

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

بررسی ارتعاشات تیر کامپوزیتی تحت بار متحرک

استاد راهنما:

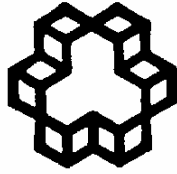
دکتر علی اصغر جعفری

نگارش:

نادر وحدت آزاد ۸۶۰۵۲۸۴

زمستان ۱۳۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی مکانیک

تأییدیهی هیأت داوران جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیئت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان: بررسی ارتعاشات تیر کامپوزیتی تحت بار متحرک توسط نادر وحدت آزاد صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مکانیک گرایش طراحی کاربردی مورد تأیید قرار می دهد.

۱- استاد راهنما:

۲- ممتحن داخلی:

۳- ممتحن خارجی:

۴- نماینده تحصیلات تکمیلی:

تأییدیه صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

موضوع پایان‌نامه: بررسی ارتعاشات تیر کامپوزیتی تحت بار متحرک

استاد راهنما: دکتر علی اصغر جعفری

دانشجو: نادر وحدت آزاد

شماره دانشجویی: ۸۶۰۵۲۸۴

اینجانب نادر وحدت آزاد به شماره دانشجویی ۸۶۰۵۲۸۴ دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش طرحی کاربردی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ مدرک یا امتیازی توسط اینجانب در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب مصوب دانشگاه به طور کامل رعایت شده است.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هرگونه کپی برداری به صورت پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد. ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع، مجاز نمی باشد.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

با تشکر و سپاس فراوان از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر علی اصغر جعفری، که در طی مراحل مختلف انجام پایان‌نامه اینجانب را راهنمایی نمودند و بدون کمک‌های ایشان انجام این کار ممکن نبود.

در پایان از خانواده عزیزم که در تمامی مراحل تحصیلی مشوق و همراه اینجانب بودند کمال تشکر را دارم.

چکیده

استفاده از مواد مرکب تقویت شده در مهندسی نوین در سالیان اخیر به شدت توسعه یافته است. هر چند مواد مرکب، دارای خواص سازه‌ای بسیار مطلوبی مانند وزن کم و استحکام بالا می‌باشند، اما مشکلات فنی زیادی در درک رفتار دینامیکی آنها وجود دارد. سازه‌های مهندسی مانند پل‌ها، ریل‌ها و جرثقیل‌ها معمولاً تحت تاثیر بار متحرک¹ قرار دارند. بر خلاف نیروهای دینامیکی دیگر، محل اعمال بارهای متحرک تغییر می‌کند. این مطلب، مساله بار متحرک را به یک رشته مهم تحقیقاتی در دینامیک سازه‌ها تبدیل کرده است.

روشهای عددی و تحلیلی فراوانی در گذشته برای بررسی رفتار دینامیکی سازه‌های همسانگرد تحت اثر بار متحرک پیشنهاد شده‌اند. اما، ملاحظه کمتری به پاسخ دینامیکی سازه‌های کامپوزیتی چند لایه² صورت گرفته است. در نتیجه، هدف این پایان نامه متمرکز شدن روی کامپوزیت‌های لایه‌ای تحت اثر بار متحرک می‌باشد.

هدف از این پروژه، بررسی دینامیکی المان محدود تیرهای کامپوزیتی با اثرات مختلفی مانند سرعت بار، مقدار بار، زاویه لایه‌ها بر روی فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر³، اثر تغییر شرایط مرزی، بررسی تیرهای چند دهانه، اثر بار محوری در مرکز سطح بر پاسخ دینامیکی، تغییرات فرکانس طبیعی و کمانش تیر، اثر بار محوری خارج از مرکز در کاهش خیز دینامیکی، تاثیر استفاده از جاذب دینامیکی در کنترل خیز دینامیکی، اثر ضریب استهلاک تیر و اثر حرکت خودروی یک، دو و چهار درجه آزادی بر روی پاسخ دینامیکی پل است.

کلمات کلیدی:

ارتعاشات اجباری، تیر کامپوزیتی، المان محدود، بار متحرک، کمانش، جاذب دینامیکی، اثر حرکت خودروی پل

