



بررسی رفتار دینامیکی تونل‌های کم عمق با استفاده از ترکیب روش‌های اجزا محدود و المان مرزی در فضای سه بعدی

سلمان رضازاده بقال^۱، بابک امیدوار^۲، محمد رحیمیان^۳

۱- کارشناس ارشد سازه دانشگاه تهران

۲- استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

۳- دانشیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران

Sal_rezazadeh@yahoo.com

خلاصه

در این مقاله یک روش ترکیب المان مرزی و اجزاء محدود برای بررسی پاسخ دینامیکی تونل‌های کم عمق در فضای فرکانسی بیان شده است. روش المان مرزی معمول برای تحلیل یک تونل در فضای نیمه بینهایت در فضای فرکانسی، طی مراحل نسبتاً پیچیده و ویژه‌ای با روش اجزا محدود ترکیب می‌گردد. جنبه‌های فرمول‌بندی و محاسباتی در این مقاله بیان شده است. فرمول‌بندی مذکور می‌تواند در مطالعه میدان موج در محاسبه پاسخ بارگذاری دلخواه در مدل‌های سه بعدی مورد استفاده قرار داد. در روش ترکیب شده، از توانایی‌های روش اجزاء محدود در مدلسازی جداره تونل و کارآیی معادلات انتگرال مرزی برای در نظر گرفتن و ارضا کردن شرط تشعشع در محیط نیمه بینهایت خاک، استفاده شده است. در این مقاله فرض شده است که مواد دارای رفتار خطی هستند.

کلمات کلیدی: اندرکنش خاک و سازه- ترکیب روش اجزا محدود و المان مرزی- رفتار دینامیکی تونل- فضای فرکانسی

۱. مقدمه

سازه‌های زیر زمینی مانند تونل‌ها و پناهگاهها و سیستم‌های زیرزمینی مانند خطوط لوله‌های فاضلاب، آب، گاز، برق و مخابرات نقش بزرگی در پیشرفت کشورها دارند. این سازه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که در برابر بارهای دینامیکی داخلی یا خارجی و یا امواج زلزله مقاومت کنند. هدف از این مقاله ارائه یک الگوریتم مبتنی بر یک روش عددی برای تعیین پاسخ دینامیکی این نوع سازه‌های زیرزمینی در برابر امواج زلزله یا انفجار در دامنه فرکانسی می‌باشد.

روش حل بر مبنای ترکیب روش المانهای مرزی^۱ و اجزا محدود^۲ می‌باشد. قابل ذکر است که در این مقاله به سازه‌های زیرزمینی نام تونل را به منظور سادگی در بیان اختصاص می‌دهیم.

با توجه به توانایی روش المان مرزی در حل مسائل با مرزهای پیچیده با دقت کافی، تونل مورد نظر می‌تواند دارای شکل هندسی دلخواه باشد. تونل‌های با دیواره معمولاً در محیط‌های با سختی کم مانند خاک رس ساخته می‌شوند و جنس دیواره معمولاً از بتن یا فولاد می‌باشد. در این حالت مرز محیط خاکی المان‌بندی شده و توسط روش المان مرزی حل می‌گردد. از آنجا که در این روش، حل مساله به مرز کاهش می‌یابد می‌توان محیط‌های بینهایت و نیمه‌بینهایت را مدل نمود. دیواره تونل نیز با توجه به محدود بودن آن، توسط روش اجزا محدود حل می‌شود. شرایط تعادل و سازگاری بین محیط خاکی و دیواره در مرز برقرار می‌شود و بدین طریق می‌توان توزیع تنش و تغییر مکان را در مرز محیط خاکی و دیواره بدست آورد و بر این اساس دیواره تونل را طرح نمود

1 - Boundary Element Method

2 - Finite Element Method