بررسی تاثیر بازشوها در رفتار دیوارهای برشی فولادی

احد مظاهری مقدم
کارشناس ارشد سازه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه
Email:Ahad_ Mazaheri @ Yahoo.Com

هدایت ولادی
استادیار دانشکده عمران، دانشگاه تبریز

علاالدین بهروش
استاد گروه سازه دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت مقاله: تاریخ پذیرش مقاله:)

چکیده

دیوارهای برشی فولادی یک نوع سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی باد و زلزله همانند بادبندها می باشند که مزایای نسبی بهتری نسبت به بقیه سیستمها دارند. در این مقاله به بررسی تاثیر بازشوها دررفتار دیوارهای برشی فولادی تحت بارگذاری استاتیکی افزاینده پرداخته شده است. برای این منظور مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی آزمایشات صورت گرفته توسط سایر محققین ایجاد شده وپس از بررسی صحت دقت مدل اجزای محدود بازشوهای مستطیل شکل متعددی در قسمتهای مختلف پانل ایجاد شده و سختی و مقاومت پانل در این حالتها مورد مطالعه قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: ساختمانهای فولادی، دیوار برشی فولادی، روش اجزای محدود، بازشو

۱-مقدمه

دیوارهای برشی فولادی یک نوع سیستم ابتکاری مقاوم در برابر بارهای جانبی باد و زلزله همانند بادبندها می باشد ولی عملکرد بهتری نسبت به بقیه سیستمها دارد. سیستم شامل یکسری پانلهای مجزا می باشد که هر پانل درداخل دو تیر و ستون محاط شده و یک صفحه فولادی به این المانهای محیطی متصل شده است. صفحات و پانلها به چندین قسمت برای یک ارتفاع کامل ساختمان تقسیم می شوند و در نتیجه تشکیل یک دیوار طره ای شکل را می دهند. نیروهای جانبی توسط دیافراگم های کف طبقات به صورت افقی به تیرها و ستونهای این نوع دیوار منتقل می شوند. قاب فولادی محیطی هر پانل ممکن است دارای اتصال تیر به ستون ساده یا ممان گیر باشد.

همچنین صفحه می تواند با سخت کننده یا بدون سخت کننده باشد. علاوه بر این صفحه ممکن است توسط پیچ یا جوش به قاب محیطی متصل گردد. ساخت این دیوارها در امریکای شمالی(امریکا و کانادا) و همچنین ژاپن رونق بیشتری دارد. [۱]

صبوری قمی و همکاران[۲]، با در نظر گرفتن فرضیاتی روابطی را برای تخمین سختی و مقاومت دیوارهای برشی فولادی ارائه داده اند. در این روش رفتار نیروتغییر مکانی قاب و پانل فولادی بطور مجزا محاسبه گردیده وسپس با استفاده ازاصل جمع آثار قوا نمودار نیروتغییر مکانی مجموعه بدست می آید. [۳]

J.W.Berman et al رفتار چرخه ای دیوارهای برشی فولادی و قابهای مهاربندی را با ا نجام آزمایش برروی شش نمونه

