Archive of SID

1th.Miaad University National Conference on
Civil Engineering , Architecture

۱۵-December 2017, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran

بررسی ضریب رفتار سیستم سازه ای قاب بتن مسلح مقاوم شده در اتصالات تیر به ستون با ورق های(frp)

علیرضا مرادی قره قانی ، افشین سالاری
۱-دانشجو- گروه سازه .واحد استهبان.دانشگاه آزاد اسلامی.استهبان.ایران
Mmoradialireza1987@gmail.com
۲- عضو هیات علمی - گروه سازه.واحد یاسوج . دانشگاه آزاد اسلامی . یاسوج . ایران
Afshinsalari52@gmail.com

چکیده:

سازه های ساختمانی در اثر نیرو های لرزه ای ناشی از زلزله تغییر مکان می یابند.این تغییر مکان ها که عموما از نوع تغییر مکان جانبی می باشند باید توسط اتصالات صلب(قاب خمشی) ، مهاربند ها و یا دیوارهای برشی مهار گردند.یکی از روش های نوین کنترل تغییر مکان ها و مقاومت در برابر نیروی افقی زلزله در سازه های بتنی استفاده از ورق های کامپوزیتی (frp) در محل اتصالات تیر به ستون قاب بتنی می باشد. در این مقاله یک قاب هفت طبقه و چهار دهانه بتن آرمه با شکل پذیری معمولی انتخاب گردیده است سپس یک روش مقاوم سازی شامل تقویت بال تیر با FRP در محل اتصالات به کارگرفته می شود. با این روش شکل پذیری وضریب رفتار قاب خمشی افزایش می یابد در این خصوص ابتدا به کمک تحلیل اجزای محدود غیر خطی و با به کارگیری نرم افزار ABAQUS، نتایج تجربی بدست آمده برای یک اتصال نمونه کالیبره شده و صحت به کارگیری روش اجزای محدود برای استخراج نمودار هیسترتیس نیرو-جابجایی اتصالات مورد تاکید قرار می‌گیرد. سپس نمودارهای مربوط به اتصالات خارجی و داخلی قاب استخراج گردیده و با استفاده از پارامترهای استخراج شده از نمودار های مذکور، رفتار اتصالات تقویت شده با FRP و بدون تقویت را در برنامه SAP 2000 مدل و سپس به روش فشار افزون دوبعدی تحلیل می‌شود و شکل پذیری این قاب بدست می‌آید. در پایان ضریب رفتار قاب های خمشی بتن آرمه که بوسیله FRP در اتصالات تقویت گردیده است محاسبه و با مقادیر نظیر برای قاب بتنی تقویت نشده مقایسه شده است.

واژه های کلیدی

قاب ،بتنی ، تقویت ،اتصالات ،اف آر پی ، مقاوم سازی

مقدمه:

نگاهی به خسارتهای ناشی از زلزله‌های گذشته نشان می‌دهد که درصد بالایی از ساختمانهای بتن مسلح که تاکنون در کشور ساخته شده‌اند، در برابر زلزله مقاوم نیستند و یا مقاومت کافی و قابل قبولی ندارند. زیرا این سازه‌ها غالباً بر اساس آیین نامه‌های قدیمی طراحی شده‌اند و الزامات آیین نامه‌های جدید را ارضاء نمی‌نمایند. همچنین ضعف‌های اجرایی مزید بر علت شده و ساختمانها را آسیب پذیر ساخته است. از این رو ضرورت تقویت این ساختمانها بخصوص برای مقابله با نیروهای جانبی و

www.SID.ir

Archive of SID

با استفاده از روشهای مقاوم سازی قابل اعتماد، آسان و سریع، احساس می‌شود. بطور کلی مفهوم مقاوم سازی[۱] لرزه‌ای، اصلاح مناسب خواص ساختمانهای موجود بمنظور بهبود عملکرد در زلزله‌های آینده می‌باشد. به دلیل تنوع ساختمانها و نواقص و کاستی‌های مختلف، تکنیک‌های مقاوم سازی نیز متفاوت می‌باشد.

بطور کلی در موارد زیر مقاوم سازی ساختمانهای متعارف، متداول است:

- ساختمانهای آسیب دیده در زلزله.
- ساختمانهایی که کاربری آنها تغییر داده شده است.
- ساختمانهایی که به دلایل تغییر ضوابط آیین نامه مقاومت کافی ندارند.
- ساختمانهایی که قرار است طبقات اضافی بر روی آنها ساخته شود.
- ساختمانهایی که آثار ضعف، نظیر ترک در آنها پدیدار شده است.

