



مرکز پژوهش‌های مطالعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



ICOPMAS

بررسی رفتار شمع‌های اسکله‌های شمع‌وعرشه بتنی ترمیم‌شده با پوسته‌های CFRP تحت بارگذاری توأم محوری و جانبی سیکلی

محمد ابراهیم زاده عطاری، کارشناس ارشد سازه‌های دریایی مرکز تحقیقات زلزله، دانشگاه صنعتی سهند*

حسن افشین، استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند

محمد زمان کبیر، دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

کریم عابدی، دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی سهند

* تلفن: 09144125058، شماره: 0411) 5561621، پست الکترونیکی: m_brahimzadeh_a@yahoo.com

چکیده

عواملی نظیر درجه حرارت و رطوبت زیاد، وجود املاح و نمک‌های فراوان، حملات بیولوژیکی و جذرومد از جمله عوامل اصلی خوردگی آرماتورها و تخریب سازه‌های بتنی در سواحل گرم و مرطوب بشمار می‌روند. استفاده از پلاستیک مسلح‌شده با الیاف (FRP) در ترمیم سازه‌ها، بخصوص در محیط‌های خورنده در حال گسترش روزافزونی می‌باشد. در این مقاله رفتار شمع اسکله شمع و عرشه بتنی قبل و بعد از ایجاد خوردگی در آرماتورها و ریختن پوشش بتنی، ترمیم پوشش بتنی، محصور کردن شمع با پوسته‌های CFRP بصورت دورپیچی کامل تا تراز کف دریا و دورپیچی موضعی تا ترازى که دائماً در زیر آب است، تحت اثر بارهای جانبی سیکلی توأم با بار محوری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. جهت ارزیابی صحت مدل‌سازی‌ها ابتدا نتایج آنالیزهای المان محدود نرم‌افزار ANSYS[®] با نتایج آزمایشگاهی انجام گرفته بر روی ستونهای محصورشده با FRP مقایسه شده و مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج تحلیل‌ها نشان دهنده کارایی مناسب کامپوزیت‌های CFRP در ترمیم و جبران کاهش مقاومت، شکل‌پذیری و میزان اتلاف انرژی شمع‌های آسیب دیده بر اثر خوردگی آرماتورها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ترمیم، اسکله شمع و عرشه بتنی، شمع، CFRP، محصورشدگی، خوردگی، شکل‌پذیری

1- مقدمه

سازه‌های بتنی قرار گرفته در سواحل مناطق گرم و مرطوب بعلاوه درجه حرارت و رطوبت زیاد، وجود املاح و نمک‌های فراوان، حملات بیولوژیکی، سایش امواج و جزرومد در معرض تخریب قرار دارند. ترمیم این نوع از سازه‌ها با صفحات پلیمر مسلح شده با الیاف یکی از بهترین راه‌حلها می‌باشد. این روش با توجه به بالا بودن نسبت مقاومت و سختی به وزن، برخورداری از دوام و مقاومت عالی در برابر خوردگی، سرعت و آسانی نصب مورد توجه گسترده‌ای قرار گرفته است. در زمینه ترمیم شمع‌های دریایی با استفاده از محصورکننده‌های CFRP تحت بارگذاری قائم و جانبی افزاینده تا کنون دو مقاله توسط مؤلفین همین مقاله چاپ و ارائه شده است [1، 2]. تحقیق حاضر، بمنظور بررسی رفتار پایه‌ی یکی از اسکله‌های شمع‌وعرشه بتنی (شکل 1) قبل و بعد از ایجاد خوردگی در آرماتورها و ریختن پوشش بتنی، ترمیم پوشش بتنی، محصور کردن شمع با پوسته‌های CFRP بصورت دورپیچی کامل تا تراز کف دریا و دورپیچی موضعی تا ترازى که دائماً در زیر آب است، تحت بارگذاری توأم محوری و جانبی سیکلی، در مقیاس واقعی و به کمک نرم‌افزار المان محدود ANSYS[®] صورت گرفته است.