مقایسه کرده اند. طراحی شده بودند که بیانگر بهسازی لرزه ای هستند و سه هدف قابلیت جابجایی، تاثیرکمتر بر روی قاب موجود و افزایش قابل ملاحظه ظرفیت اتلاف انرژی در مقایسه با قاب موجود را ارضا کنند. نمونه ها قابهای یک دهانه یک طبقه بوده و شکل پذیری،مقاومت ومیزان جذب انرژی هر یک مقایسه شده و مشخص گردیده است که قاب مهاربندی دارای بیشترین سختی اولیه و دیوار برشی فولادی پانل مسطح دارای بیشترین شکل پذیری می باشد. [۴] Berman & Bruneau با اعمال ضریب β روش آیین نامه را در محاسبه ضخامت ورق پانل تصحیح کردند. محاسبه ضریب β براساس آنالیز پلاستیک و صرفنظر از ایجاد مفاصل پلاستیک در تیرها و ستونها بوده و برای قابهای صلب مقادیر محافظه کارانه ای را نتیجه می دهد.[۵] Vian & Bruneau به بررسی تجربی دیوارهای برشی فولادی سوراخدار با تنش تسلیم پایین و تیرهای با مقاطع کاهش یافته پرداخته اند. آزمایشات صورت گرفته توسط[۶] Mohamed Elggaly در دو فاز می باشد ۵ نمونه با مقیاس ¼ در فاز یک آزمایش شده و هفت نمونه با مقیاس ⅓ در فاز ۲ آزمایش شده است. نتایج حاصل از این بررسی نشان داده است که رفتار دیوارهای برشی فولادی نازک توسط عمل میدان کششی و شرایط مرزی کنترل می شود. تسلیم ورق در مجاورت المانهای مرزی و لغزش پیچهای اتصال شروع نقطه تسلیم پانل می باشد که منجر به کاهش سختی دیوار می شود. ظرفیت نهایی دیوارهای جوشی وپیچی به شرط عدم وقوع شکست در ستونها واتصالات قابل مقایسه است. دو نمونه با مقیاس 1/2 توسط[۸]،[۷] Astaneh-Asl & Zhao در دانشگاه برکلی کالیفرنیا مورد بررسی قرار گرفته است.

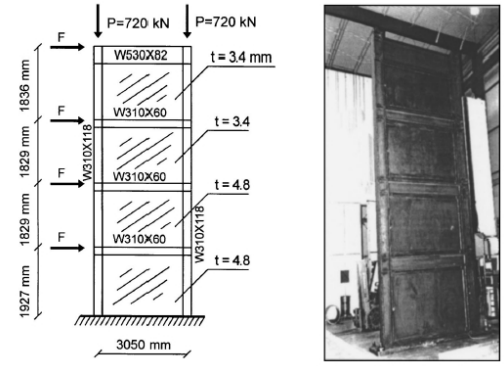
این نمونه ها بیانگر قسمتی از یک سیستم دو گانه قاب خمشی دیوار برشی بکار رفته در ساختمان بلند مرتبه می باشد. نتایج حاصل از آزمایشات نشان داده شده است که سیستم دیوار برشی دو گانه به صورت کاملا شکل پذیری رفتار کرده و قادر به تحمل تغییر شکل های غیر ارتجاعی چرخه ای می باشد. تا تغییر مکان جانبی نسبی حدود 0.006 کاملا الاستیک رفتار کرده وبا افزایش تغییر مکان قطر فشاری دیوار کمانش کرده ومیدان کششی در آن ایجاد گردیده است. در هر دو نمونه ستون لوله ای مرکب کاملا الاستیک باقی مانده است. در هر دو نمونه تیرهای کوپله در تکیه گاهها پلاستیک شده اند وبا افزایش تغییر مکان ها دورانهای پلاستیک زیاد رخ داده و تیر فوقانی شکست خورده است. رفتار کلی سیستم کاملا شکل پذیر بوده واعضای باربری ثقلی الاستیک باقی مانده واتلاف انرژی توسط پانل فولادی تیرهای افقی و ستونهای میانی صورت گرفته است. رضایی و همکاران [۹] با استفاده از آزمایش و مدلسازی نمونه های آزمایشی به بررسی رفتار لرزه ای و کارایی دیوارهای برشی فولادی در مقابل نیروهای جانبی پرداخته اند. Kharrazi و همکاران [۱۰] روش تحلیلی را برای در نظر گرفتن اثرات خمشی در رفتار دیوارهای برشی فولادی ارائه داده اند. نتایج حاصل از آزمایش ظرفیت جذب انرژی بالای سیستم را نشان داده است. مدلسازی عددی نمونه ۴ طبقه به دو روش مدل اجزای محدود غیرخطی نمونه ها و مدل اجزای محدود خطی ارتوتروپیک صورت گرفته و هر دو روش تخمین مناسبی از رفتار سازه را نشان داده اند. با استفاده از روش اجزای محدود، دیوارهای برشی فولادی سخت نشده مورد بررسی قرار گرفته و مساله عدم همگرایی تحلیل دیوارهای برشی فولادی زمانی که پدیده کمانشی نیز مد نظر باشد مورد بررسی قرار گرفته است [۱۱]. نتایج حاصل از روش عددی ونتایج آزمایش مقایسه شده است. نتایج حاصل، انطباق خوبی را با نتایج آزمایشی از خود نشان داده است.

