

بررسی رفتار ستونهای فولادی پر شده با بتن CFST

طالب مرادی شقاقی

دانش آموخته دکترای سازه واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

فریبرز ناطقی الهی

استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

چکیده

ستونهای فولادی پر شده با بتن CFST نوعی از ستونهای مرکب می باشند، که بدلیل مزایای فراوانی که نسبت به ستونهای بتن آرمه و فولادی دارند استفاده از آنها مخصوصاً در ساختمانهای بلند در سالهای اخیر رواج زیادی پیدا کرده است. از جمله این مزایا میتوان به سادگی نصب و اجرا، مسائل اقتصادی، حذف هزینه های قالب بندی، عملکرد خوب در مقابل نیرو های لرزه ای، مقاومت بیشتر با حجم کم تروسکل پذیری بالا اشاره نمود. در این تحقیق رفتار ستونهای CFST و اثر ورقهای سخت کننده که در نواحی بحرانی (محل تنش های حداکثر) در داخل ستون به جدار فولادی جوش می شوند، بصورت تحلیلی و آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می گری. در این بررسیها ۶ نمونه ستون با مقیاس حدود ۱/۳ در نظر گرفته شده و با استفاده از نرم افزار ANSYS تحلیل شده است. همچنین نمونه های مورد نظر در آزمایشگاه سازه پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی مورد آزمایش قرار گرفته اند. تعدادی از نمونه ها بدون ورقهای سخت کننده بوده و در تعدادی ورقهای سخت کننده در ناحیه بحرانی ستون قرار داده شده است. نمونه ها در تحلیل و آزمایشات تحت بار محوری فشاری برابر با $0.2 P_u$ توام با بار جانبی متناوب افزایش یابنده تا انهدام کامل ستون قرار می گیرند و منحنی های رفتاری نمونه ها ترسیم شده و مورد بررسی قرار می گیرند. از لحاظ شکل مقطع عرضی، سه شکل دایره، مربع و هشت ضلعی در نظر گرفته شده است.

واژه های کلیدی:

ستونهای فولادی پر شده با بتن، جدار فولادی، ورقهای سخت کننده، شکل پذیری

۱- مقدمه



شکل ۲- تصویر تعدادی از نمونه های آزمایش

ب- مشخصات بتن مصرفی در نمونه ها

با توجه به اینکه نمونه های مورد آزمایش کوچکتر از مقادیر واقعی و با مقیاس حدود ۱/۳ می باشند. لذا مواد نمونه های ستون با مواد ستون های واقعی مقداری فرق خواهند داشت. دانه بندی مواددانه ای درنمونه ها با دانه بندی مواد دانه ای درمقیاس واقعی ستون ها متفاوت خواهد بود.

در نمونه های مورد آزمایش با توجه به E_c و E_{cu} و f'_c و با استفاده از منحنیهای موجود در فصل ۴.۸ مرجع [۱۳]، نسبت وزنی مواد تشکیل دهنده بتن بصورت ۴:۱:۰.۷ (W/C, C, Agg) بدست می آید.

دانه ها با ایستای از الک نمره ۶ عبور کنند و مقدار عبور از الک نمره ۱۰۰ حداکثر ۱۰ درصد باشد. آزمونه های بتن در قالب های استوانه ای و مکعبی در حین بتن ریزی نمونه ها، برداشته شده و در روز آزمایش (در سن ۲۸ روزه)، مورد آزمایش قرار گرفته اند، که مشخصات آنها در جدول (۲) آورده شده است [۱۳].

۴- مشخصات نمونه ها

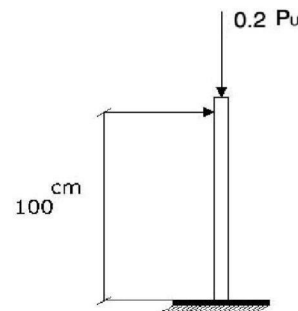
نمونه های ستون CFST شامل ۶ نمونه بوده که شکل مقاطع نمونه ها دایره (C)، مربع (S) و هشت ضلعی (O) انتخاب شده اند.

نمونه هایی که حرف سوم و چهارم آنها SN می باشد دارای ورقهای سخت کننده در ناحیه بحرانی (پایین ستون) هستند. مشخصات نمونه ها در جدول (۳) و شکل مقطع عرضی نمونه ها در شکلهای (۳) و (۴) آورده شده است.

جهت بررسی رفتار ستون های CFST، ۶ نمونه ستون با مقیاس حدود ۱/۳ ساخته شده و در آزمایشگاه سازه تحت نیروی فشاری توام با نیروی جانبی متناوب افزایش یابنده مورد آزمایش قرار گرفتند. همین نمونه ها با استفاده از نرم افزار ANSYS مدل شده و تحت بارهای محوری توام با بارهای جانبی متناوب تحلیل شده اند. ۶ نمونه ستون، نمونه می باشند (در ۳۰ سانتیمتر پایین ستون). در آزمایشات از Actuator با ظرفیت پانصد کیلو نیوتنی برای اعمال بار محوری و از Actuator دویست و پنجاه کیلو نیوتنی برای وارد کردن بار جانبی در انتهای ستون بصورت اعمال تغییر مکان جانبی استفاده گردید.

۲- مدل نمونه ها

مدل نمونه های تحت بار محوری توام با بار جانبی بصورت شکل (۱) می باشد. این نمونه ها بصورت یکسره گیردار مدل شده و در انتهای آزاد تحت بار محوری تا حدود $0.2P_u$ و تحت بار جانبی افزایش یابنده بصورت اعمال تغییر مکان جانبی (Displacement control) رفت و بصورت برگشتی قرار گرفتند. تصویر تعدادی از نمونه ها در شکل (۲) نشان داده شده است.