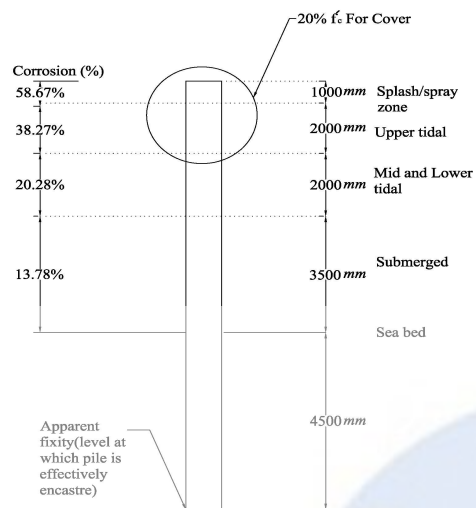
2- تحلیل عددی بروش المان محدود

1-1 مدل‌سازی

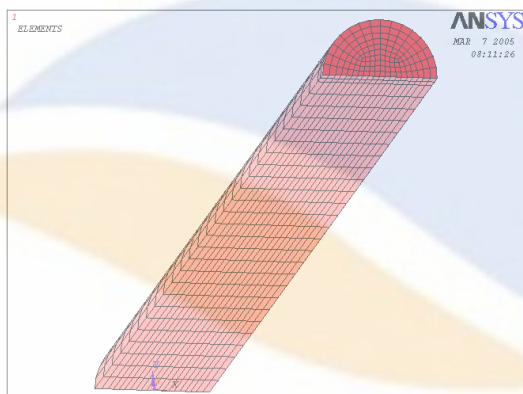
چنانکه در شکل 2 نشان داده شده است شمع بتن مسلح بصورت سه‌بعدی مدل‌سازی شده و بدلیل تقارن مدل هندسی و بارگذاری، از امتیاز تقارن نرم‌افزار ANSYS[®]، استفاده گردیده است. برای مدل‌سازی بتن، میلگردها و پوسته‌های CFRP بترتیب از المان‌های Solid65، Link8 و المان 4-گره‌ی سه‌بعدی Shell181 که دارای 6 درجه آزادی در هر گره می‌باشد، استفاده گردیده است. نظر به اینکه نیروی لازم برای جدایش مابین بتن و محصورکننده FRP مقدار بزرگی می‌باشد، چسبندگی بین بتن و پوسته‌های FRP بشکل ایده‌آل، چسبندگی کامل فرض شده [3] و از قابلیت ادغام گره‌ها استفاده گردید [4]. شرایط انتهایی یا تکیه‌گاهی در تمام نمونه‌ها بصورت دوسرگیردار بوده و انتقال بار در بارگذاری‌ها توسط صفحه صلبی در بالای ستون صورت گرفته است.

2-2 ارزیابی صحت مدل‌سازی

برای ارزیابی صحت مدل‌سازی از مدل نمودن نمونه‌های آزمایشگاهی در نرم افزار ANSYS استفاده شده است. نمونه‌های C1 از مرجع [5] و نمونه U25-2 از مرجع [6] که ابعاد و مشخصات آنها در جدول 1 ارائه شده است، مدل‌سازی شده و نتایج بدست آمده با نتایج



آزمایشگاهی مقایسه گردیدند (شکل 3). نتایج بدست آمده نشان دهنده دقت بکارگیری مدل عناصر محدود برای ارزیابی رفتار یک عضو بتن آرمه تقویت شده با FRP است.

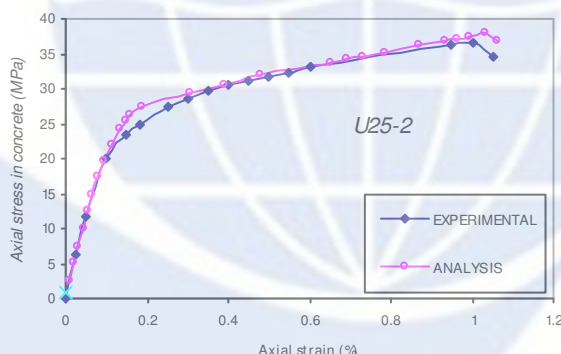
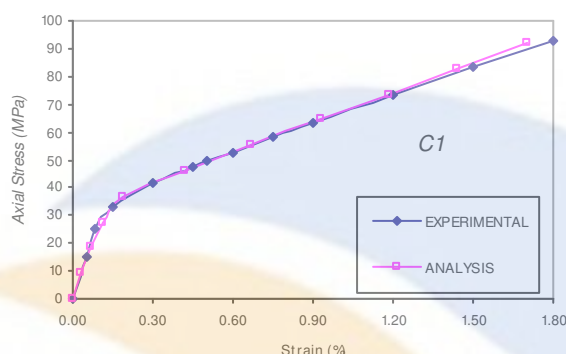