۲-روند بررسی

در سالهای اخیر با روی کار آمدن کامپیوترهای سریع، آنالیز اجزای محدود یکی از روشهای نیرومند در بررسی رفتار دیوارهای برشی و همچنین سایر پدیده ها گردیده است. روش اجزای محدود علاوه بر هزینه کمتر نسبت به مدلهای آزمایشی امکان ایجاد مدلهای متفاوت در ورای توان آزمایش را دارد بعلاوه دقت بالاتری نسبت به مدلهای تحلیلی داشته و اطلاعات بیشتری از رفتار نمونه از قبیل توزیع تنشها و کرنشها می دهد که اغلب در بررسی تحلیلی قابل مشاهده نیستند. در این مقاله مدل اجزای محدود دیوار برشی فولادی مطابق با آزمایشات انجام گرفته توسط[۱۲] Driver et al ایجاد گردیده و صحت نتایج حاصل از مدل عددی با نتایج آزمایشات مقایسه گردیده است.

۲-۱-مشخصات نمونه آزمایشی

این نمونه آزمایشی عبارتست از یک قاب چهار طبقه یک دهانه با پانلهای با ضخامت متفاوت، مشخصات هندسی قاب در شکل (۱) نشان داده شده است و مشخصات هندسی مصالح بکار رفته نیز در جدول(۱) آورده شده است.



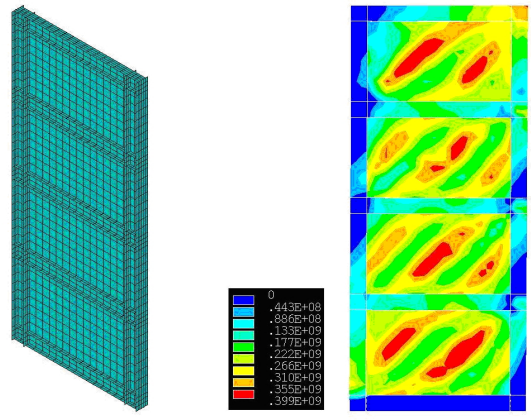
شکل ۱- مشخصات هندسی وابعاد قاب چهارطبقه Driver et al[12]

جدول۱- مشخصات مکانیکی مصالح فولادی آزمایش:

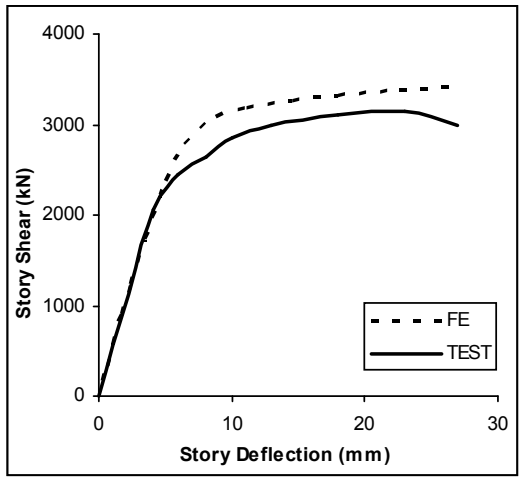
عضو فولادی	σ_0 (N/mm2)	E (kN/mm2)
ورق پانل	270.8	200
قاب (ستون)	320	200

۲-۲-مدل اجزای محدود

به منظور مدلسازی المان محدود نمونه آزمایشی از المان SHELL43 نرم افزار ANSYS استفاده شده است. این المان برای مدلسازی سازه های پوسته ای خطی، تابیده و نسبتا ضخیم مناسب می باشد. المان چهار گره ای بوده و در هر گره دارای ۶ درجه آزادی انتقالی در جهات X,Y,Z و درجه آزادی دورانی حول محورهای X,Y,Z می باشد. المان قابلیت مدلسازی، پلاستیک شدن، سخت شدگی تنش و تغییرشکلهای بزرگ را دارد. مدل رفتار غیر خطی مصالح از قانون سخت شوندگی ایزوتروپیک با معیار تسلیم وون میزز استفاده شده است، که از قابلیتهای برنامه ANSYS می باشد. [۱۵-۱۳].