هدف از مقاوم سازی لرزه‌ای عبارت از دستیابی به مقاومت بیشتر، شکل پذیری بیشتر و آمیزه ای مناسب از این دو به منظور پاسخگویی به ظرفیت لرزه‌ای مورد نیاز است. بر این اساس روشهای زیر برای مقاوم سازی مطرح می‌شوند:

الف) افزایش مقاومت: این روش غالباً هنگامی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقاومت سازه ساختمانی کافی نبوده و بالا بردن شکل پذیری آن میسر نباشد. در برخی موارد نیز سازه دارای شکل پذیری کافی برای رسیدن به تعادل نیاز و ظرفیت می‌باشد ولی دارای سختی کافی برای اینکه گریز طبقات از محدودیتهای مجاز تجاوز نکند، نمی‌باشد. این روش برای ساختمانهای کوتاه تا متوسط مناسب است.

ب) افزایش شکل پذیری: اگر مقاومت یک سازه ساختمانی کافی نباشد و مقاوم سازی آن از طریق مهاربندی فولادی و دیوارهای جانبی امکان پذیر نباشد، اصلاح شکل پذیری آن مانند مقاوم سازی اتصالات یا دیگر اعضاء می‌تواند به عنوان یک گزینه ممکن مورد توجه قرار گیرد. در واقع اغلب سازه‌های موجود دارای شکل پذیری کمی در اعضا و اتصالات می‌باشند. یک سازه شکل پذیر قادر است تغییر شکلهای پلاستیک بزرگی را تا رسیدن به نقطه عملکرد متحمل گردد در حالی که یک سازه با شکل پذیری کم نمی‌تواند به نقطه عملکرد برسد. این حالت در قابهای خمشی فولادی معمولاً به صورت شکست‌های خمشی در اتصالات تیر به ستون یا کمانشهای موضعی در اعضا رخ می‌دهد و در قابهای ساختمانی ساده به صورت کمانش ستونها یا شکست کششی یا شکست پس کمانش مهاربندها ظاهر می‌گردد و در قابهای خمشی بتن آرمه به صورت شکست ترد بتن فشاری تیرها در اثر زیاد بودن آرماتورهای کششی و یا شکست‌های برشی به خاطر کمبود خاموتها اتفاق می‌افتد.

پ) افزایش مقاومت و شکل پذیری: ترکیب مقاومت و شکل پذیری مستلزم تعادلی مناسب بین مقاومت و سختی است. یک سازه ساختمانی ممکن است دارای عدم پیوستگی سختی در طبقات باشد. به عنوان مثال طبقه اول ممکن است یک طبقه نرم باشد، در حالی که طبقات بالاتر دارای دیوارهای برشی سخت باشند. در این حالت پیوستگی سختی طبقه اول را می‌توان با تأمین سختی مورد نیاز ایجاد کرد و به این ترتیب مقاومت و شکل پذیری همزمان افزایش خواهد یافت. در این مقاله اصلاح مقاومت و شکل پذیری با استفاده از تقویت اتصالات قابهای بتن آرمه با ورقه‌های(frp)مورد نظر است.

ضریب رفتار

بنا به تعریف، ظرفیت تغییر شکل غیر ارتجاعی در سازه‌ها به کمک ضریب شکل پذیری بیان می‌گردد، که عبارت است از تغییر شکل نهایی سازه به تغییر شکل لحظه تسلیم آن. بدین ترتیب ضریب رفتار سازه مستقیماً به ضریب شکل پذیری آن بستگی

---

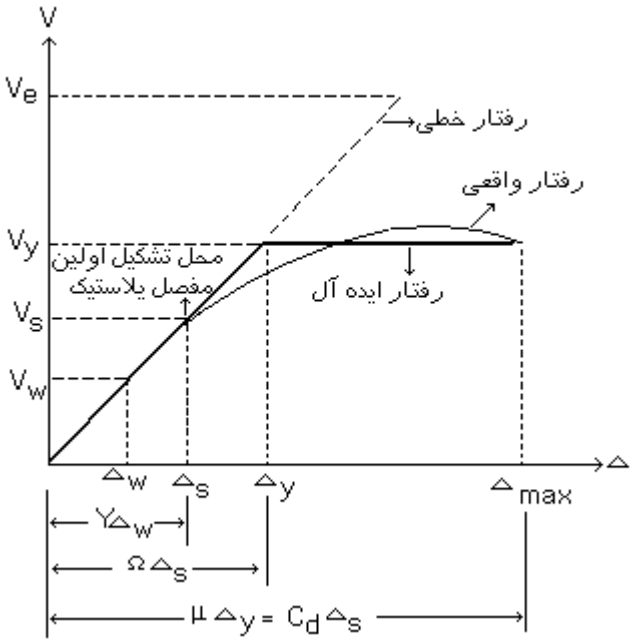
[۱] Retrofitting .