شکل 1 ابعاد نمونه های مدل سازی شده و درصد خوردگی آرماتورها

شکل 2 استفاده از قابلیت تقارن نرم افزار در مدل سازی شمع

جدول 1 مشخصات نمونه‌های مورد ارزیابی

مشخصات آرماتور			مشخصات بتن		مشخصات FRP			ابعاد		نمونه
E_s (GPa)	F_y (MPa)	A_s (mm ²)	E_t (GPa)	f'_c (MPa)	ضخامت X_t (mm)	E_x (GPa)	X_t (MPa)	D (mm)	h (mm)	
-	-	-	26/7	31/8	1650	228	3485	76	305	C1
200	400	13005	16723	25	0/3	84	1270	300	1200	U25-2



شکل 3 مقایسه بین نتایج آزمایشگاهی و تحلیلی نمونه‌های C1 و U25-2

3-2 نمونه‌های آنالیز شده

همانگونه که در شکل 1 نشان داده شده است، پایه یک اسکله شمع و عرشه بتنی به قطر 800mm و ارتفاع 8500mm از کف دریا در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. برای در نظر گیری اثر بخش مدفون شده شمع در رفتار سازه طبق آنچه در مرجع [7] آمده و با توجه به اینکه اطلاعاتی از نوع خاک در دسترس نبود، شمع معادلی به ارتفاع 6D (D قطر شمع می باشد) که حدود 4500mm می باشد، در زیر تراز کف دریا در نظر گرفته شده است. درصد آرماتورهای طولی بکاررفته 2/94 درصد (28Φ24) بوده و آرماتورهای دورپیچ به قطر 10mm با گامهای 20cm، مقاومت فشاری مشخصه 28 روزه بتن 35 MPa، مدول الاستیسیته و ضریب پواسون بتن بترتیب 28GPa و 0/2 بوده و مقاومت کششی بتن برای در نظر گیری قابلیت ترک خوردگی 3/3MPa در نظر گرفته شده است. بمنظور بررسی رفتار شمع بتن آرمه پنج وضعیت متفاوت مورد بررسی قرار گرفت که در زیر بطور خلاصه شرح داده می شوند:

1-3-2 نمونه RC. در این مدل رفتار شمع اولیه قبل از ایجاد هر نوع خوردگی و ترک در آن بررسی شده است

2-3-2 نمونه CRC. در این مدل رفتار پایه بعد از ایجاد خوردگی در آرماتورها، ایجاد ترک و جدائی پوشش بتنی مورد بررسی قرار گرفته است. برای محاسبه میزان خوردگی در آرماتورها با توجه به عدم وجود اطلاعات صحرائی درباره میزان قطر باقیمانده میلگردها بعد از حدود 30 سال از ساخت سازه، مدل ارائه شده توسط Andrade و همکارانش مورد استفاده قرار گرفت [4 و 8]. بر اثر عواملی نظیر سایش امواج، هوازگی، و خوردگی آرماتورهای داخل بتن ترکهایی در سطح بتن ایجاد و سبب کاهش مقاومت پوشش بتنی شده و در طول زمان سبب پوسته پوسته شدن پوشش بتنی و در نهایت سبب ریخته شدن آن می گردد. برای در نظر گیری این اثر یک کاهش 80 درصدی در مقاومت بتن پوششی نواحی تروخشک شدگی و پاششی (splash/spray zone) در نظر گرفته شد.

2-3-3 نمونه RRC. نظر به اینکه آماده سازی سطح قبل از چسباندن و دورپیچ نمودن پوسته‌های FRP (تزییق ترکهای مؤیی، برداشتن بتن سست و پوسته شده و بتن ریزی مجدد بجای آن)، امری اجتناب ناپذیر می‌باشد [9]، لذا مقاومت پوشش بتنی که در نمونه CRC کاهش داده شده بود به میزان اولیه خود بازگردانده شده و آنالیز تنها روی پایه بتن مسلح با در نظرگیری خوردگی آرماتورها صورت گرفت تا رفتار پایه قبل از محصور نمودن آن با چندلایه‌های FRP، مورد بررسی قرار گیرد.

