



بررسی کمانش موضعی ورق‌های کامپوزیت لایه‌ای با استفاده از روش نوار محدود

شکیبا ذوالفقاری^۱، مجتبی ازهري^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده عمران

۲- استاد، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده عمران

پست الکترونیک: shakiba63@gmail.com

mojtaba@cc.iut.ac.ir

خلاصه

هدف اصلی در این مقاله، ارائه روشی مناسب جهت بررسی پدیده کمانش موضعی در ورق‌های کامپوزیت لایه‌ای است. برای نیل به این هدف، از روش نوار محدود در آنالیز ورق استفاده شده است. در این روش، توابع مثلثاتی در جهت طول و توابع چندجمله‌ای در جهت عرض نوار بکار برده شده‌اند و به منظور لحاظ کردن تغییرات درجه دوم کرنش‌های برشی در امتداد ضخامت ورق، از تئوری تغییر شکل برشی مرتبه بالاتر ردی^۱ استفاده گردیده است. روند انجام این آنالیز به صورت یک برنامه کامپیوتری، تدوین شده و نتایج بدست آمده به صورت جدول و نمودار ارائه شده است.

کلمات کلیدی: ورق کامپوزیت لایه‌ای، کمانش موضعی، روش نوار محدود، تئوری مرتبه بالاتر ردی.

۱. مقدمه

با پیشرفت علم و تکنولوژی، مصالح ساختمانی نیز تحول چشمگیری پیدا کرده‌اند، بطوریکه در جهان توسعه یافته امروز، کمتر از مصالح سنتی استفاده می‌شود. کامپوزیت‌ها از جمله مصالح جدید و به روز هستند که با تنوع فراوان و کاربردهای رو به افزایش خود، سهم بسیاری در پیشرفت و توسعه صنعت ایفا می‌کنند.

کامپوزیت به ماده‌ای اطلاق می‌شود که از دو یا بیشتر ماده مجزا با نواحی قابل تشخیص و تفکیک از یکدیگر تشکیل می‌شود. در کامپوزیت عموماً دو ناحیه متمایز ماتریس و الیاف وجود دارد که به طور کلی، الیاف، عضو بارپذیر اصلی سازه هستند، در حالی که ماتریس، آن‌ها را در محل و آرایش مطلوب نگاهداشته و به عنوان یک محیط منتقل کننده بار بین الیاف عمل می‌کند و نیز از صدمات محیطی در اثر بالا رفتن دما و رطوبت حفظ می‌کند.

کامپوزیت‌ها کاربردهای وسیعی در صنایع دریایی (ساخت بدنه قایق‌ها و کشتی‌ها و تأسیسات فراساحلی)، صنعت هوافضا (ساخت بدنه هواپیما، ساخت پره‌های توربین بادی و پره‌های هلی کوپتر و پوشش رادار هواپیما)، صنعت نفت و گاز (ترمیم و تقویت سازه‌ها و لوله‌های فرسوده) و نیز صنعت ساختمان (استخرهای شنا، ریل‌ها و تراورس‌های راه آهن، تیرها و قطعات پل‌ها) دارند.

از جمله روش‌های سریع تولید کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف پیوسته، پالتروژن می‌باشد. یکی از وسیع‌ترین کاربردهای محصولات پالتروژنی در ساختمان، تولید سازه‌های باربر است. ساخت پل‌ها و زیرسازه‌ها با پروفیل‌های پالتروژنی به شدت مورد توجه مهندسين امریکایی و اروپایی قرار گرفته است.

باید گفت کامپوزیت‌ها مزایای بسیاری دارند: دارای مقاومت بسیار بالا، وزن اندک و قابلیت کنترل مشخصات سازه‌ای با تغییر در جهت الیاف و تعداد لایه‌ها هستند. کاربری آن‌ها بسیار ساده است و در مقابل خوردگی نیز مقاوم‌اند. بنابراین استفاده از آن‌ها در ساخت و سازه‌ها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از این رو شناخت رفتار استاتیکی، دینامیکی، کمانشی و ... ورق‌ها و پوسته‌های لایه‌ای کامپوزیت و تخمین صحیح تغییر مکان‌ها، در جهت طراحی مطلوب‌تر، ضرورت می‌یابد. مهمترین مسأله برای این ورق‌ها، پدیده کمانش می‌باشد که در مقادیر کوچک تنش‌های اعمالی رخ می‌دهد و منجر به تغییر شکل‌های بزرگ می‌گردد.

تا به حال جهت آنالیز کمانشی ورق‌های لایه‌ای کامپوزیت، تئوری‌های مختلفی پیشنهاد شده است. در تئوری کلاسیک ورق‌ها که بر اساس فرض مستقیم و عمود ماندن صفحات عمود بر صفحه میانی ورق بعد از تغییر شکل استوار است و از تغییر شکل‌های برشی صرف‌نظر می‌کند، جابجایی‌ها

¹-Reddy