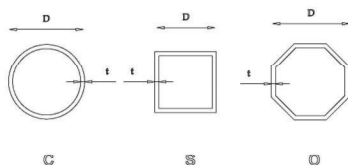


شکل ۱- مدل نمونه های

۳- مشخصات مصالح نمونه ها

الف- مشخصات فولاد جداره نمونه ها

فولادهای مورد استفاده در ساخت جداره نمونه ها تحت کشش مورد آزمایش قرار گرفتند. مشخصات فولادها طبق نتایج آزمایشات در جدول (۱) آورده شده است.



شکل ۳- مقاطع عرضی نمونه های بدون ورق های سخت کننده

جدول ۱- مشخصات فولاد جداره نمونه ها

نمونه	F_y (MPa)	F_u (MPa)	ϵ_y (%)	ϵ_u (%)
(O) فولاد نمونه های با مقطع هشت ضلعی	۳۰۷	۴۲۴	۲	۲۴
(C) فولاد نمونه های با مقطع مدور	۳۳۳	۴۲۸	۷	۲۳
(S) فولاد نمونه های با مقطع مربعی	۴۰۱.۶	۴۴۵.۶	۱	۱۰

جدول ۲- مشخصات بتن نمونه ها

نمونه ها	وزن مخصوص (KN / m^3)	F_c' (MPa)
مکعبی ۱	۲۲.۵۷	۳۰.۸
مکعبی ۲	۲۲.۷۴	۲۷.۲
استوانه ای ۱	۲۲.۴۴	۳۰.۴
استوانه ای ۲	۲۱.۸۵	۲۶.۹

جدول ۳- مشخصات نمونه های CFST

نمونه آزمایش	$D - B$ (mm)	t (mm)	$\frac{D}{T}$	$\frac{B}{T}$	$\frac{L}{D}$	Bs / Is	A_s (mm^2)	A_c (mm^2)	F_y (MPa)	f_c' (MPa)	P_u (kn) ACI
C۳	۱۶۰-۱۶۰	۴	۴۰	-	۶.۷۵	-	۱۹۵۹.۳	۱۸۱۳۶.۶	۳۳۰	۲۸	۸۲۵.۲
S۳	۱۳۸-۱۳۸	۴	۳۴.۵	-	۷.۸۲	-	۲۰۸۰	۱۶۹۰۰	۴۰۰	۲۸	۸۳۵.۶
O۳	۲۰۱-۸۰	۴	۵۰.۵	۲۰	۵.۳۲	-	۲۵۶۰	۳۰۴۰۲	۳۰۰	۲۸	۱۲۱۰.۹
C۳N	۱۶۶-۴۱.۵	۴	۴۱.۵	۱۰.۴	۶.۵	۴۰.۳	۱۴۴۰.۲	۱۹۵۹۶.۷	۳۳۰	۲۵	۸۴۸.۷
O۳SN	۲۱۳-۵۳.۲	۴	۵۳.۲	۱۳.۳	۵.۰۷	۴۰.۳	۲۵۶۰	۳۰۴۰۳	۳۰۰	۲۵	۱۲۱۰.۹
S۳SN	۱۳۰-۶۵	۴	۳۲.۵	۱۶.۲۵	۸.۳	۴۰.۳	۲۰۸۰	۱۶۹۰۰	۴۰۰	۲۵	۸۳۵.۶

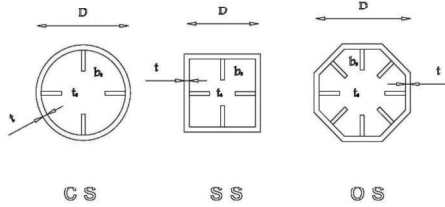
ستون نشان می دهد، در این شکل δy حداکثر تغییر مکان جانبی ایجاد شده و δy_0 تغییر مکان جانبی نظیر نقطه تسلیم را نشان می دهد.

شکل (۶) دستگاه آزمایش و نحوه اعمال بارها را نشان می دهد.

شکل (۷) تصویر یک نمونه ستون را در حین آزمایش نشان می دهد.

۵- دستگاه آزمایش و نحوه اعمال بارها

نمونه ها بصورت یکسر گیردار در قاب صلب آزمایشگاه مستقر شده و توسط دستگاههای محرک نیرو مورد آزمایش قرار گرفتند، شکل (۵) منحنی اعمال بار جانبی را بصورت ایجاد تغییر مکان جانبی در انتهای



شکل ۴- مقاطع عرضی نمونه های با ورق های سخت کننده

۶- آزمایشات و منحنی های چرخه ای نمونه ها

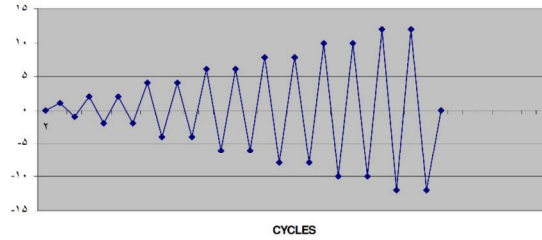
نمونه های ستون CFST تحت نیروی فشاری محوری و بار جانبی رفت و برگشتی در انتهای نمونه تا حد گسیختگی مورد آزمایش قرار گرفتند.