www.SID.ir

Archive of SID

پیدا می‌کند. هر چه ضریب شکل پذیری یک سازه (μ) بیشتر باشد، میزان جذب انرژی بالاتر بوده و در نتیجه مقدار ضریب رفتار بزرگتر خواهد بود. نحوه ارتباط μ و R به عوامل مختلفی بستگی دارد. در سیستمهای یک درجه آزادی، نوع مصالح، زمان تناوب سیستم، میرایی سیستم، نوع بارگذاری، مدل "نیرو – تغییر شکل"، عامل ناپایداری $P-\Delta$ وضعیت تکیه گاه (نوع خاک) و میزان زیان قابل قبول در سیستم بر رابطه $R-\mu$ موثر می‌باشند. ولی در سیستمهای چند درجه آزادی علاوه بر موارد فوق عواملی نظیر میزان مشارکت مودهای بالا، مقاومت افزون[۲] و نوع سیستم مقاوم سازه‌ای نیز دخالت دارند. مقاومت افزون مهمترین عامل این حالت به شمار می‌آید. تاکنون روابط متعددی برای تعیین ضریب رفتار در سیستمهای یک درجه آزادی پیشنهاد گردیده که می‌توان براساس آنها با داشتن ظرفیت شکل پذیری سیستم، ضریب رفتار آن را محاسبه کرد.. ضریب رفتار سیستمهای چند درجه آزادی از دو قسمت تشکیل می‌گردد. قسمت اول آن مشابه سیستمهای یک درجه آزادی است و معمولاً با R_μ نشان داده می‌شود و قسمت دوم آن تاثیر عوامل مخصوص سیستمهای چند درجه آزادی را در بر می‌گیرد و با Ω یا R_s نشان داده می‌شود. ضریب رفتار (R) سیستمهای چند درجه آزادی از حاصل ضرب R_μ و R_s بدست می‌آید (شکل ۱).

همانگونه که در شکل دیده می‌شود رفتار واقعی غیر خطی یک سازه با یک رابطه دو خطی مدل می‌شود. در این مدل دو خطی، نیروی حد جاری شدن سازه با V_y و تغییر مکان حد جاری شدن با Δ_y نشان داده شده است.



شکل شماره -۱ منحنی پاسخ کلی سازه

۲. Over Strength

www.SID.ir

Archive of SID

در صورت فرض رفتار خطی سازه در هنگام زلزله، ماکزیمم برش پایه در آن برابر V_e خواهد بود. این نیرو به دلیل غیر خطی سازه به نیروی V_y کاهش می‌یابد. حداکثر جابجایی سازه قبل از خرابی سازه برابر Δ_{max} می‌باشد. با توجه به شکل ۳-۱۳ ضریب شکل پذیری (μ) از رابطه (۱) بدست می‌آید:

$$\mu = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \qquad (۱)$$

به دلیل شکل پذیری و رفتار غیر خطی سازه، نیروی خطی سازه (V_e) می‌توان به نیروی V_y کاهش یابد. بنابراین می‌توان ضریب کاهش نیرو را مطابق رابطه (۲) تعریف کرد:

$$R_\mu = \frac{V_e}{V_y} \qquad (۲)$$

لازم به یادآوری است که V_y متناظر با نیروی خرابی سازه می‌باشد و به معنای شروع تسلیم شدن سازه نیست. معمولاً یک میرایی لزج معادل ۵٪ برای محاسبه ضریب کاهش نیرو در رفتار خطی استفاده می‌شود.

مقاومت ذخیره شده در سازه از حد اولین جاری شدن سازه V_s تا حد جاری شدن نهایی و ایجاد مکانیزم و خرابی واقعی سازه V_y، اضافه مقاومت نامیده می‌شود. نسبت این دو نیرو ضریب اضافه مقاومت می‌باشد که با Ω یا R_s نشان داده می‌شود و طبق رابطه (۳) تعریف می‌شود.

$$R_s = \frac{V_y}{V_s} \qquad (۳)$$

اضافه مقاومت در سازه‌ها به دلایل زیادی از جمله، باز توزیع داخلی نیروها، جاری شدن اعضاء و مفاصل متعدد پلاستیک تا حد تبدیل شدن سازه به یک مکانیزم، بزرگتر بودن مقطع اعضاء نسبت به مقدار لازم و غیره می‌باشد.

برای طراحی به روش تنش مجاز، آیین نامه‌های طراحی نیروی V_s را به نیروی طراحی V_w کاهش می‌دهند. این کاهش توسط ضریب تنش مجاز که طبق رابطه (۴) تعریف می‌شود صورت می‌گیرد.

$$Y = \frac{V_s}{V_w} \qquad (۴)$$

مقدار Y برای طراحی به روش مقاومت نهایی برابر یک خواهد بود و برای طراحی به روش تنشهای مجاز برای سازه‌های فولادی و بتن مسطح معمولاً مقداری در حدود ۱/۶۷-۱/۴ دارد (مطابق آیین نامه‌های ACI و AISC -ASD در صورتی که تنش‌های حاصله در ساختمان در اثر بارهای باد یا زلزله و یا ترکیبی از بارهای زنده و مرده و باد یا زلزله ایجاد شوند، تنشهای مجاز داده شده را می‌توان به اندازه ۳۳/۳۳ درصد افزایش داد.)

