



ارتعاش آزاد تیرهای مدرج هدفمند با استفاده از روش دیفرانسیل کوادریچر

افشین خلیلی^۱، عباس دارابی^۲، علیرضا وثوقی^۳

۳،۲،۱- دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست

vosoughi@shirazu.ac.ir

خلاصه

پیشرفت های بوجود آمده در صنایع مختلف انسان را برآن داشته که از مواد با خواص بهتر بهره گیرد. مواد مدرج هدفمند^۴، مواد نوینی هستند که دارای ساختار ناهمگن می باشند. بیشتر تحقیقات جامعی که در زمینه مواد مدرج هدفمند در دهه اخیر منتشر شده بیشتر تمرکز آنها روی تجزیه و تحلیل تنش های حرارتی و مکانیک شکست می باشد. خواص مکانیکی مواد مدرج هدفمند بصورت پیوسته از یک سطح به سطح دیگر از فلز به سرامیک تغییر می کند. حال در این مقاله ارتعاش آزاد تیرهای مدرج هدفمند بررسی شده است. معادلات حاکم با استفاده از نظریه برشی مرتبه اول (تیموشنکو) استخراج و جهت تجزیه ی معادلات حاکم و شرایط مرزی از روش دیفرانسیل کوادریچر^۵ استفاده شده است و نتایج آن با سایر نتایج ارائه شده در مقالات دیگر نیز مقایسه شده است که از تطابق نسبتاً خوبی نیز برخوردار است. در این مقاله اثر ضخامت یا نسبت طول به ارتفاع، ضریب کسر حجمی^۶ و شرایط مرزی مختلف بر روی فرکانس طبیعی تیر بررسی شده است.

کلمات کلیدی: تیرهای مدرج هدفمند، ارتعاش آزاد، نظریه برشی مرتبه اول، روش دیفرانسیل کوادریچر

۱. مقدمه

امروزه مواد نوین همچون مواد مرکب و مواد مدرج هدفمند توجه محققان سیار زیادی را به خود جلب کرده اند. مواد مدرج هدفمند از جمله مواد نوینی هستند که خصوصیات آنها بطور پیوسته از فلز در یک سطح به سرامیک در سطح دیگر تبدیل می شود. این حالت با تغییر تدریجی ضریب کسر حجمی مواد تشکیل دهنده به صورت تابعی از موقعیت در امتداد ضخامت، حاصل می شود. در بیشتر موارد مواد مدرج هدفمند از ترکیب سرامیک و فلز ساخته می شوند تا استحکام فلز را به همراه مقاومت در برابر دمای بالای سرامیک ترکیب نمایند تا عملکرد مناسب در شرایط دمایی بالا بدست آید. مواد مدرج هدفمند برای اولین بار توسط گروهی از دانشمندان ژاپنی (یامنوشی^۷ و دیگران در سال ۱۹۹۰ و کویزومی^۸ ۱۹۹۳) اواسط دهه ۱۹۸۰ ابداع شد. بعد از آن نیز تلاش ها جهت توسعه مواد با مقاومت بالا استفاده از مواد مدرج هدفمند ادامه داده شد (هیرای^۹ و چن^{۱۰} ۱۹۹۹، چن^{۱۱} ۲۰۰۱، یمورا^{۱۱} ۲۰۰۳) [1]-[2].

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

^۳ استادیار، بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه شیراز

^۴ Functionally graded materials

^۵ Differential quadrature

^۶ Volume fraction coefficient

^۷ Yamanoushi

^۸ Koizumi

^۹ Hirai

^{۱۰} Chen

^{۱۱} Uemura