2-3-4 نمونه با دورپیچی کامل RRC_Full Wrap. در این نمونه‌ها اثر دورپیچ نمودن کامل محصورکننده‌های CFRP در رفتار پایه مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از دورپیچی کامل، دورپیچی سطح پایه در بالای تراز کف دریا می‌باشد.

2-3-5 نمونه با دورپیچی موضعی RRC_Partial Wrap. با توجه به اینکه میزان خوردگی‌ها در داخل آب کم بوده و دورپیچ نمودن شمع در زیر آب مشکل بوده و نیاز به تکنولوژی‌های پیچیده‌ای دارد و علاوه بر آن خود کامپوزیت‌های FRP گران می‌باشند لذا در این سری از تحلیلها سعی گردید تا اثر دورپیچ نمودن موضعی شمع‌های RRC، مورد بررسی قرار گیرد. منظور از دورپیچی موضعی، دورپیچ نمودن نواحی در معرض جذر و مد و پاششی که بیشترین خرابی‌ها و خوردگی‌ها معمولاً در این نواحی اتفاق می‌افتد، می‌باشد.

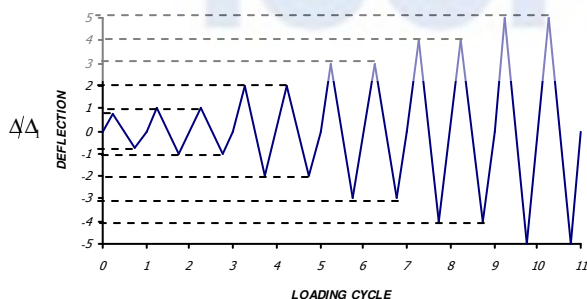
خصوصیات مکانیکی پوسته‌های CFRP بکاررفته، در جدول 2 آورده شده‌است. نمونه‌هایی که در آنها از محصورکننده‌های نوع دوم (Mat2) استفاده شده‌است، با علامت M2 در انتهای نامشان مشخص شده‌اند. بعنوان مثال نام F-L6_M2 نشان می‌دهد که آرایش الیاف این نمونه با نمونه F-L6 یکسان بوده و تنها خصوصیات FRP بکاررفته برای آن از نوع دوم می‌باشد.

جدول 2 مشخصات مکانیکی پوسته CFRP

ضخامت (mm)	کرنش نهائی (%)	Y_t (MPa)	X_t (MPa)	G_{xy} (GPa)	ν_{yz}	ν_{xy}	E_y (GPa)	E_x (GPa)	پوسته CFRP
0/165	0/8	55/9	2940	1/56	0/35	0/25	2/35	373	Mat1[2]
0/165	1/5	30	3500	2/50	0/35	0/25	3/8	230	Mat2[Sika]

3- نتایج آنالیزهای غیرخطی المان محدود نمونه‌ها تحت بار سیکلی یا لرزه‌ای توأم با بار محوری

رفتار شمع‌ها، تحت اثر توأم بار محوری و جانبی سیکلی مورد بررسی قرار گرفته‌است. بدین نحو که به انتهای تمامی شمع‌ها بار محوری محوری در حدود $0.1f'_c A_c$ [5 و 10]، وارد گردیده و سپس بار سیکلی غیرالاستیک به آن وارد می‌شود. جابجائی سیکلی وارده ترکیبی از یک سیکل جابجائی Δ_1 0/75 و بدنبال آن دو سیکل در هر جابجائی Δ_1 ، $2\Delta_1$ ، $3\Delta_1$ و ... بوده‌است (شکل 4). جدول 3 خلاصه‌ای از مشخصات نمونه‌های مورد بررسی قرار گرفته را نشان می‌دهد. در جدول فوق منظور از ناحیه‌های 1 تا 4 بترتیب نواحی پاششی، جذر و مد بالا، جذر و مد پائین و متوسط، و مغروق می‌باشد.