اکنون با توجه به مفاهیم و فرمول‌های فوق ضریب رفتار سازه که برای تبدیل نیروی خطی اعمالی به سازه به نیروی خطی طراحی به کار می‌رود به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

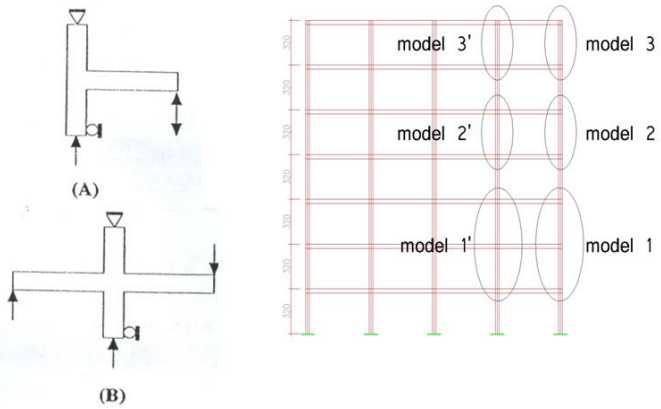
$$R_w = \frac{V_e}{V_w} = \frac{V_e}{V_y} \times \frac{V_y}{V_s} \times \frac{V_s}{V_w} = R_\mu \times \Omega \times Y \qquad (۵)$$

www.SID.ir

Archive of SID

مدل های مورد مطالعه در این مقاله

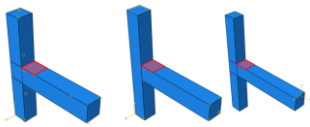
در این مقاله برای مطالعه رفتار اتصال تیر به ستون بتنی، مدل های مختلفی از اتصالات موجود در یک ساختمان مدل سازی شده است. مدل های مورد مطالعه در این پایان نامه شامل شش مدل مختلف از اتصالات تیر به ستون بتنی یک ساختمان بتن آرمه هستند که سه عدد از این اتصالات مربوط به قاب های میانی ساختمان و سه عدد از آن مربوط به قاب های کناری ساختمان است. سه عدد اتصال کناری و میانی، از لحاظ ابعاد مقطع تیر و ستون با یکدیگر متفاوت بوده و مربوط به تیپ مختلف طبقات ساختمان می‌باشند.



شکل شماره ۲

مدل های اتصالات در نرم افزار آباکوس

شکل ۳: نمایی از مدل سازی سه نوع تیپ اتصالات تیر به ستون کناری ساختمان بدون ورق FRP (از چپ به راست به ترتیب تیپ‌های اول، دوم و سوم)

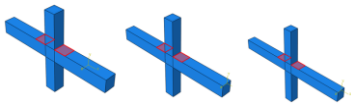


شکل ۴: نمایی از مدل سازی سه نوع تیپ اتصالات تیر به ستون کناری ساختمان با ورق FRP (از چپ به راست به ترتیب تیپ‌های اول، دوم و سوم)

www.SID.ir

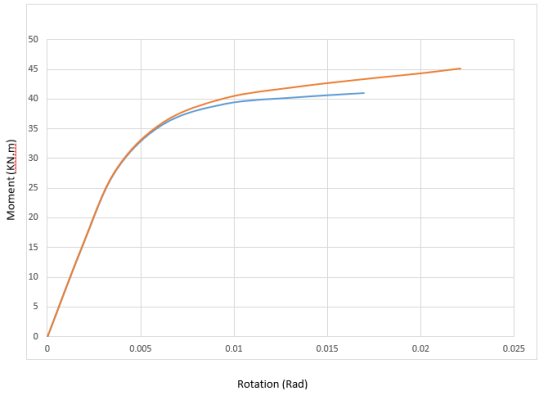
Archive of SID

شکل ۵: نمایی از مدل سازی سه نوع تیپ اتصالات تیر به ستون میانی ساختمان بدون ورق FRP (از چپ به راست به ترتیب تیپ‌های اول، دوم و سوم)



شکل ۶: نمایی از مدل سازی سه نوع تیپ اتصالات تیر به ستون میانی ساختمان با ورق FRP (از چپ به راست به ترتیب تیپ‌های اول، دوم و سوم)

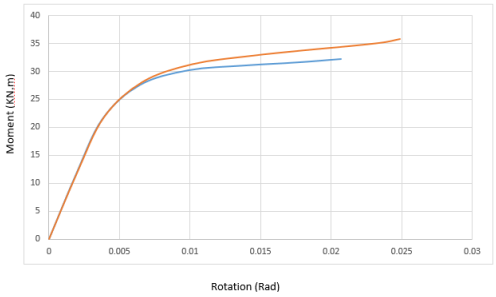
خروجی به صورت نمودار لنگر دوران پس از تحلیل اتصالات در نرم افزار آباکوس



