

عملکرد حلقه های CFRP در افزایش مقاومت کمانشی پوسته های استوانه ای جدار نازک فولادی تحت بارگذاری فشار یکنواخت خارجی

سیروس یوسفی خاتونی¹، حسین شوکتی

1- دانشجوی دکتری مهندسی عمران - گروه عمران - دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه ارومیه - ایران

2- گروه مهندسی عمران - دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه ارومیه - ایران

s.yousefikhathuni@urmia.ac.ir - 1

خلاصه

مخازن جدار نازک فولادی در مهندسی عمران و مکانیک اهمیت زیادی دارد. بررسی رفتار کمانشی این سازه ها همواره مورد تحقیق و بررسی محققان بوده است. روشهای مرسوم جهت تقویت این سازه ها روش استفاده از رینگهای فولادی می باشد ولی این روش با توجه به اینکه نیاز به جوشکاری دارد می تواند باعث ایجاد نامکلی و ایجاد تنشهای پس ماند در پوسته شود. همچنین در اثر جوشکاری احتمال آتش سوزی نیز در مخازن حاوی سوخت وجود دارد. در مقابل استفاده از مصالح جدید CFRP دارای مزایای زیادی می باشد و در این تحقیق استفاده از رینگهای CFRP به عنوان مصالح جدید و جایگزین رینگهای فولادی مورد تحقیق قرار گرفته است. در این تحقیق از بارگذاری فشار یکنواخت خارجی استفاده شده است. این نوع بارگذاری عموماً موقع تخلیه مخازن و پوسته های استوانه ای بوجود می آید. در این تحقیق آزمایشگاهی از نوارهای CFRP بعنوان تقویت کننده در مقابل کمانش پوسته در محل های معین در ارتفاع پوسته استفاده شده است. برای انجام این تحقیق از نرم افزار ABAQUS استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که رینگهای CFRP بصورت موثری با تغییر مد کمانش عمودی و افزایش موجهای محیطی ظرفیت کمانشی پوسته های جدار نازک را در مقابل بارگذاری فشار یکنواخت خارجی افزایش می دهد. نتایج بدست آمده مطابقت خوبی با نتایج روابط ریاضی برای ظرفیت پوسته ها و نیز با نتایج تحلیل های عددی مدلسازی شده نشان می دهد. از نتایج این تحقیق در طراحی مخازن جدار نازک فولادی می توان استفاده کرد. کلمات کلیدی: ظرفیت کمانشی و فراکمانشی، بار بحرانی کمانش، مخازن جدار نازک، نوار CFRP، موجهای محیطی.

1. مقدمه

مخازن جدار نازک فولادی به جهت داشتن ضخامت کمتر نسبت به دیگر ابعاد این سازه ها دارای اهمیت زیادی در مهندسی عمران و نیز مکانیک سیالات می باشد. جهت تقویت این سازه ها در مقابل انواع حالت های ناپایداری مانند کمانش جانبی عموماً از رینگهای فولادی استفاده می شود. استفاده از رینگهای فولادی در مخازن و پوسته های استوانه ای جدار نازک و در صنایع مختلف دارای دامنه وسیعی می باشد. این سازه ها بدلیل قابلیت تحمل بارهای زیاد و همچنین به جهت داشتن نسبت وزن کمتر نسبت به وزن مصالحی که در آنها ذخیره می شود دارای اهمیت می باشد. در پوسته های استوانه ای جدار نازک ضخامت جداره پوسته نسبت به دیگر ابعاد آن بسیار کوچکتر می باشد. در این سازه ها نسبت (R/t) می تواند از 500 به بالا در نظر گرفته شود. [1] از این سازه ها در صنایع مختلف مانند مخازن، سیلوها، دودکش ها و برج های خنک کننده نیروگاهها استفاده می شود. [2] با توجه به رفتار این سازه ها در مقابل بارگذاریهای مختلف، بررسی عملکرد این سازه ها از لحاظ بارگذاری دارای اهمیت می باشد. این سازه ها با توجه به نوع موادی که در آنها ذخیره می گردد در طول زمانهای مختلف تحت بارگذاریهای متفاوت قرار میگیرند. از انواع بارهایی که به این سازه ها وارد می شود می توان به بار محوری فشاری، فشار یکنواخت جانبی، بارهای لبه ای، بارهای پیچشی و همچنین بارهای ترکیبی، حرارتی، زلزله و باد اشاره نمود. از مواردی که همواره در طراحی این سازه ها مورد توجه آئین نامه های طراحی است بحث کمانش جانبی می باشد که تحت بارهای مختلف و یا ترکیبی از آنها بوجود می آید و موجب کاهش شدید مقاومت این نوع سازه ها می گردد. [3-5] اولین راه حل جهت افزایش مقاومت کمانشی پوسته ها افزایش ضخامت پوسته است، ولی این راه حل اقتصادی نمی باشد. راه حل دیگر می تواند استفاده از رینگهای فولادی باشد. [6]

این راه حل هم همراه با مشکلاتی است که از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد: قیمت بالای فولاد، زنگ زدگی و مشکلات مربوط به عملیات جوشکاری همچون خطر آتش سوزی در مخازن حاوی مواد سوختی و بوجود آمدن ناکاملیهای هندسی در سطح پوسته در محل جوشکاری که این خود باعث کاهش مقاومت کمانشی این سازه ها می شود.