شکل 4 تاریخچه بار جابجایی

جدول 3 مشخصات نمونه‌های تحلیل شده تحت بارهای توأم محوری و جانبی سیکلی*

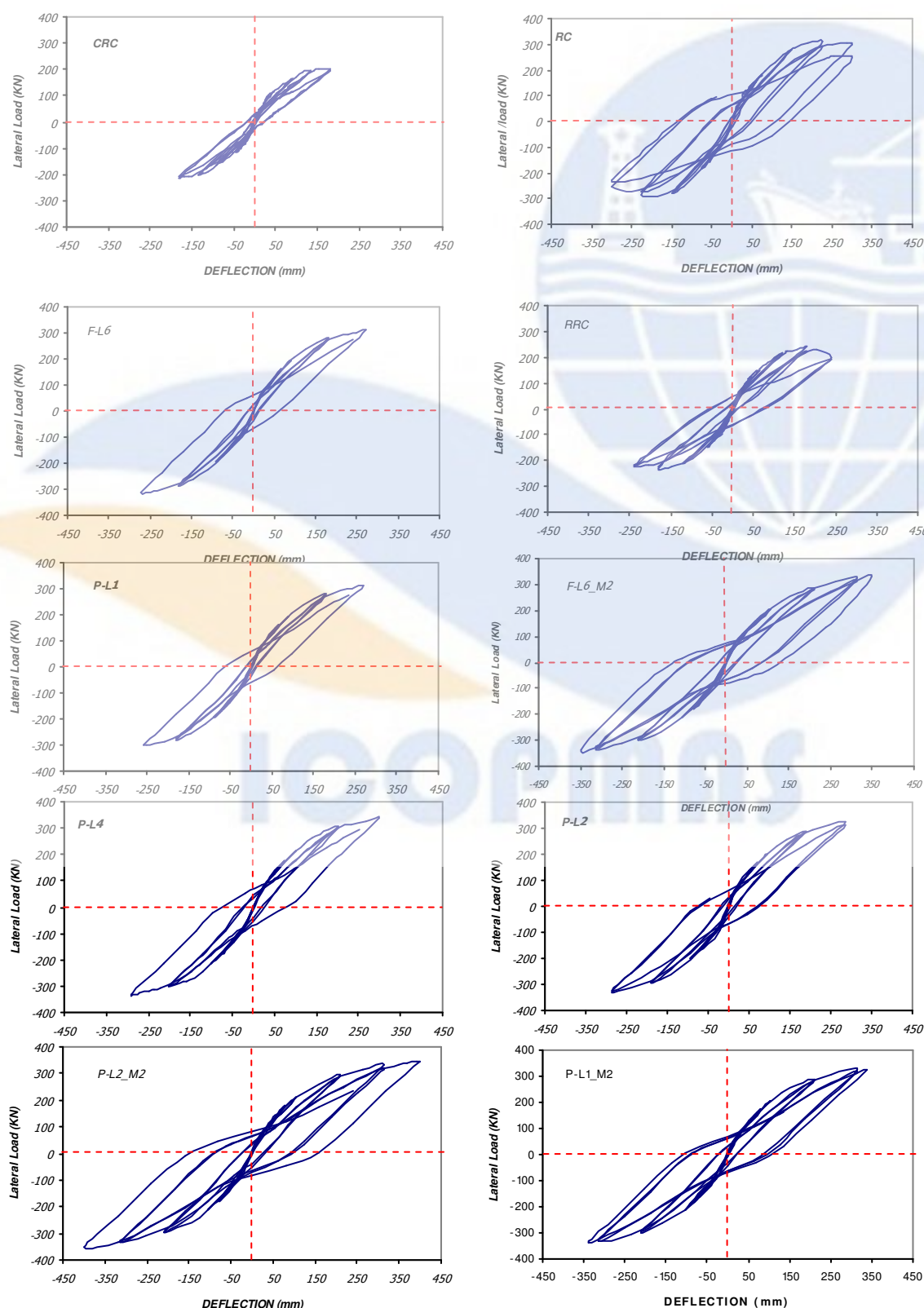
آرایش لایه‌ها در نواحی مختلف				نوع محصورشدگی	مشخصه شمع	
ناحیه 4 (مغروق)	ناحیه 3 (جزرومد پایین و متوسط)	ناحیه 2 (جزر و مد بالا)	ناحیه 1 (پاششی)			
-	-	-	-	-	RC	گروه اول
-	-	-	-	-	CRC	
-	-	-	-	-	RRC	
[0/90]	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₂ /0 ₂ /90 ₂]	کامل	F-L6	گروه
[0/90]	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₂ /0 ₂ /90 ₂]	کامل	F-L6_M2	
-	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₂ /0 ₂ /90 ₂]	موضعی	P-L1	گروه سوم
-	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₃ /0 ₂ /90 ₂]	موضعی	P-L2	
-	[90 ₂]	[90 ₄]	[90 ₇]	موضعی	P-L4	
-	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₂ /0 ₂ /90 ₂]	موضعی	P-L1_M2	
-	[0/90]	[90/0/90 ₂]	[90 ₃ /0 ₂ /90 ₂]	موضعی	P-L2_M2	
-	[90 ₂]	[90 ₅]	[90 ₇]	موضعی	P-L4_M2	