در جدول شماره (۴) تغییر مکانهای جانبی نمونه ها در تحلیل و آزمایشات و نتایج آزمایشات نمونه ها ارائه شده است، در این جدول تغییر مکان انتهای نمونه در شروع تسلیم و δy_0 تغییر مکان جانبی انتهای نمونه در شروع افت مقاومت و δy_{max} حداکثر تغییر مکان جانبی انتهای نمونه در شروع گسیختگی و μ ضریب شکل پذیری انتقالی و drift نسبت حداکثر تغییر مکان جانبی انتهای نمونه در شروع گسیختگی به طول نمونه و \mathcal{E}_{cu} حداکثر کرنش وارد شده به بتن با فرض تغییرات خطی کرنش در مقطع و P_{II} ظرفیت فشاری نهایی ستون می باشد.

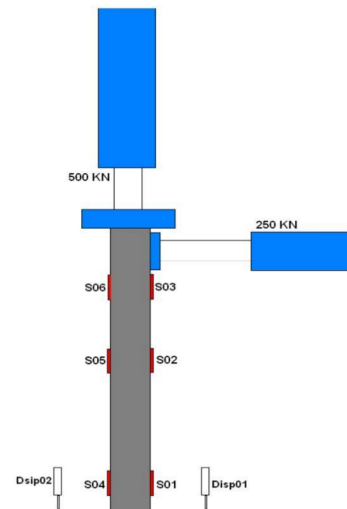
در شکل (۸) منحنی های چرخه ای نمونه های بدون ورقهای سخت کننده و در شکل (۹) منحنی های چرخه ای نمونه های با ورقهای سخت کننده در ناحیه بحرانی ستون نشان داده شده است.

جهت اعمال بار جانبی به انتهای ستون دو ورق به ضخامت ۳۰ میلیمتر در دو طرف ستون در نظر گرفته شده که توسط چهار میل مهاربهدیگر متصل می شوند. این ورقها توسط بین به Actuator افقی متصل شده و با اعمال تغییر مکان افقی بصورت متناوب و افزایش یابنده بار جانبی به انتهای نمونه وارد می شود. جهت اعمال بار محوری از یک صفحه فلزی به ضخامت ۵۰ میلیمتر در انتهای ستون استفاده گردید که توسط بین به Actuator قائم متصل می گردد [۱۰].

ورقهای در نظر گرفته شده برای اعمال بارهای افقی و قائم در مدل ANSYS نیز در نظر گرفته شده اند.



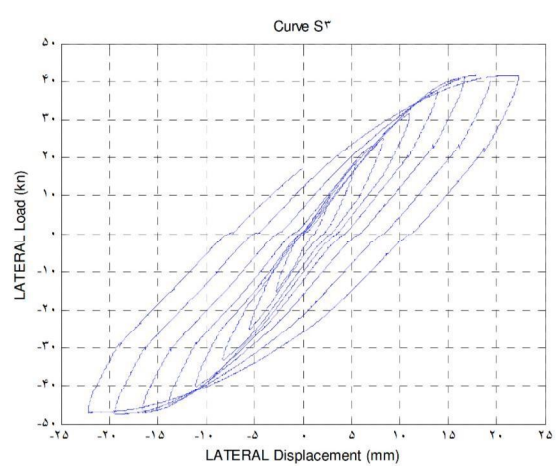
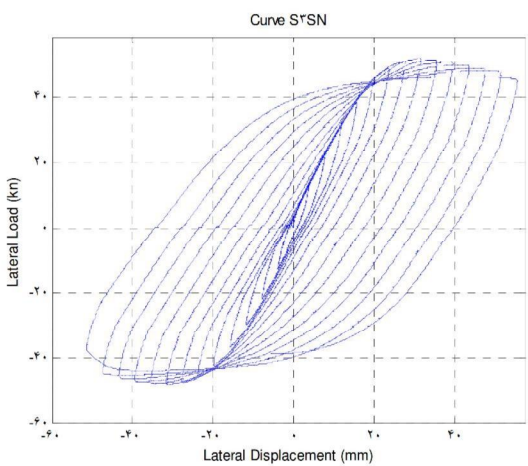
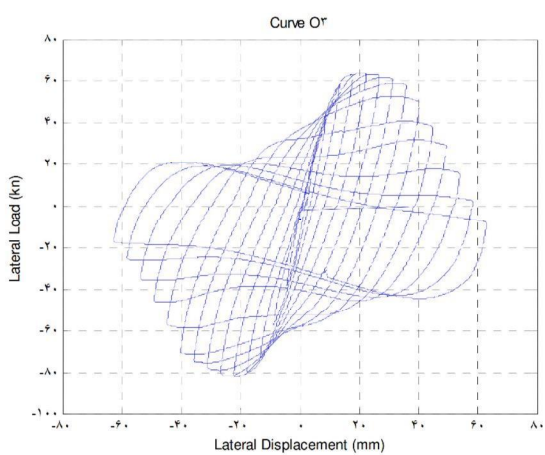
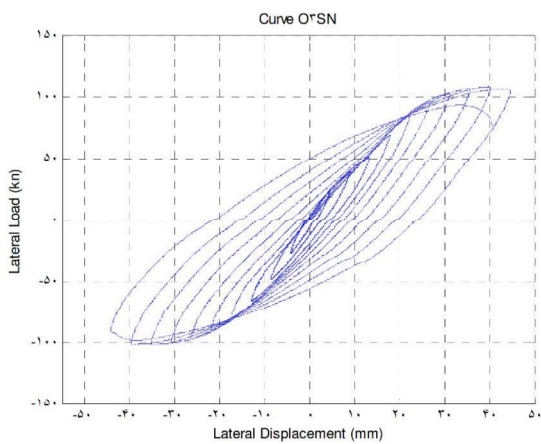
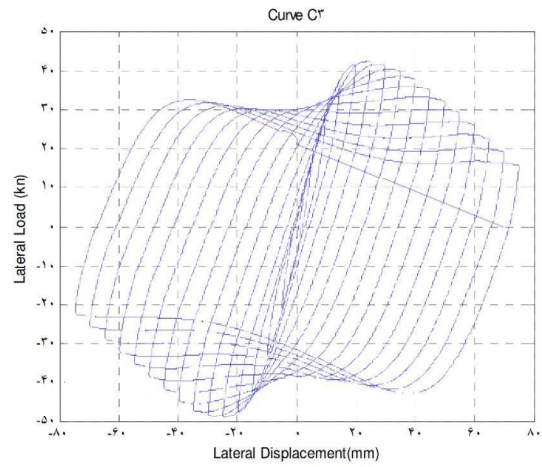
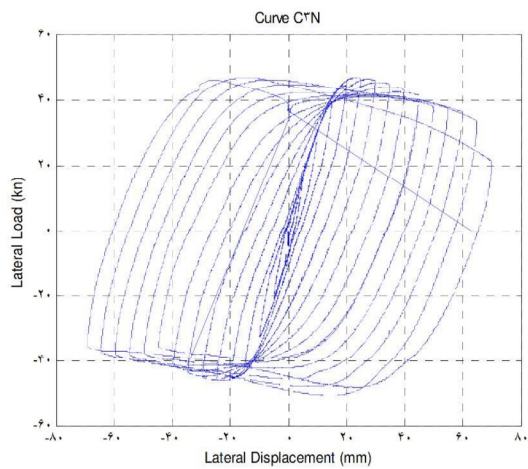
شکل ۵ - منحنی اعمال تغییر مکان در انتهای ستون