شکل ۲- مقایسه مدل عددی و آزمایش Driver et al (1997)



شکل ۳- مقایسه مدل عددی و آزمایش Driver et al [12]

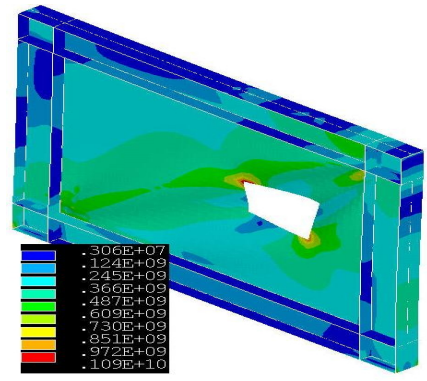
در شکل (۳) نتایج نیروتغییرمکان نمونه آزمایشی Driver et al[۱۲] مدل اجزای محدود مقایسه شده است. مطابق شکل در قسمت خطی نمودارها انطباق بسیار خوبی داشته ولی در قسمت غیرخطی تفاوت بین دو منحنی افزایش یافته است. وجود تنشهای پسماند، مدل رفتاری مصالح، معیار تسلیم بکار رفته از عوامل ایجاد خطا بین نتایج حاصل از آزمایش و مدل اجزای محدود می باشد.

۳-بررسی تاثیر بازشو در رفتار دیوارهای برشی فولادی

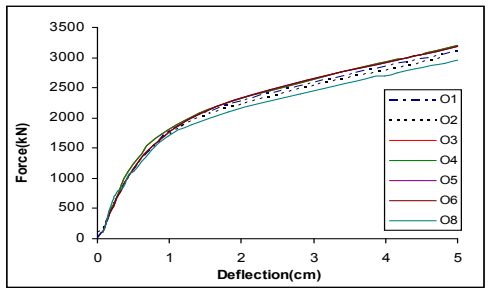
به منظور بررسی تاثیر بازشو در رفتار دیوارهای برشی فولادی، طبقه اول نمونه[۱۲] Driver et al انتخاب گردیده و بازشوی مستطیلی به ابعاد 60x40 در پانل ایجاد گردیده است. با ثابت نگه داشتن ابعاد پانل، موقعیت آن در محدوده پانل تغییر داده شده است. بدین ترتیب ۸ نمونه ساخته شده و میزان حساسیت سختی و مقاومت پانل به تغییر موقعیت بازشو بررسی شده است. مدلهای مورد مطالعه در تراز پایین گیردار و تراز سقف در مقابل تغییر مکانهای خارج از صفحه محدود شده و نیروی طبقه از طریق اعمال جابجایی به گره های تراز سقف اعمال گردیده است.

۳-۱-نتایج حاصل

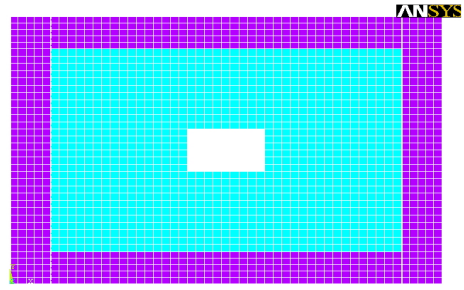
در شکل (۴) توزیع تنشهای وون میزز گرهی نمونه O2 نشان داده شده است. همانگونه که از شکل نیز پیداست توزیع تنشهای وون میزز در گوشه های بازشو بحرانی می باشد.