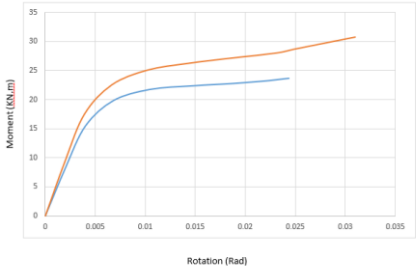
شکل۷ نمودار " لنگر – دوران " اتصال مدل ۱ در حالت تقویت شده و تقویت نشده

www.SID.ir

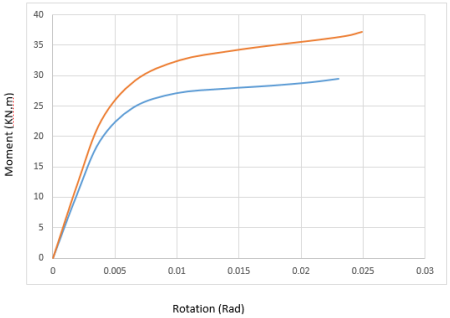
Archive of SID



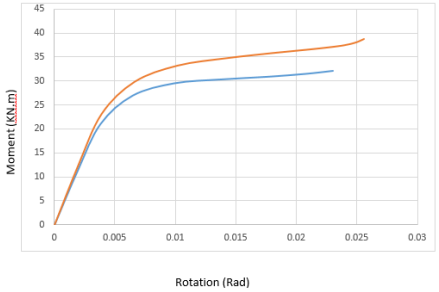
شکل ۸ نمودار " لنگر – دوران " اتصال مدل ۲ در حالت تقویت شده و تقویت نشده



شکل۹ نمودار " لنگر – دوران " اتصال مدل ۳ در حالت تقویت شده و تقویت نشده .



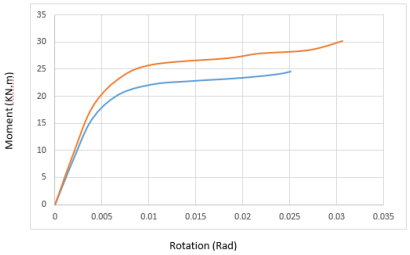
شکل ۱۰ نمودار " لنگر – دوران " اتصال مدل '۱ در حالت تقویت شده و تقویت نشده .



www.SID.ir

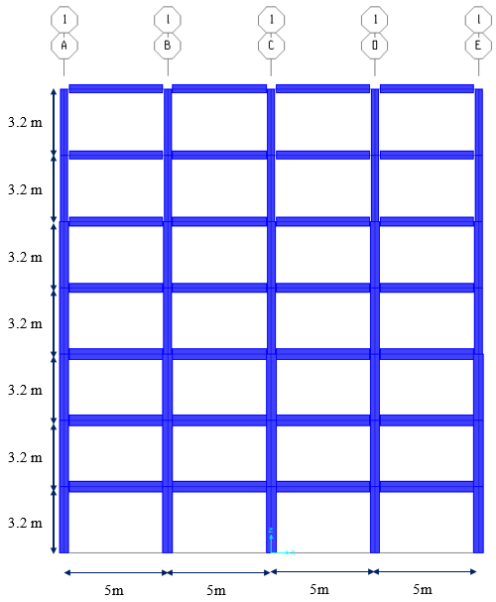
Archive of SID

شکل ۱۱ نمودار " لنگر –دوران " اتصال مدل '۲ در حالت تقویت شده و تقویت نشده .



شکل ۱۲ نمودار " لنگر – دوران " اتصال مدل '۳ در حالت تقویت شده و تقویت نشده

مدل نرم افزار sap2000 قاب مورد مطالعه در مقاله



شکل شماره ۱۳

جدول شماره ۱.مشخصات مقاطع مورد استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

طبقه	مقطع	ابعاد مقطع	آرماتور طولی	آرماتور عرضی
1-2-3	ستون	C45*45	16Ø20	Ø8@150mm
	تیر	B45*50	4Ø20	Ø8@150mm
4-5	ستون	C40*40	12Ø20	Ø8@150mm
	تیر	B40*45	4Ø20	Ø8@150mm
6-7	ستون	C35*35	8Ø20	Ø8@150mm
	تیر	B35*40	3Ø20	Ø8@150mm

بار گذاری ثقلی قاب مورد بررسی

برای انجام این پایان نامه، پس از مشخص شدن نمونه های مورد بررسی اولین قدم بارگذاری است که به تشریح آن خواهیم پرداخت.