شکل ۶ - دستگاه آزمایش و نحوه اعمال بارها



شکل ۷ - نمونه ستون CFST تحت آزمایش



شکل ۹- منحنیهای چرخه ای نمونه های با ورقهای سخت کننده

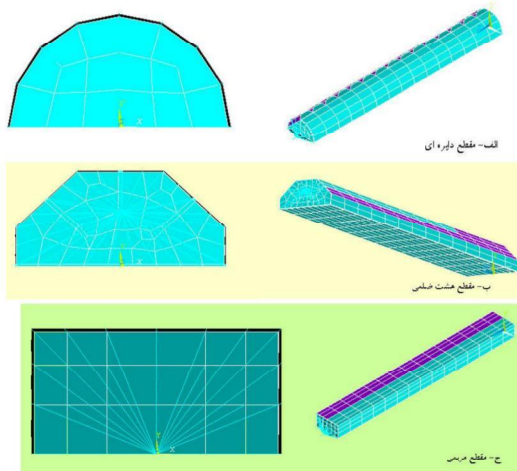
شکل ۸- منحنیهای چرخه ای نمونه های بدون ورقهای سخت کننده

جدول ۴- تغییر مکانهای جانبی نمونه هادر تحلیل و آزمایشات و نتایج آزمایشات نمونه ها

نمونه ها	$0.2P_u$ (KN)	δ_{y0} (mm)	δ_{y1} (mm)	$\delta_{y\max}$ (mm)	$\mu(\delta_{y1}/\delta_{y0})$ آزمایش	drift	NO.cyclic آزمایشات	ϵ_{cu}
C ^۳	۱۷۰	۵	۶۰	۷۵	۱۲	۰/۰۶۹	۱۵	۰/۰۲۲
S ^۳	۱۶۰	۴	۴۴	۶۴	۱۱	۰/۰۵۹	۱۴	۰/۰۲۱
O ^۳	۲۴۰	۴/۵	۴۰/۵	۶۷	۹	۰/۰۶۲	۱۵	۰/۰۱۹
C ^۲ N	۲۰۰	۵	۶۵	۷۵	۱۳	۰/۰۶۹۴	۱۵	۰/۰۲۲
O ^۳ SN	۲۴۰	۴/۵	۴۹/۵	۵۴	۱۱	۰/۰۵	۱۲	۰/۰۲۱
S ^۳ SN	۱۶۰	۴	۵۲	۶۰	۱۳	۰/۰۵۵۵	۱۵	۰/۰۲

از المان 45 SOLID برای مدل کردن صفحات سخت کننده استفاده شده است. این المان، با هشت گره و سه درجه آزادی در هر گره تعریف می شود و دارای قابلیت های اعمال تغییر شکل های پلاستیک، خزش، تورم، سخت شدگی تنش، تغییر شکل ها و کرنش های بزرگ می باشد [۱۵].

در انتهای آزاد و مرکز مقطع نمونه از المان Beam 188 استفاده شده است، تا بارگذاری از طریق این المان به نمونه وارد شود، بتوان نتایج تحلیل را برای گره المان مذکور بدست آورد. برای اینکه در بارگذاری قائم، بار به کل صفحه بالای ستون پخش گردد، بین گره وسط المان Beam 188 و تمام گره های موجود در صفحه بالای نمونه، از همان المان Beam 188 استفاده شده است. شکل (۱۰) مدل نمونه ها در ANSYS نشان می دهد. در مدل نمونه ها جهت صرفه جوئی در مدت زمان تحلیل از تقارن حول یک محور استفاده شده است.