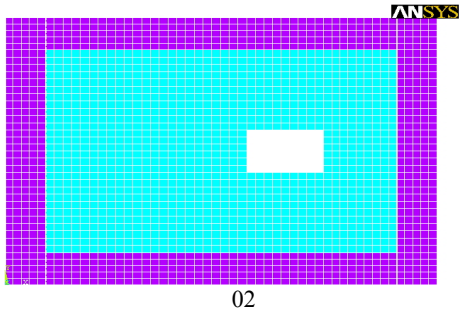
شکل ۴- توزیع تنشهای وون میزز گرهی نمونه O2 در تغییرمکان جانبی 5cm



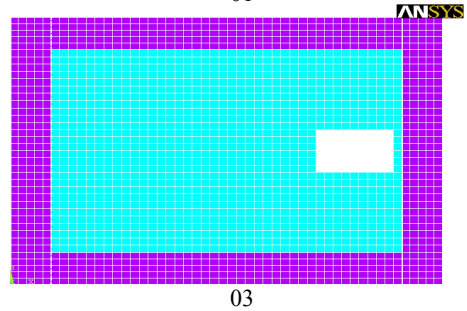
شکل ۵- مقایسه منحنی های نیرو-تغییر مکان نمونه ها



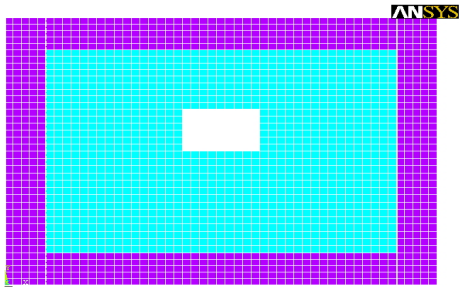
01



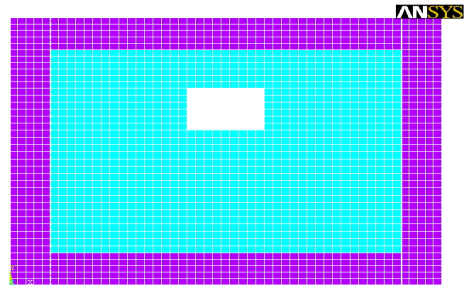
02



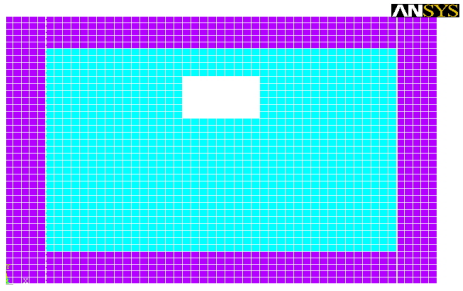
03



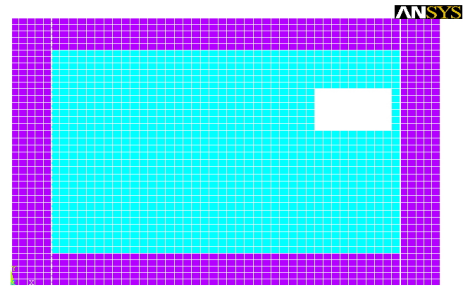
04



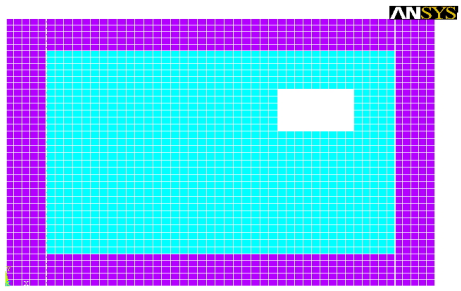
05



06



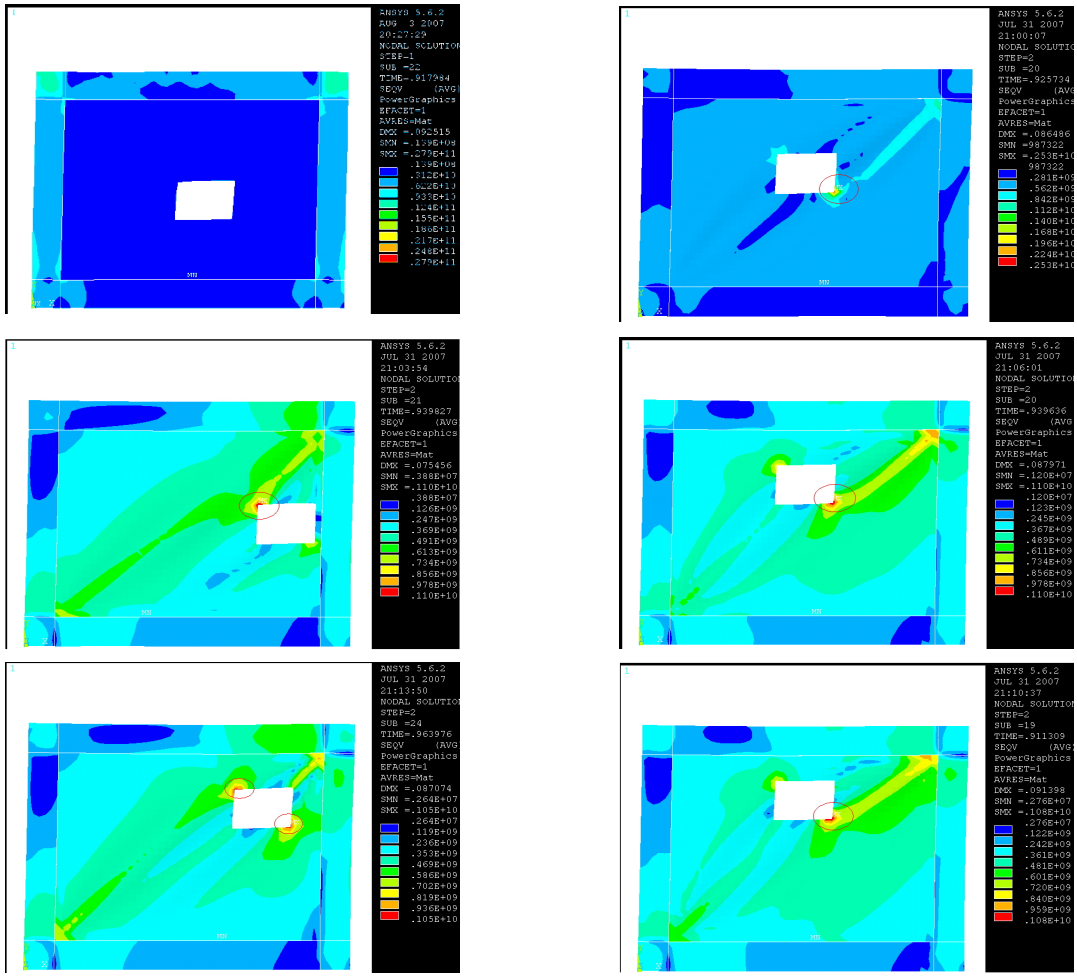
07



08

شکل ۶- شکل کلی نمونه های ایجاد شده

از بین ۸ نمونه مدل O7 بدلیل وقوع مشکلات همگرایی حذف شده و نمودارهای نیرو تغییر- مکانی بقیه مدلها در شکل (۵) نشان داده شده است. در شکل (۶) فرم کلی نمونه ها و محل قرار گیری بازشو نشان داده شده است. مقایسه منحنی های حاصل نشان می دهد که قرار گیری بازشو در پانل منجر به کاهش سختی مقاومت و سختی ناحیه غیرخطی نمودارهای نیرو-تغییر مکان می گردد. مطابق شکلهای (۵) و (۶) قرار گیری بازشو در گوشه فوقانی پانل بیشترین تاثیر را در رفتار نیرو-تغییر مکانی نمونه ها دارد.