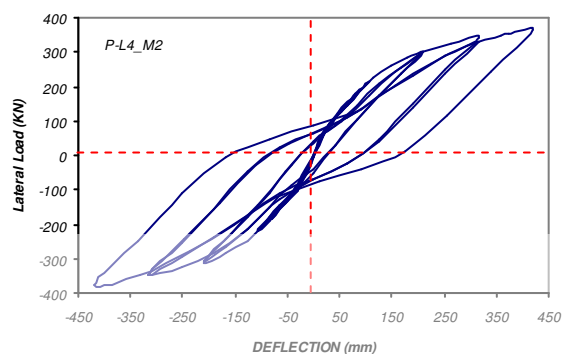
* منظور از زاویه 0° زاویه راستای الیاف با محور طولی شمع می‌باشد بدین ترتیب منظور از زاویه 90° قرارگیری الیاف در جهت حلقوی می‌باشد.

شکل 5 منحنی‌های هیستریزس نمونه‌های RC، CRC و RRC را نشان می‌دهد. شکل 6 نیز نشان دهنده مقایسه منحنی‌های پوش هیستریزس نمونه‌های فوق است. بعد از ایجاد خوردگی و ریزش پوشش بتنی از میزان ظرفیت باربری جانبی و شکل‌پذیری بترتیب 34/69٪ و 19/87٪ کاسته می‌شود. در حالیکه از ظرفیت اتلاف انرژی این نوع شمع حدود 77/4٪ کاسته شده است. بعد از ترمیم پوشش بتنی حدود 17٪ از کاهش ظرفیت باربری جانبی جبران می‌گردد در حالیکه در مقدار شکل‌پذیری تغییری حاصل نشده ولی به میزان قابلیت اتلاف انرژی حدود 60/35٪ نسبت به نمونه CRC اضافه گردیده است که با این حال این میزان نسبت به نمونه RC حدود 43٪ کمتر است. نکته حائز اهمیت افزایش دو برابری ظرفیت اتلاف انرژی نمونه، بعد از ترمیم پوشش بتنی می‌باشد.