شکل ۱۰- نمونه هایی از مدل ستونهای CFST در ANSYS

۷- تحلیل و منحنیهای چرخه ای نمونه ها

برای تحلیل نمونه ها از نرم افزار ANSYS استفاده شده است و نمونه ها تحت بار فشار محوری به مقدار $0.2P_u$ و بار جانبی متناوب افزایش یابنده تا انهدام نمونه ها تحلیل گردید.

۷-۱- المانهای استفاده شده در مدل نمونه ها

از المان سه بعدی ایزوپارامتریک 65 SOLID برای مدل کردن بتن هسته استفاده شده است. این المان توسط یک شش وجهی، هشت گرهی با سه درجه آزادی انتقالی در هر گره تعریف می شود. مصالح اعمالی از جنس بتن با قابلیت ترک در تنش های کششی و شکست یا خردشدگی در تنش های فشاری در سه جهت متعامد و نیز تغییر شکل های پلاستیک و خزش می باشد [۱۵].

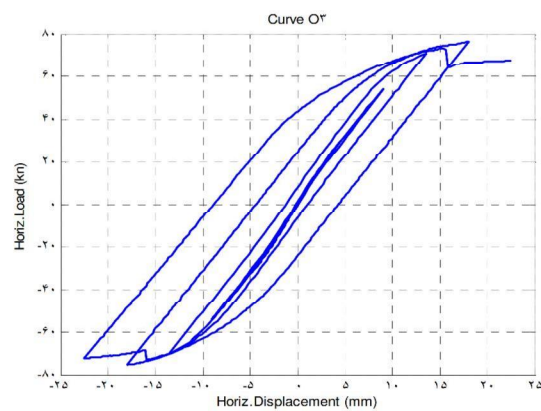
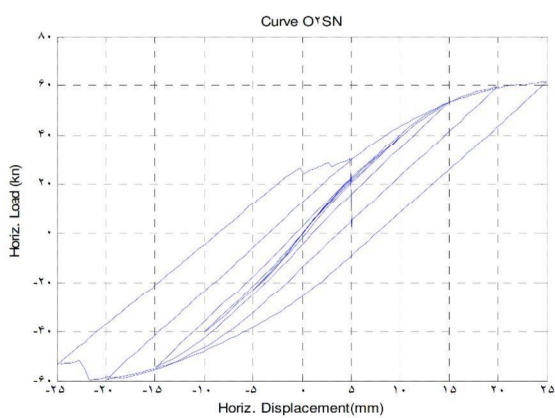
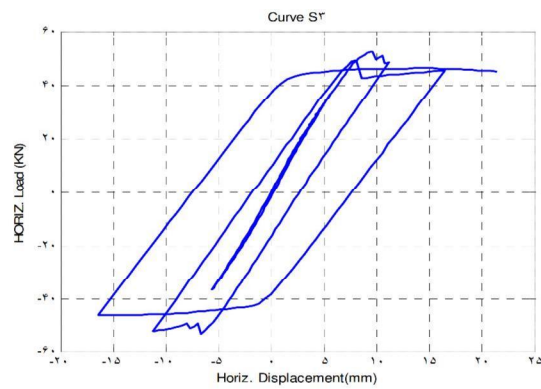
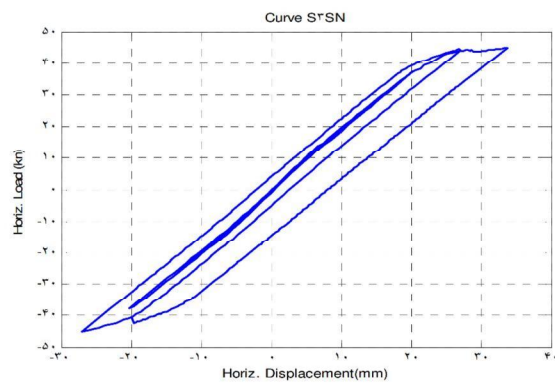
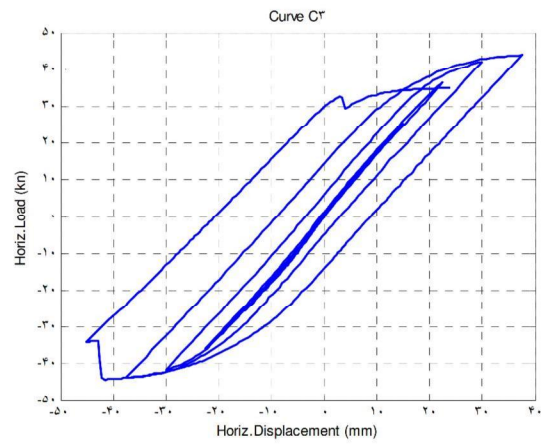
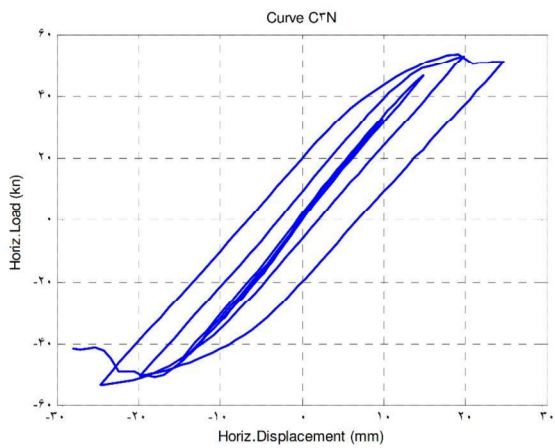
از المان SHELL 43 برای مدل کردن جدار فولادی نمونه ها استفاده شده است. این المان دارای چهار گره با شش درجه آزادی در هر گره (سه درجه آزادی انتقالی و سه درجه آزادی دورانی) می باشد. این المان از توانایی مناسبی برای مدل کردن اعوجاج و کمانش موضعی برخوردار است. همچنین دارای قابلیت های اعمال تغییر شکل های پلاستیک، خزش، سخت شدگی تنش و تغییر شکل ها و کرنش های بزرگ می باشد.