شکل ۷- کانتور von-mises در نمونه های مختلف

٤-نتیجه گیری:

در این مقاله با استفاده از روش اجزای محدود غیرخطی مدل دیوار برشی فولادی با استفاده از المانهای SHELL غیر خطی ایجاد گردیده و صحت نتایج حاصل با مقایسه نتایج نمونه آزمایشی دیگر محققین بررسی شده است. در ادامه به بررسی میزان تاثیر بازشو در رفتار نیرو تغییرمکانی دیوار برشی فولادی پرداخته شده و مشخص گردیده است که میزان حساسیت مدلها به بازشودرروی قطرپانل بیشترو با نزدیک شدن آن به گوشه پانل افزایش می یابد و همچنین در کلیه نمونه ها تمرکز تنش در گوشه های بازشو بالا می باشد و تقویت گوشه های بازشو را لازم می دارد.

٥-مراجع:

١-احد مظاهری، رساله کارشناسی ارشد، بررسی اثر تغییر ضخامت پانل برشی در دیوارهای برشی فولادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، صفحه ۵ تا ۱۱، زمستان ۱۳۸۶

2-Saeid Sabouri-Ghomi, Carlos E. Ventura, Mehdi H. K. Kharrizi, "Shear Analysis and design of ductile steel plate walls"; Journal of Structural Engineering, ASCE, (June 2005).

3-Jeffrey W. Berman, Oguz C. Celik, Michel Bruneaue, " Comparing hysteretic behavior of light-gauge steel plate shear walls and braced frames", Engineering structures, (2005).

4-Jeffrey Berman, Michel Bruneau, "Plastic Analysis and Design of Steel Plate Shear Walls"; Journal of Structural Engineering, ASCE, November 2003.

5-Darren Vian, Michel Bruneau, "Testing of special LYS steel plate shear walls", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, paper No. 978. (August 2004).

6-Mohamed Elgaaly, "Thin steel plate shear walls behavior and analyses", Thin-Walled Structures 32. paper No. 151-180. (1998).

7-Astaneh-Asl, A. and Zhao, Q., "Cyclic behavior of steel shear wall systems", Proceedings, Annual Stability Conference, Structural Stability Research Council, April, Seattle.

8-Qiuhong Zhao, Abolhassan Astaneh Asl, " Cyclic behavior of an innovative steel shear wall system", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, paper No. 2576. (August 2004).

9-Mahmoud Rezai, Carlos E. Ventura, Helmut Prion, "Simpified and detailed finite element models of steel plate shear walls" , 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, paper No. 2804. (August 2004).

10-Mehdi H. K. Kharrazi, Carlos E. Ventura, Helmut G. L. Prion and Saeid Sabouri Ghomi, "Bending and shear analysis and design of ductile steel plate walls", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, paper No. 77. (August 2004).

11-M. R. Behbahanifard, G. Y. Grondin, and A. E. Elwi, "Analysis of steel plate shear walls using experimental finite element method", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, paper No. 2420. (August 2004).

12-Driver, R. G., Kulak, G. L., Laurie Kennedy, D. G., and Elwi, A. E., "Seismic behavior of steel plate shear wall." Structural Engineering Rep. No. 215, University of Alberta, Alberta, Canada. (1997).

13-ANSYS User's manual, version 5.4.

14-T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures. John Wily & Sons, LTD. 650P. 54:317-43. (2000).

15-O.C. Zienkiewicz and R.L. Taylor. The finite element method. Solid Mechanics, Fifth edition published by Butterworth-Heinemann (Volume 2. 2000).

Investigating the Influence of Openings on Steel Shear Walls

A. Mazaheri Mogaddam
Depatment of Civil Engineering, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran

A. Behravesh
Depatment of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

H. Veladi
Depatment of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract:
Steel shear walls, like bracings are a resistance system against wind and earthquake loads, which have more advantages than other systems. This paper is investigating the influence of openings on steel shear walls under increasing static loads. For this purpose, the experiments of other researchers on finite elements method have been checked and after investigating the correctness and precision of the finite elements model, several rectangular openings have been put in different parts of the panel and stiffness and resistance of the panel in these moods have been investigated.

The amount of effectiveness of the opening in displacement of the steel shear walls has been investigated and the results showed that the rate of sensitivity of the models to openings has increased by its approximation to the edge of the panel. Also, in all samples, the tension in the edges of the openings has increased and the edges need to be reinforced.

key words:
finit element metod, steel shear wall, steel belding,opening