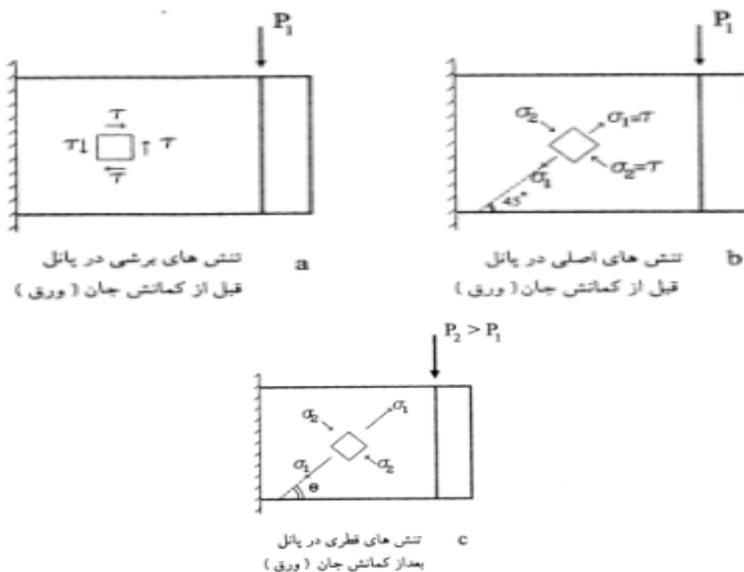
بطوریکه وقتی ورق فولادی برای جذب انرژی به حالت پلاستیک وارد می شود دارای استحکام کافی بوده و دچار کماتش نشود. و در رابطه با تیرهای طبقات در دیوار برشی فولادی، با توجه به اینکه نیروهای وارده از ورق های فولادی به آنها در دو طبقه مجاور به علت اختلاف ناچیز خنثی می گردد. لذا از نظر پایداری با مشکل خاصی رو به رو نمی باشند. فقط تیرهای انتهایی که صرفاً نیروهای وارده از طرف یک ورق فولادی را تحمل می نمایند. باید دارای استحکام کافی باشند. در دیوارهای برشی فولادی ورق فولادی کماتش می نماید ولی این مطلب به منزله ی ناپایداری سیستم تلقی نمی گردد برای جلوگیری از کماتش می توان از سخت کننده ها استفاده کرد. در بررسی سیستم دیوار برشی فولادی هزینه های کلی یک ساختمان با توجه به موارد زیر به طور اساسی کاهش می یابد :

۱. ساخت سازه های تمام فولادی با دیوارهای برشی فولادی یک راه عملی مؤثر برای نواحی سردسیر است. در حالی که ساخت بتن نمی تواند به این سادگی باشد. دمای خیلی پایین هوا مسئله ساخت قطعات بتن را پیچیده کرده و سبب ایجاد مشکلات بسیاری می شود.
۲. نصب سازه فولادی با استفاده از پانل فولادی با جوش کارگاهی و یا پیچ سریعتر انجام گرفته و در نتیجه به بازرسی کمتری نیاز بوده و هزینه های کنترل کیفیت کار را کاهش داده است.
۳. در کاربردهای مقاوم سازی و بهسازی لرزه ای، دیوارهای برشی بسیار آسانتر و سریعتر از دیوارهای برشی بتنی مسلح نصب می شوند
۴. در مقایسه با ساخت بتن مسلح، فرآیند نصب یک ساختمان تمام فولادی به طور اساسی سریع تر است بنابراین مدت زمان ساخت را، که یک فاکتور مهم در هزینه کلی یک پروژه است، کاهش می دهد.
۵. از نظر معماری، دیوار برشی فولادی در مقایسه با دیوار برشی بتنی مسلح بدلیل سطح مقطع کمتر فضای بیشتری حفظ کرده که این امر یک برتری مشخصی می باشد به ویژه در ساختمانهای بلند مرتبه که ضخامت دیوارهای برشی بتنی در طبقات پایین تر بسیار زیاد بوده و بخش زیادی از سطح پلان را اشغال می کنند.