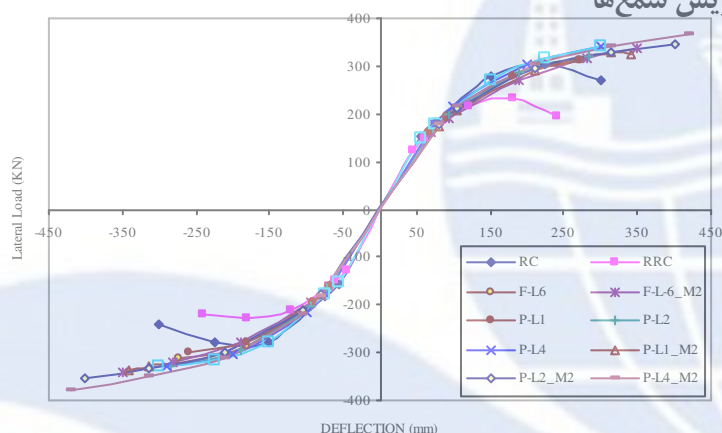
با مقایسه نتایج بدست آمده مابین شمع‌های ترمیم شده و شمع اولیه RC مشاهده می‌گردد که بسته به تعداد و نوع الیاف ظرفیت باربری جانبی، شکل‌پذیری و میزان اتلاف انرژی افزایش می‌یابد. با مقایسه نتایج بدست آمده برای شمع‌های F-L6، P-L1 و نیز F-L6_M2، P-L1_M2 مشاهده می‌گردد که نتایج بدست آمده برای هر دو نمونه متناظر فوق‌الذکر که یکی بطور کامل و دیگری بصورت موضعی محصور شده‌اند، اختلاف ناچیزی دارند. اختلاف کم موجود مابین نتایج شمع‌های بصورت کامل دورپیچ شده و موضعی را می‌توان به ناچیز بودن میزان خوردگی آرماتورهای ناحیه مغروق مربوط دانست. همچنین با دقت در نتایج فوق مشاهده می‌گردد که با افزایش تعداد لایه‌های 90° رفتار سازه بهبود می‌یابد. چنانکه با مقایسه نتایج نمونه شمع P-L1 با P-L2 که در نمونه P-L2 یک لایه 90° به ناحیه 1 شمع P-L1 اضافه گردیده است، مشاهده می‌شود که به میزان ظرفیت باربری جانبی شمع در حدود 2/7٪، شکل‌پذیری 5/7٪ و قابلیت اتلاف انرژی شمع 3٪ افزوده شده است. همچنین دو شمع P-L2 و P-L4 از نظر تعداد لایه‌ها مساوی بوده ولی در شمع P-L4 بجای الیاف 0° از الیاف 90° استفاده گردیده است. مقایسه نتایج بدست آمده برای دو شمع فوق نشان‌دهنده افزایش 6/4٪ در ظرفیت باربری جانبی، 4/8٪ در شکل‌پذیری و 25/2٪ در ظرفیت اتلاف انرژی شمع P-L4 بوده است. این نتیجه برای دو شمع P-L2_M2 و P-L4_M2 نیز صادق است به این شکل که ظرفیت باربری جانبی، شکل‌پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی P-L2_M2 نسبت به P-L4_M2 بترتیب افزایش 6٪، 0/5٪ و 14/2٪ داشته‌اند. نتیجه فوق نشان دهنده تأثیر بیشتر الیاف 90° نسبت به الیاف 0° در رفتار شمع ترمیم یافته می‌باشد.

نتایج بدست آمده از شمع F-L6_M2 نشان می‌دهد که در مقایسه با شمع F-L6، میزان ظرفیت باربری، شکل‌پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی بترتیب 8/9٪، 1/9٪ و 117٪ افزایش داشته‌است. نتایج شمع P-L1_M2 در مقایسه با شمع P-L1 نیز نشان می‌دهد که با افزایش کرنش گسیختگی الیاف میزان ظرفیت باربری، شکل‌پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی بترتیب 4/71٪، 1/9٪ و 85/24٪ رشد داشته‌اند. همچنین نتایج بدست آمده از شمع P-L2_M2 در مقایسه با شمع P-L2 نشان می‌دهد، میزان ظرفیت باربری، شکل‌پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی بترتیب 8/56٪، 8/98٪ و 213٪ افزایش داشته‌است. و در نهایت نتایج شمع P-L4_M2 در مقایسه با شمع P-L4 نشان می‌دهد که میزان ظرفیت باربری، شکل‌پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی بترتیب 8/1٪، 4/57٪ و 186/34٪ رشد داشته‌اند. چنانکه از مقایسه نتایج بدست آمده برای نمونه‌های محصورشده با آرایش یکسان الیاف ولی مشخصات مکانیکی متفاوت آن، مشاهده می‌شود که افزایش کرنش گسیختگی الیاف در افزایش میزان ظرفیت اتلاف انرژی شمع تأثیر قابل توجهی دارد





شکل 5 منحنی های هیستریزیس شمع ها



شکل 6 مقایسه منحنی های پوشش منحنی های هیستریزیس شمع ها

4- نتیجه گیری

با مطالعه رفتار پایه اسکله شمع و عرشه بتنی قبل و بعد از ایجاد خوردگی در آرماتورها و نیز بعد از ترمیم پایه با پوسته های CFRP تحت بارگذاری گوناگون، مشاهده می شود که ضعف ایجاد شده ناشی از خوردگی میلگردهای شمع با استفاده از کامپوزیت های CFRP قابل جبران است. عدم دورپیچ نمودن قسمتی از شمع که دائماً در زیر آب قرار دارد و میزان خوردگی آرماتورهای آن کم است، تأثیر ناچیزی در رفتار آن داشته و از نظر اقتصادی با صرفه تر است. همچنین با کاهش مدول الاستیسیته و افزایش کرنش گسیختگی الیاف، شکل پذیری و قابلیت اتلاف انرژی سازه افزایش می یابد.