برای مدل کردن تماس بین بتن و جدار فولادی از المان اصطکاکی گره به گره CONTACT52 استفاده شده است.

این المان میان دو گره مجاور جدار فولادی و هسته بتنی قرار داده و قادر است جدایش و لغزش یا تماس بین دو گره را در طول بارگذاری مدل نماید. این المان فقط قادر است فشار در جهت امتداد نرمال و برش را در جهت مماسی سطوح انتقال دهد.

۲- منحنیهای چرخه ای نمونه ها حاصل از تحلیل

منحنیهای چرخه ای نمونه ها که با استفاده از نتایج تحلیل ترسیم شده اند در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نشان داده شده است.



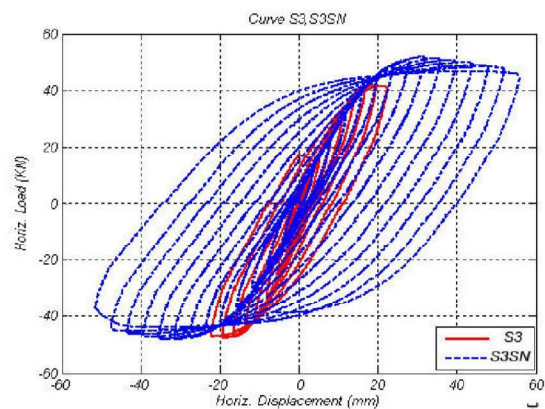
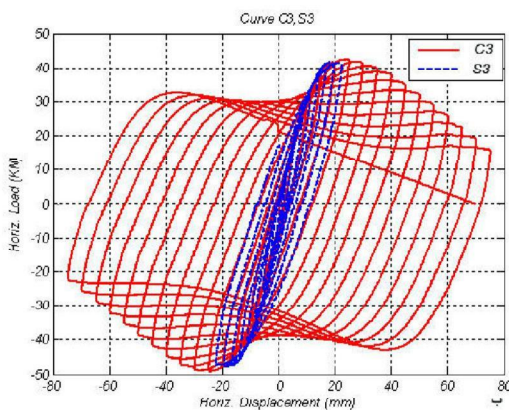
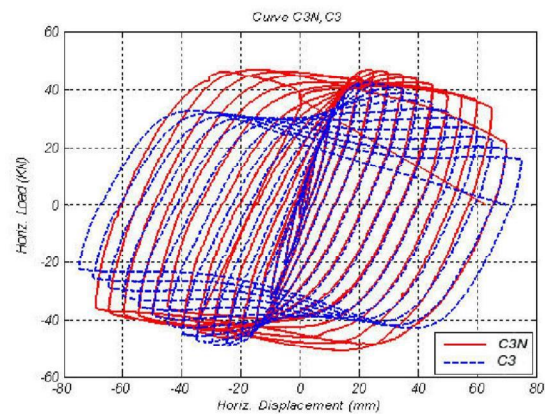
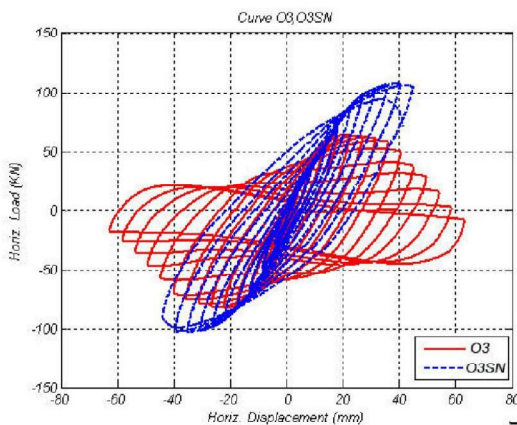
شکل ۱۲- منحنیهای چرخه ای نمونه های با ورقهای سخت کننده

شکل ۱۱- منحنیهای چرخه ای نمونه های بدون ورقهای سخت کننده

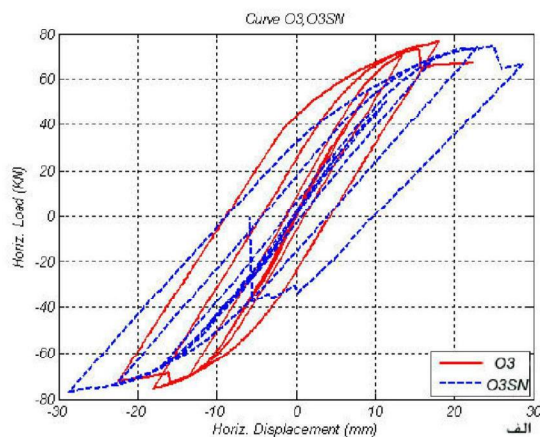
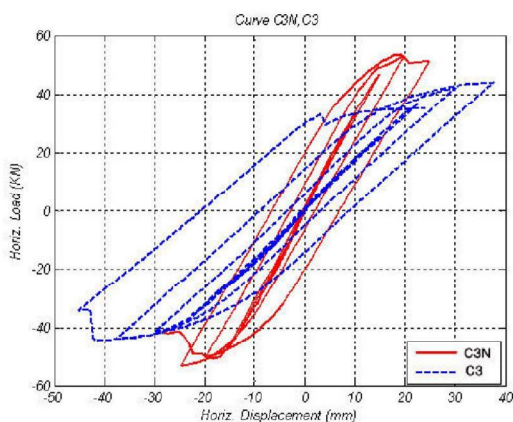
۸- مقایسه منحنیهای چرخه ای