۶. در مقایسه با دیوارهای برشی بتنی مسلح، دیوارهای برشی فولادی بسیار سبکتر بوده بطوری که سبب کاهش بار مورد نظر روی ستونها و پی‌ها شده و نیروی لرزه ای را که متناسب با جرم سازه است، کاهش می‌دهند.
۷. یک سیستم دیوار برشی فولادی ظرفیت جذب انرژی نسبتاً زیادی را داراست. در نتیجه کاربرد آن در نواحی یا خطر لرزه خیزی بالا بسیار مفید است.
۸. بدلیل اینکه میدان کششی جان شبیه به یک مهار قطری عمل می‌کند، سیستم دیوارهای برشی فولادی سختی اولیه نسبتاً بالایی را داراست و بنابراین در محدود کردن تغییر مکان نسبی بسیار مؤثر می‌باشد.

۱-۲- تاریخچه تحقیق بر روی دیوارهای برشی فولادی

اساس ایده دیوارهای برشی فولادی که در ۱۵ سال اخیر بطور جدی مورد توجه قرار گرفته است، بهره گیری از میدان کشش قطری است که پس از کمانش ورق فولادی در آن ایجاد می‌گردد در سالهای اول از دیوارهای برشی فولادی با تقویت سنگین فولادی برای جلوگیری از کمانش استفاده می‌کردند.



شکل ۱-۵- نحوه شکل گیری میدان کشش قطری در جان (ورق فولادی)

در شکل (۱-۵) یک پانل برشی نشان داده شده است، ورق فولادی جان تا قبل از کمانش تحت اثر برشی خالص τ شکل (۱-۵-ا) می‌باشد که تنشهای اصلی مربوط به آن در شکل (۱-۵-ب) نشان داده شده است. در صورتیکه نیروی P1 افزایش یافته بنحوی که تنش فشاری σ_2 در جان، در شکل (۱-۵-ج) از تنش بحرانی ورق فولادی بیشتر شود، ورق کمانش می‌کند و صفحه جان بصورت موجدار در خواهد آمد. طبیعتاً ورق فولادی در جهت تنش فشاری افزایش تنش را نمی‌تواند تحمل نماید ولی در جهت دیگر، جهت σ_1 که ورق تحت اثر تنشهای کششی قرار دارد، تنشهای مذکور می‌تواند تا جاری شدن ورق فولادی افزایش یافته و در نتیجه پانل نیروهای قابل توجه ای را تحمل می‌کند. پدیده مذکور پس کمانش در ورق فولادی نامیده می‌شود. این پدیده در تیر ورق‌ها بسیار مشهور بوده و کارهای مطالعاتی و تحقیقاتی وسیعی در رابطه با آن انجام گرفته است.

اولین کار جدی برای بررسی مقاومت پانل‌های برشی پس از کمانش جان آنها توسط واگنر در سال ۱۹۳۱ انجام گرفت. وی براساس آزمایش‌های که روی پانل‌های برشی نازک از جنس آلومینیوم انجام داد، تئوری میدان کششی را ارائه نمود. البته بعد از وی، دانشمندان بسیاری همچون کوهن، باسلر، راکي، پورتر و غیره بر روی میدان کششی قطری تیر ورق‌ها و مطالعه و بررسی نمودند. و بتدریج در محاسبه مقاومت نهایی آنها، سختی بال‌ها نیز با توجه به نتایج آزمایشگاهی، مورد مطالعه قرار گرفته است. اساس مطالعاتی که در ۲۰ سال اخیر به طور جدی مورد توجه قرار گرفته، بهره‌گیری از میدان کشش قطری است که پس کمانش ورق فولادی در آن ایجاد می‌گردد. در فاصله سال‌های محدود قبل از آن، دیوار برشی فولادی با تقویت سنگین ورق فولادی برای جلوگیری از کمانش آن در تعداد محدودی ساختمان با ایده از صنایع کشتی‌سازی استفاده گردیده است. در طول سه دهه گذشته، بررسی‌های صورت گرفته روی دیوار برشی فولادی را می‌توان به دو دسته مشخص تقسیم کرد: دسته اول شامل آنهایی است که از کمانش ورق جلوگیری شده و دیگری اینکه مقاومت پس کمانش ورق در نظر گرفته می‌شود. در گروه اول مطالعات انجام گرفته روی دیوار برشی فولادی طوری بوده که دیوار طرح شده تحت بارهای شدید جانبی کمانش ننماید. در سال اخیر پرفسور ابوالحسن آستانه اصل در دانشگاه بر کلی آزمایشات نسبتاً کاملی بر روی دیوارهای برشی فولادی انجام داده که به نتایج قابل ملاحظه ای رسیده است. (Michel ۲۰۰۴)

