



توسعه روش نوار محدود طیفی به منظور مدل سازی انتشار موج در ورق های نازک با شرایط مرزی مختلف

فاطمه شیرمحمدی^۱، محمد مهدی سعادتپور^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استاد دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

f.shirmohammadi@cv.iut.ac.ir
mmehdi@cc.iut.ac.ir

خلاصه

در این مقاله انتشار موج در ورق های مستطیلی با شرایط مرزی مختلف بررسی شده و ماتریس سختی دینامیکی در حوزه فرکانس بدست آمده است. برای دستیابی به این هدف از روش نوار محدود طیفی استفاده شده که در این روش از تبدیل مستقیم و معکوس فوریه سریع برای تعیین جابه جایی ها در حوزه زمانی استفاده می شود. با ارائه دو مثال، توانایی روش در تعیین پاسخ دینامیکی ارزیابی شده است. در این میان تأثیر تعداد نوارها و تعداد مودها در همگرایی حل تحقیق می شود.

کلمات کلیدی: انتشار موج، نوار محدود طیفی، ورق نازک.

۱. مقدمه

مطالعه انتشار امواج در ورق های تحت بارهای ضربه ای، در بررسی اثر ناشی از ضربه ای جسم خارجی بر بدنه ی هواپیماها و فضاپیماها از اهمیت خاصی برخوردار است. توانایی جذب انرژی ناشی از ضربه نه تنها به خصوصیات مواد سازنده ی ورق، بلکه به قدرت آن در پخش کردن این انرژی به سایر اجزاء سیستم که متأثر از شرایط مرزی ورق است، نیز وابسته است. سیستم های نظارتی سلامت سازه از دیگر کاربردهای انتشار موج در ورق ها است. از گذشته تا به امروز روش های عددی متعددی برای مدل سازی و مطالعه ی پدیده ی انتشار امواج در ورق ها توسعه داده شده که بی شک روش المان محدود کلاسیک از جمله کارآمدترین این روش ها در مدل سازی این دسته از مسائل دینامیکی است. چنانچه می دانیم در مسائل دینامیکی انتشار موج با بارهای ضربه ای با فرکانس های بالا سروکار داریم، لذا در صورت مدل سازی مسأله با روش المان محدود کلاسیک استفاده از شبکه ی ریز المانها اجتناب ناپذیر است. بهره گیری از چنین شبکه ی ریز (به طور تقریبی سائز المانها باید ۱۰ الی ۲۰ برابر کوچکتر از طول موج بزرگترین فرکانس موج باشد) هزینه انجام محاسبات را به صورت چشمگیری افزایش می دهد، ضمن آن که خطاهای عددی نظیر خطای ناشی از گرد کردن اعداد نیز افزایش می یابد. با توجه به آنچه گفته شد، توسعه روشی که بتواند مسائل انتشار امواج الاستیک در سازه ها را با استفاده از شبکه درشت اجزاء، با دقت قابل قبول آنالیز کند کاملاً ضروری به نظر می رسد.

روش طیفی برای حل مسائل دینامیکی با منظور کردن گستردگی جرم و الاستیسیته و حل معادله ی دقیق دینامیکی حاکم بر حرکت در محدوده ی وسیع، منجر به جواب های دقیق می شود. با بهره گیری از روش طیفی و نیز روش نوار محدود کلاسیک به روش نوار محدود طیفی دست می یابیم که در این مقاله از آن استفاده شده است. روش نوار محدود طیفی (SFEM)^۱ با بهره گیری از روش طیفی، از تعداد نوارهای بسیار کمتر (شبکه ی نسبتاً درشت اجزاء) در مقایسه با دیگر روش های عددی موجود، استفاده کرده و هزینه ی محاسبات را به میزان قابل توجه کاهش می دهد. کاهش در هزینه ی محاسباتی علاوه بر پاسخ های بسیار خوب این روش، موجب برتری آن نسبت به سایر روش ها در مسائل دینامیکی انتشار موج ورق با هندسه و شرایط مرزی ساده شده است. لیکن در هندسه های پیچیده هنوز هم روش المان محدود کلاسیک بر این روش برتری دارد.

¹ Spectral Finite Strip Method