۸-۱- مقایسه منحنیهای چرخه ای نمونه ها حاصل از نتایج آزمایشات و تحلیل

منحنی های چرخه ای نمونه های بدون ورقهای سخت کننده و نمونه های با ورقهای سخت کننده در ناحیه بحرانی ستون در شکلهای (۱۳) و (۱۴) با یکدیگر مقایسه شده اند. تا اثر ورقهای سخت کننده و همچنین اثر شکل مقطع عرضی در رفتار ستونهای CFST بررسی گردد. با مقایسه منحنیها نتیجه می شود که شکل پذیری ستونهای با مقطع دایره بیشتر از مقطع هشت ضلعی و ستونهای با مقطع هشت ضلعی شکل پذیرتر از مقاطع مربعی است. وجود ورقهای سخت کننده در داخل ستونهای CFST باعث افزایش شکل پذیری و باعث به تعویق افتادن کماتش موضعی جدار فولادی می - شود.



شکل ۱۳-مقایسه منحنیهای چرخه ای نمونه های حاصل از آزمایشات



شکل ۱۴- مقایسه منحنیهای چرخه ای نمونه ها حاصل از نتایج تحلیل

۹- نتیجه گیری

قابل توجه مقاومت بهتر از رفتار مقطع هشت ضلعی و رفتار مقطع هشت ضلعی بهتر از رفتار مقطع مربعی است.

در استفاده از مقاطع هشت ضلعی، جهت کاهش B/t در محل اتصالات و نواحی بحرانی توصیه می گردد از ورقهای سخت کننده استفاده شود.

۴- در مراحل اول بارگذاری نسبت پواسون فولاد بیشتر از بتن است و در بارهای نزدیک به بار نهائی نسبت پواسون فولاد کمتر از بتن بوده و فولاد بصورت دورگیر بتن را در بر گرفته و موجب افزایش مقاومت فشاری بتن می شود. این افزایش مقاومت با افزایش نسبت طول به قطر یا بعد مقطع (L/D) و نیز افزایش ضریب فشردگی مقطع (B/t , D/t) کاهش می یابد.

۵- پرکردن مقاطع قوطی و توخالی با بتن از کمانش موضعی به طرف داخل جداره فولادی جلوگیری نموده و در نتیجه کمانش موضعی جداره فولادی را به تعویق می اندازد.

۶- با توجه به نتایج نمونه ها در تحلیل و آزمایش، پیشنهاد می گردد در نواحی بحرانی ستون در حوالی اتصالات تیر- ستون و اتصال ستون به فونداسیون در طول L از ورقهای سخت کننده در داخل نمونه با جوش سرتاسری استفاده شود. طول L با روابط زیر محاسبه می گردد.

$$L_0 = \text{Max} (L_{\eta}/6 , D , 450 \text{ mm})$$

L_{η} ارتفاع خالص ستون می باشد.

۷- جهت جلوگیری از کمانش کلی ستون پیشنهاد می گردد، مقدار $L/D \leq 10$ رعایت شود در واقع $L/D=10$ مرز بین ستون CFST کوتاه و لاغر پیشنهاد می شود.

۸- حداکثر کرنش وارد شده به بتن در شروع شکست حدود 0.027 و حداکثر کرنش بتن در شروع کمانش موضعی جدار فولادی 0.0092 می باشد (متوسط نمونه ها).

۱- تعداد چرخه های بارگذاری جانبی متحمل شده توسط نمونه ها به مراتب بیشتر از ستونهای بتنی معمولی است. این مورد در اثر محصوریت هسته بتن توسط جدار فولادی است و باعث افزایش قابل توجه در شکل پذیری و جذب انرژی می گردد، که در سازه های مقاوم در برابر زلزله حایز اهمیت فراوانی است.

۲- در نمونه های با ورقهای سخت کننده به طول 30 سانتی متر پائین ستون (جائی که مصالح ستون تحت تنش های ناشی از فشار و خمش حداکثر قرار دارند)، ورقهای سخت کننده نقش مهم و قابل توجهی در افزایش چرخه های بارگذاری قابل تحمل توسط ستون و افزایش شکل پذیری ستون و افزایش جذب انرژی دارند.

تمام نمونه های تحت فشار توام با بار جانبی چرخه ای در اثر کمانش موضعی جدار فولادی و پکیده شدن بتن در محل کمانش موضعی به شکست رسیده اند، و وجود ورقهای سخت کننده در نواحی بحرانی ستون مقدار D/t یا B/t (نسبت عرض به ضخامت جدار فولادی یا ضریب فشردگی مقطع) را کاهش داده و کمانش موضعی را به تعویق می اندازد، با توجه به B/t و D/t نمونه های مختلف و تعداد چرخه های قابل تحمل توسط نمونه ها در شروع کمانش موضعی پیشنهاد می گردد، D/t برای مقاطع دایره ای بدون ورقهای سخت کننده حداکثر به 32 و مقدار B/t برای مقاطع هشت ضلعی و مربعی حداکثر به 25 محدود گردد.