طرح استفاده از دیوارهای برشی فولادی با ورق نازک براساس نتایج مطالعات انجام شده بر روی تیر ورق‌ها برای اولین بار در دهه ۸۰ میلادی در دانشگاه آلبرتای کانادا توسط کولاک و همکاران مطرح گردید. علاوه بر تحقیقات مذکور در دهه ۹۰ و پس از آن نیز تحقیقات قابل ملاحظه یا توسط الغالی و همکاران و نچورا و ... بر پایه تحقیقات گذشته بر روی مسائل اجرائی، تحلیلی و رفتاری دیوارهای برشی فولادی با ورق فولادی نازک بصورت آزمایشگاهی و تئوریک انجام گرفته است. که همه مؤید رفتار مناسب و قابلیت‌های خوب دیوارهای مذکور برای مقابله با نیروهای جانبی می‌باشد.

از سال ۱۹۷۰ آزمایشاتی بر روی رفتار دیوار برشی فولادی انجام گرفته و مسئله میدان کششی قطری که پس از کمانش ورق فولادی ایجاد می‌شود بسیار مهم می‌باشد و محققین بسیاری چون واگنر، کوهن، پورتر و ... بر روی میدان کششی قطری مطالعه کرده اند.

کولاک در دانشگاه آلبرتا یکی از اولین محققان در بررسی رفتار دیوار برشی فولادی با دقت بالا می‌بود. نتایج کار گروه تحقیقاتی او سبب ایجاد یک روش ساده برای آنالیز یک دیوار برشی نازک تقویت نشده که مدل نواری نامیده گردید. سپس مطالعات توسط Kulak و تیم تحقیقاتیش در سال ۱۹۸۵ ادامه یافت که شامل تست چرخه ای دیوار برشی فولادی بود. و در سالهای اخیر (۲۰۰۰-۲۰۰۴) دو پروژه تحقیقاتی در دانشگاه کالیفرنیا، Berkeley، بر روی دیوار برشی انجام می‌گیرد یکی دیوارهای برشی مختلط می‌باشد. و دیگری انجام تست‌های چرخه ای بر روی دیوار برشی فولادی می‌باشد. در حال حاضر در ایالات متحده آمریکا بر روی سیستم‌های دو گانه دیوار برشی فولادی تحت اثر بار جانبی و لنگرهای بوجود آمده بحث و بررسی می‌شود. (Abolhassan, ۲۰۰۲)

۱-۳- ساختار پایان نامه

پس از ارائه مقدمه ای در مورد دیوارهای برشی فولادی در فصل اول، در فصل دوم به خلاصه ای از مدل‌های پیشنهاد شده توسط صبوری قمی و میشل برنو (Jeffrey, ۲۰۰۴) و کاربردهای دیوار برشی فولادی که در نقاط مختلف جهان بکار رفته اند و آزمایشات صورت گرفته روی رفتار قبل و پس از کمانش دیوارهای برشی فولادی که توسط محققین در کانادا، انگلستان و آمریکا صورت گرفته ارائه گردیده است. در فصل سوم دیوار برشی فولادی

به صورت دستی طراحی و کنترل شده است، و در ادامه به معرفی نرم افزار ANSYS و مدلسازی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم به بهینه سازی مدل اول ($b > d$) یعنی حالتی که دهنه پانل بیشتر از ارتفاع است پرداخته خواهد شد. در فصل پنجم به بهینه سازی مدل دوم ($b = d$) یعنی حالتی که دهنه پانل با ارتفاع آن برابر است پرداخته خواهد شد. و در فصل ششم به بهینه سازی مدل سوم ($b < d$) یعنی حالتی که دهنه پانل کمتر از ارتفاع است پرداخته خواهد شد. در فصل هفتم به بررسی نتایج بدست آمده پرداخته و در انتهای این فصل پیشنهاداتی جهت ادامه کار ارائه گردیده است.