این بارگذاری مطابق آیین نامه بارگذاری ۵۱۹ ایران [۷] می باشد که بر اساس آن :

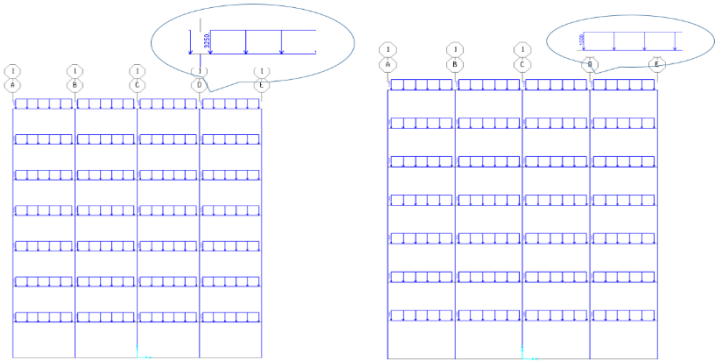
D.L. = 650Kg/M^2 بار مرده در تمامی طبقات و بام ساختمان

L.L. = 200Kg/M^2 بار زنده در تمامی طبقات و بام ساختمان

همچنین سطحی که برای دهانه باربر قابها در نظر گرفته شده است ۵ متر بوده که با این ترتیب بار گسترده قائم وارد بر تیر ها بصورت زیر می باشد:

D.L. =650*5= 3250Kg/M

L.L. =200*5= 1000Kg/M



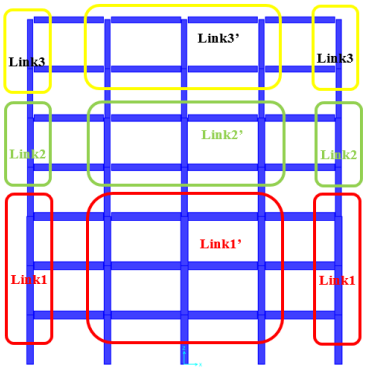
www.SID.ir

Archive of SID

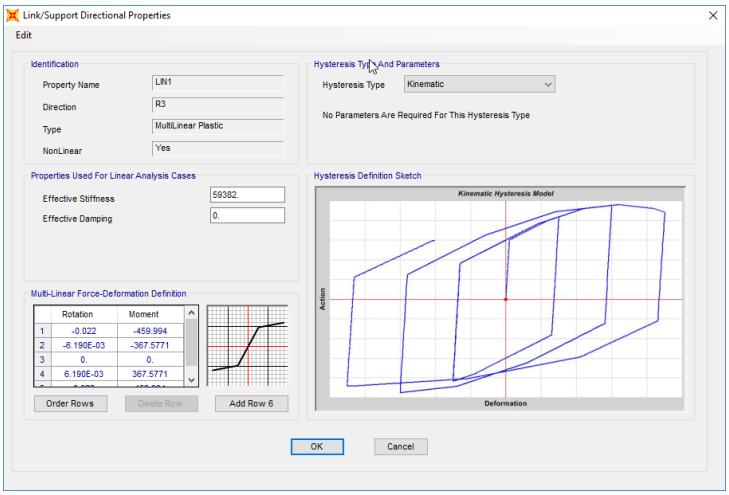
شکل شماره ۱٤

نحوه تقویت قاب مورد مطالعه با FRP

در این پایان نامه سختی ناحیه تقویت شده تیر با FRP و تقویت نشده را به کمک المان لینک در ابتدا و انتهای تیرها تعریف می کنیم. نحوه نامگذاری این لینک ها در شکل ۶-۳ نشان داده شده است. . منحنی های " لنگر – دوران" هر یک از اتصالات داخلی و خارجی (چه تقویت شده و چه اولیه) پیش از این ارائه شدند.این نمودارها به عنوان سختی اتصال و بوسیله المانهای غیر خطی لینک به قاب اصلی وقاب تقویت شده اعمال خواهند شد. المانهای غیر خطی اعمال شده در این مقاله المانهای چند خطی الاستیک می باشند.



شکل شماره ۱۵.نامگذاری لینک های غیر خطی



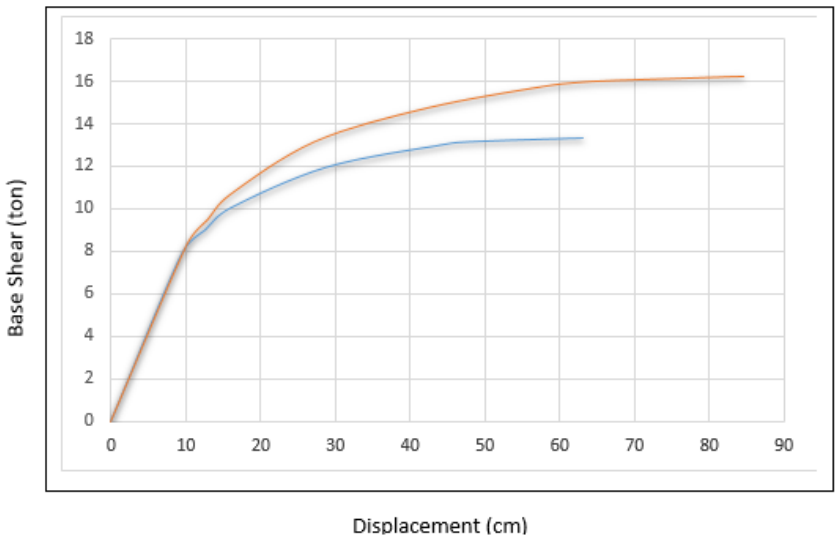
شکل شماره ۱۶.تعریف منحنی لنگر دوران در نرم افزار sap2000