قدردانی

به این وسیله از راهنمایی ها و مساعدتهای اساتید گرانقدر آقایان دکتر احمدرضا مصطفی قره باغی و مهندس عادل فردوسی نهایت تشکر و قدردانی بعمل می آید.

مراجع

- [1] ابراهیم زاده عطاری، م.، افشین، ح.، کبیر، م.، ” ترمیم پایه های اسکله های شمع و عرشه بتنی با پوسته های CFRP تحت بار قائم “، ششمین کنفرانس بین المللی ICOPMAS 2004
- [2] ابراهیم زاده عطاری، م.، افشین، ح.، کبیر، م.، عابدی، ک.، ” بررسی رفتار شمع های اسکله های شمع و عرشه بتنی ترمیم شده با پوسته های CFRP تحت بارهای توأم قائم و جانبی افزایش یافته “، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، 1385

[3] Parvin, A., Wang, W., "Concrete columns confined by fiber composite wraps under combined axial and cyclic lateral loads", *Composite Structures Journal*, No. 58, 2002, Elsevier Science Ltd., PP.539-549.

[4] ابراهیمزاده عطاری، محمد "تحلیل رفتاری شمع‌های دریایی خورده شده مرمت یافته با CFRP"، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه صنعتی سهند، پائیز 1384

[5] Toutanji, H., "Durability Characteristics of Concrete Columns Confined With Advanced Composite Materials" *Composite Structures Journal*, No. 44, 1999. Elsevier Science Ltd., pp 155-161.

[6] Demers, M., Neal, K.W., "Confinement of reinforced concrete columns with fiber-reinforced composite sheets an experimental study", *Canada Civil Engineering Journal*, 1999, PP.226-241.

[7] Kabir Sadeghi, "Coasts. Ports and Offshore Structures Engineering"

[8] Anoop MB, Rao KB, Rao T.V.S.R.A., "Application of fuzzy sets for estimating service life of reinforced concrete structural members in corrosive environments" *Engineering Structures Journal*, No. 24, 2002. Elsevier Science Ltd., pp 1229-1242.

[9] Toutanji, H., Ortiz, G., "The effect of surface preparation on the bond interface between FRP sheets and concrete members" *Composite Structures Journal*, No. 53, 2001. Elsevier Science Ltd., pp 457-462.

[10] Chen, T. C., Yang, J., Yeh, Y., Chen, S., "Seismic performance of repaired hollow-bridge piers" *Construction and Building Materials Journal*, No. 17, 2003, Elsevier Science Ltd., PP.339-351.



ICOPMAS

CFRP –Restored Concrete Deck & Pile Berth Behavior under Cyclic Axial and Lateral Load

M. Ebrahimzadeh Attari, MSc marine structures

H. Afshin, associate professor of faculty of civil engineering, Sahand University of Technology

M. ZamanKabir, associate professor of faculty of civil engineering, Amirkabir University of Technology

K. Abedi, associate professor of faculty of civil engineering, Sahand University of Technology

Abstract

Concrete structures that are located at hot and humid coasts are exposed to destructive factors such as high temperature, high humidity, extreme salt, biological invasive factors and tidal frictions. The best solution is to recover such structures using fiber reinforced polymer plates. Due to high weight bearing, this method has a remarkable durability against corrosion. Also, it is ideal because it can conveniently be installed without waste of extra time. This article intends to study supportive behavior of concrete deck and pile berths before and after corrosion in armatures and weariness in concrete coating. ANSYS software has been used to make sure of model results accuracy. Results indicate that CFRP composites are highly efficient in recovery and also in improving resistance decline and waste of energy due to corrosion in armature.

Keywords: *Concrete structures, invasive factors, corrosion, friction, temperature , CFRP*