



تحلیل ترک بین لایه ای در مواد کامپوزیت با استفاده از روش اجزا محدود توسعه یافته (X-FEM)

شیوا اثنی عشری اصفهانی^۱، سهیل محمدی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش سازه، دانشکده عمران، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۲- دانشیار، دانشکده عمران، دانشکده فنی، دانشگاه تهران

sh_esnaashari@yahoo.com
smoham@ut.ac.ir

خلاصه

از آنجایی که مواد کامپوزیت امروزه در صنایع گوناگون به طور وسیع مورد استفاده قرار می گیرند، بررسی و تحلیل ویژگی ها و خواص و نحوه رفتار آنها از اهمیت بالایی برخوردار است. ترک بین لایه ای (Delamination) از رایج ترین آسیب ها در مواد کامپوزیت است که می تواند موجب مشکلات عملکردی مانند کاهش ظرفیت باربری و یا حتی ناپایداری گردد. در مدل سازی های اولیه از روش اجزاء محدود برای تحلیل پدیده ترک خوردگی استفاده می شد، ولی این روش قادر به تحلیل میدان سینگولار نوک ترک نبود و نتایج حاصل از آن با مفاهیم مکانیک شکست همخوانی نداشت. روش اجزاء محدود توسعه یافته (Extended Finite Element Method (X-FEM)) که توسط بلیچکو (Belytschko) و همکارانش پیشنهاد شد، بهبود قابل توجهی در مدل سازی ناپیوستگی هایی همچون ترک ایجاد کرد. در این روش یک سری توابع غنی سازی به تقریب اجزاء محدود اضافه می شود که موجب می شود ترک بدون احتیاج به هیچ گونه مش بندی خاص مدل شود. ناگاشیما (Nagashima) و همکارانش از این روش برای تحلیل ترک بین لایه ای بین دو ماده ایزوتروپ استفاده کردند و اخیراً نیز اسدپور و همکارانش و محمدی استفاده از این روش را به فضای اورتوتروپ گسترش دادند. در این تحقیق ترک بین لایه ای بین دو ماده اورتوتروپ مورد توجه قرار گرفته است و توابع غنی سازی جدید مربوط به محیط اورتوتروپ به دست آمده است. این توابع غنی سازی جدید، از روابط دوبعدی تغییر مکان های نزدیک نوک ترک بین لایه ای استخراج شده اند. بارگذاری ترکیبی مود I و II مورد نظر قرار گرفته است و با استفاده از روش انتگرال J توسعه یافته برای ترک بین لایه ای بین دو ماده اورتوتروپ، مقادیر ضرایب تمرکز تنش (SIF) محاسبه شده است.

کلمات کلیدی: روش اجزا محدود توسعه یافته، ترک بین لایه ای، مواد کامپوزیت، رفتار اورتوتروپیک.

۱. مقدمه

مواد کامپوزیت با نسبت مقاومت به وزن بسیار مناسب در مقایسه با سایر مواد متداول در صنایع، روز به روز بر کاربردشان افزوده می گردد. این مواد معمولاً به صورت لایه های نازک ساخته می شوند که رفتاری اورتوتروپیک دارند. رفتار این لایه ها به صورت ورق های نازک و پوسته ها بسیار کارآمد می باشند. رایج ترین آسیب در این مواد که در شرایط مختلف رخ می دهد، ایجاد ترک است. ترک ها در اثر عواملی چون وجود ضعف اولیه در مقاومت مواد تشکیل دهنده آن، ایجاد خستگی، رسیدن به تسلیم و یا وجود نقص در هنگام ساخت حاصل می شوند. از جمله مهمترین نوع ترک ها، ترک بین لایه ای است که در اثر بارهای نوسانی، نحوه تولید و انواع بارگذاری ها مانند بارگذاری ضربه ای، در هر زمان از عمر سازه مانند ساخت، حمل، نصب و خدمت رسانی احتمال به وجود آمدن آن وجود دارد.