منحنی فشار افزون قابها

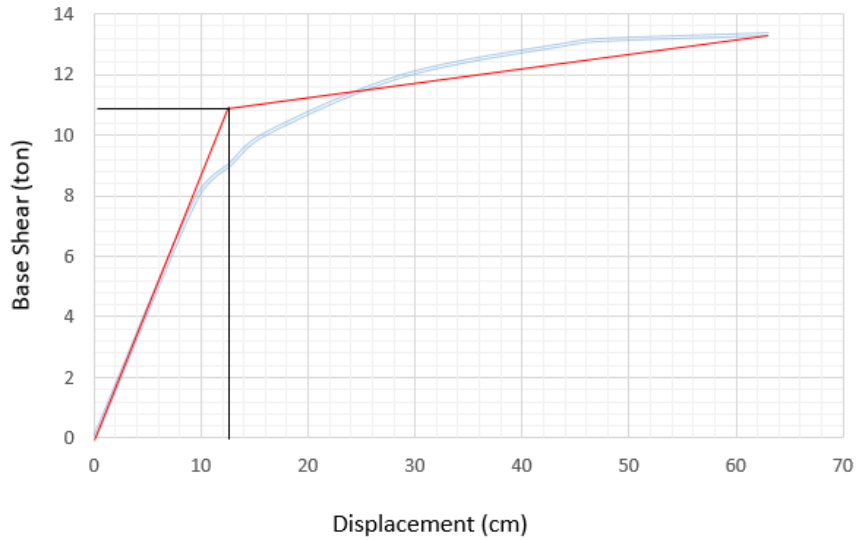
حاصل از نرم افزار FRPبوسیله ورقه های منحنی فشار افزون قاب بتن آرمه تقویت نشده و همچنین قابهای تقویت شده در شکل ۱۷ آورده شده است.Sap 2000

www.SID.ir

Archive of SID



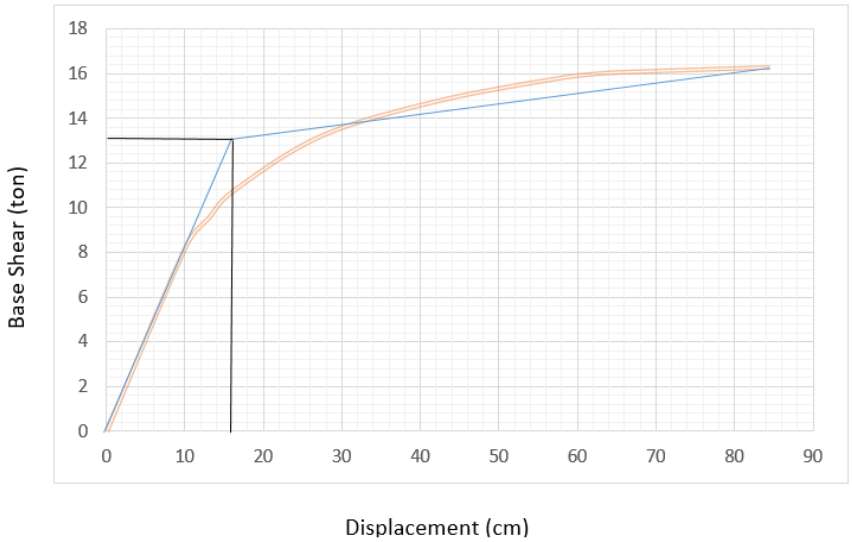
شکل شماره ۱۶ . منحنی فشار افزون قابهای تقویت شده و تقویت نشده.