۳- در تحلیل با نرم افزار ANSYS و آزمایشات از سه نوع مقطع عرضی دایره، هشت ضلعی، و مربع استفاده شده است، مقایسه نتایج این سه نوع مقطع نشان می دهد، رفتار مقطع دایره از لحاظ شکل پذیری و ظرفیت جذب انرژی و تعداد سیکلهای قابل تحمل تا افت

- ۹- Popovics S. " A Numerical Approach To The Complete Stress – strain Curves For Concrete . " Cement Concrete Res 1973 , 3(s): 583 – 99 .
- ۱۰- Mander JB. , priestly JN. , park R. " Theoretical Stress – Strain Model For Confined Concrete . " J. struct . Eng . ASCE 1988 , 114 (8) : 1804–26
- ۱۱- Ahmad , S. H. and Shah , s.p. (1987) , " Structural Properties of High Strength Concrete And Its Implications For Precast Concrete " , PCI J .
- ۱۲- K.A.S. Susantha , Hanbin Ge , Tsutomu Usami . " Uniaxial Stress – Strain relationship of concrete confined by various shaped steel tubes " . Enginer struct 23(2001) 1331–1347 .
- ۱۳- Harry G.Harris Gajanan M.sabnis. " structural Modeling and Experimental Techniques
- ۱۴- صادق رضا فخری ، بررسی تحلیلی و تجربی رفتار ستون های فلزی پر شده با بتن و اتصالات مربوطه دانشکده فنی دانشگاه تهران ۱۳۷۵
- ۱۵- فردوسی ، عادل ، ۱۳۸۱، بررسی رفتار یک مقطع جدید از ستونهای فولادی پر شده با بتن دانشگاه صنعتی سهند

- ۹- در اثر اندر کنش بین بتن و جدار فولادی مقاومت بتن برای مقاطع دایره ای حدود ۲۵ درصد و برای مقاطع هشت ضلعی حدود ۲۲ درصد و برای مقاطع مربعی حدود ۱۶ درصد (متوسط نمونه ها) افزایش می یابد.
- ۱۰- در اثر اندر کنش بین بتن و جدار فولادی و در اثر تنش های حلقوی وارد شده به فولاد، مقاومت تسلیم فولاد حدود ۸ درصد کاهش می یابد.
- ۱۱- در ستونهای CFST پدیده pinching در منحنیهای چرخه ای در مقایسه با ستونهای بتن مسلح بسیار کمتر است. در تعدادی از نمونه ها با ورقهای سخت کننده در نواحی بحرانی پدیده pinching مشاهده نمی شود.
- ۱۲- با کاهش مقدار D/t در نمونه ها مشاهده می شود پدیده pinching در منحنیهای چرخه ای به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد.

۱۰- مراجع

- ۱- Johansson , M.and Gylltoft , k.(2001) , "structural behavior of slender circular steel – concrete composite columns under various means of load application "
- ۲- Chao , M. and Zhang , J.Q. (1999) , " Accuracy of Numerical Expressions for the Section Analysis of CFST Beam – columns " proceeding of EASEC – 7 , August , Japan , PP967– 972
- ۳- M.Shams , M.A. Saadegh vaziri . " State of the Art concrete Filled steel Tubular columns . " ACI Struct . Journal / sept – oct . 1997 .
- ۴- K.A.S. Susantha , Hanbin Ge , Tsutomu Usami , (2001) , " Uniaxial stress – strain relationship of concrete confined by various shaped steel Tube " , Engineering Structures Journal
- ۵- G. Compione , N. Scibilia , G. Zingone . " Strength and Ductility of Hollow circular steel columns filled With Fiber Reinforced concrete" Dipartimento di Ing . struct . Universita di palermo , I – 90128 , ITALY .
- ۶- B. Uy . " Strength of concrete Fillad steel Box Columns Incorporating Local Buckling . " J. struct . Engineering . ASCE / March 2000
- ۷- Y.C. Wang . " Tests on slender composite columns " J . constr. steel Res . 49(1999)25–41
- ۸- Martin D . O'Shea , Russel Q. Bridge . " Design of Circular thin – walled Concrete Filled Steel Tube Columns . " J. struct . Engineering . ASCE / November 2000

Research Behavior Of Concrete Filled Steel Tube Columns, CFST

Taleb Moradi Shaghghi

"Ph.D Student, Science & Research Branch, Islamic Azad University (IAU)"

Fariborz Nateghi A.

Professor, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology

Abstract:

Concrete filled steel tube columns (CFST) are a kind of composite columns according to advantages of CFST relative to reinforced concrete and steel columns. Use of these materials is common in recent years especially in high building, unnecessary of molding, high ductility, proportionate resistance with low volume, economical, low deformation relative to steel columns are among advantages.

In this research, effective parameters on CFST columns behavior are investigated experimentally and analytically.

For these researches, six specimens of CFST columns with three to one scale are considered. In analytically investigation it is used finite elements method and ANSYS10 soft ware, also steel tube and concrete, and stiffeners are modeled with finite elements. For consideration bond strength between steel and concrete it is used contact elements. Investigated specimens (experimentally and analytically) are molded as a cantilever.

Specimens loaded axially with enhancing cyclic lateral load. The enhancing lateral load is using with cyclic lateral displacement in end column. (Displacement control)

In this research three sets of columns with shape, square, circle and octagonal sections took into account some of them are without stiffeners and some are with stiffeners at whole length or in 30 cm of lower part of the specimens are considered, that effects of column section shape and effects of stiffeners in column behavior are investigated.

Keywords:

Concrete filled steel tube columns, Steel tube, Stiffeners, Ductility