شکل ۱۷- استخراج پارامتر های مورد نیاز از منحنی فشار افزون برای قاب اولیه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۸ -استخراج پارامتر های مورد نیاز از منحنی فشار افزون برای قاب تقویت شده

جدول شماره ۲: محاسبه ضریب شکل پذیری و ضریب رفتار قاب اولیه

توضیحات	پارامتر	مقدار
تغییرمکان حداکثر قاب	Δ_{max}	٦٣
تغییر مکان تسلیم	Δ_{yield}	**12.5**
برش نظیر تسلیم	P_{yield}	**10.7**
برش نظیر تشکیل اولین مفصل	P_s	٨
زمان تناوب قاب	T	**1.67**
ضریب مقاومت افزون	Ω	۰/۹۹
ضریب شکل پذیری	μ_s	۵/۰۳
ضریب کاهش نیرو در روش تنش مجاز	$\emptyset$	۰/۸٤۱۳
ضریب کاهش نیرو	R_μ	۵/۷۹
ضریب رفتار (طراحی به روش تنش نهایی)	R	٤/۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

۵/۷۳۲	R	ضریب رفتار (طراحی به روش تنش مجاز)

جدول شماره ۳: محاسبه ضریب شکل پذیری و ضریب رفتار قاب تقویت شده

مقدار	پارامتر	توضیحات
۸٤	Δ_{max}	تغییرمکان حداکثر قاب
۱٦	Δ_{yield}	تغییر مکان تسلیم
۱۳/۵	P_{yield}	برش نظیر تسلیم
۹	P_s	برش نظیر تشکیل اولین مفصل
1.67	T	زمان تناوب قاب
۱/۲۳	Ω	ضریب مقاومت افزون
۵/۲۸	μ_s	ضریب شکل پذیری
۰/۸۵۰۷	$\emptyset$	ضریب کاهش نیرو در روش تنش مجاز
٦/۱	R_μ	ضریب کاهش نیرو
٦/۳۸	R	ضریب رفتار (طراحی به روش تنش نهایی)
۷/۰۵	R	ضریب رفتار (طراحی به روش تنش مجاز)

نتایج:

۱. ضریب شکل پذیری(μ) قاب های بتن آرمه تقویت شده با FRP نسبت به قاب اولیه ۵ ٪ افزایش یافته است.

۲. برای قاب تقویت شده با ورقه های FRP ضریب رفتار(R) معادل ۷,۵بدست می آید، این ضریب برای قاب تقویت نشده برابر ۵,۷۳ می باشدکه نشان دهنده افزایش ۳۱ درصدی ضریب رفتار می باشد.

۳. ورقه های FRP منجر به افزایش سختی و ظرفیت باربری قاب اولیه معادل ۱۸٪ می شوند.

۴. استفاده ازورقه های FRP منجر به افزایش شکل پذیری و ظرفیت باربری در اتصالات بتن آرمه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع:

[۱] تسنیمی، ع.، معصومی، ع.، "بررسی رفتارهای قابهای بتن مسلح مقاوم شده با بادبند فلزی" تهران، سومین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، اردیبهشت ۱۳۷۸.

[۲] تنکابنی پور، س.، "بررسی رفتار غیر خطی قابهای بتن مسلح بلند مرتبه مقاوم سازی شده با بادبندهای فلزی" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۹.

[۳] کمیته دائمی بازنگری آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله، آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، ویرایش دوم، تهران، انتشارات مرکز تحقیقات و مسکن، پاییز ۱۳۷۸.

[۴] کیوانی، م.، "مقایسه کارایی سازه ای و اقتصادی سیستم های سازه ای لوله ای و مهار بازویی با سیستم های متداول" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۱۳۸۰.

[۵] آیین نامه بتن ایران «آبا» (تجدید نظر اول)، نشریه شماره ۱۲۰، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۳.

[۶] طلایی طبا، ب.، "افزایش شکل پذیری اتصالات بتن آرماه با استفاده از ورقه های FRP" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۲.

[۷] آیین نامه حداقل بار وارده بر ساختمانها و ابنیه فنی، تجدید نظر استاندارد ۵۱۹، ۱۳۷۹.

[۸] آیین نامه بتن ایران «آبا» (تجدید نظر اول)، نشریه شماره ۱۲۰، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۷۸.

[۹] دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود، نشریه ۳۶۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشوری، ۱۳۸۵

[۱۰] عباس علی- تسنیمی ؛ **" محاسبه ضریب رفتار قابهای خمشی بتن مسلح" ، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ۱۳۸۵**

[۱۱] برگی- خسرو ؛ " اصول مهندسی زلزله" ، انتشارات ماجد، چاپ اول ۱۳۷۳

[۱۲] فاروقی-علیرضا ؛ " راهنمای کاربردی بهسازی لرزه ای" ، انتشارات سیمای دانش، چاپ اول ۱۳۸۷

[۱۳] Maheri, M. R., and Akbari, R., "Seismic behaviour fa ctor, R, for steel X-braced and knee – braced RC buildings" Eng. Structures, Vol. 25, 2003, PP. 1505 – 1513.

[14] Mahini,S.S., and Ronagh,H.R., “A New Method for Improving Ductility in Existing RC Ordinary Monent Resisting Frames using FRP” Asiian journal of civil

[37] Mahini, S. S., "Rehabilitation of exterior RC beam column joint using ERP sheets" PhD. Thesis submitted to the division of civil engineering of the university of Queensland, Australia, 2005

www.SID.ir