¹-moving load

²-Laminate

³ Dynamic Magnification Factor

فصل اول: مروری بر منابع مطالعاتی	۱
فصل دوم: فرمولاسیون مسئله	۱۴
۱-۲- فرمولاسیون تحلیلی مسئله	۱۵
۲-۲- فرمولاسیون المان محدود	۱۹
۱-۲-۲- تعیین نیروها و گشتاورهای معادل گره‌های درالمانهای تیر تحت اثر بار متحرک	۱۹
۳-۲- بررسی شبیه سازی بار متحرک نقطه ای	۲۱
۴-۲- پاسخهای دینامیکی گذرا	۲۲
۵-۲- روابط حاکم بر کامپوزیت	۲۳
۱-۵-۲- مقدمه ای بر مواد مرکب	۲۳
۲-۵-۲- روابط تیر کامپوزیتی	۲۵
فصل سوم: بررسی حرکت بار بر روی تیر کامپوزیتی	۲۹
۱-۳- صحنه گذاری	۳۰
۲-۳- تیر کامپوزیت	۳۲
۱-۲-۳- تیر با شرایط مرزی مختلف	۳۲
۲-۲-۳- اثر لایه گذاری	۳۳
۳-۲-۳- شکل مود	۳۳
۴-۲-۳- اثر سرعت	۳۶
۵-۲-۳- تیر دو دهانه	۳۶
۶-۲-۳- اثر استهلاک تیر	۳۹
فصل چهارم: بررسی اثر استفاده از جاذب دینامیکی	۴۲
۱-۴- روابط حاکم	۴۳
۲-۴- نتایج حل عددی	۴۶
۱-۲-۴- نتایج حل برای تیر ایزوتروپ	۴۶
۲-۲-۴- نتایج حل برای تیر کامپوزیتی	۵۱
فصل پنجم: بررسی اثر بار محوری فشاری در مرکز و خارج از مرکز	۵۵
۱-۵- بررسی اثر بار محوری فشاری مرکزی	۵۶
۱-۱-۵- صحنه گذاری برای کمانش	۵۷
۲-۱-۵- نتایج حاصل برای تیر با بار محوری و بار متحرک	۶۰
۲-۵- بررسی اثر بار محوری فشاری خارج از مرکز	۶۴
۱-۲-۵- نتایج استفاده از بار محوری خارج از مرکز	۶۴
فصل ششم: بررسی حرکت خودرو روی پل	۷۱
۱-۶- معادلات حرکت برای سیستم خودرو- پل	۷۳
۲-۶- نتایج حل عددی برای پل ایزوتروپ	۷۶

۸۲.....	۳-۶- بررسی تیر کامپوزیتی.....
۸۲.....	۳-۶-۱- سیستم چهار درجه آزادی.....
۸۵.....	۳-۶-۲- سیستم دو درجه آزادی.....
۸۸.....	۳-۶-۳- سیستم یک درجه آزادی.....
۹۱.....	فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهاد برای ادامه کار.....
۹۳.....	پیشنهادات.....
۹۴.....	مراجع.....

جدول ۵-۱:	مقایسه بار بحرانی کمانش برای تیر کامپوزیتی دو سرگیردار با مرجع	۵۸
جدول ۶-۱:	مشخصات پل و خودرو	۷۹
جدول ۶-۲:	مشخصات پل و خودرو	۸۰
شکل ۱-۱:	مدلسازی تیر شناور تحت بار متحرک	۲
شکل ۱-۲:	خیز دینامیکی وسط تیر شناور روی آب تحت بار متحرک	۲
شکل ۱-۳:	تیر سه دهانه تحت بار متحرک با سرعت ثابت	۳
شکل ۱-۴:	خیز دینامیکی تیر در وسط هر دهانه از تیر در اثر حرکت بار متمرکز (■ - دهانه اول - ● - دهانه دوم ▲ - دهانه سوم)	۳
شکل ۱-۵:	شکل مود برای سه فرکانس طبیعی اول تیر سه دهانه	۴
شکل ۱-۶:	حرکت جسم روی تیر با در نظر گرفتن اثر اینرسی	۴
شکل ۱-۷:	مقایسه بین خیز دینامیکی بی بعد تحت حرکت بار و جرم	۵
شکل ۱-۸:	اندازه بی بعد خیز دینامیکی تیر برای تیر SMA با بار متحرک سرعت ثابت، سرعت تندشونده و کند شونده	۵
شکل ۱-۹:	فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر SMA برای یک تیر با a : سرعت ثابت b : شتاب منفی	۶
شکل ۱-۱۰:	فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر دو دهانه SMA برای یک تیر با شتاب کاهنده بر حسب محل اعمال بار	۶
شکل ۱-۱۱:	فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر برای سرعت‌های متفاوت بر حسب موقعیت بار در مرکز تیر	۷
شکل ۱-۱۲:	مقایسه فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر کامپوزیتی با تیر ایزوتروپ	۷
شکل ۱-۱۳:	مقایسه فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر کامپوزیتی در مقاطع مختلف	۷
شکل ۱-۱۴:	جاذب متصل به تیر	۸
شکل ۱-۱۵:	فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر بر حسب نسبت فرکانسی	۸
شکل ۱-۱۶:	تیر FGM ترک دار و تحت بار محوری و بار متحرک	۹
شکل ۱-۱۷:	شکل مودها برای سه فرکانس طبیعی اول برای تیر FGM ترکدار و تیر سالم	۹
شکل ۱-۱۸:	خیز دینامیکی تیر FGM یکسر گیردار ترکدار با تغییرات نیروی محوری، جنس و ضریب استهلاک	۱۰
شکل ۱-۱۹:	خیز مرکز تیر FGM با شرایط مرزی مختلف با نیروی محوری و بدون نیروی محوری	۱۰
شکل ۱-۲۰:	مدلسازی حرکت خودرو با چهار درجه آزادی روی تیر	۱۱
شکل ۱-۲۱:	مقادیر نیروی عکس العمل بین چرخها و تیر	۱۲
شکل ۱-۲۲:	مدلسازی حرکت خودرو یک درجه آزادی روی تیر	۱۲
شکل ۱-۲۳:	تغییرات فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر بر حسب α با تکیه گاه ساده	۱۳
شکل ۱-۲:	شماتیک حرکت بار روی تیر	۱۵
شکل ۲-۲:	فاکتور بزرگنمایی دینامیکی مرکز یک تیر برای مقادیر متفاوت سرعت و استهلاک	۱۷
شکل ۲-۳:	شماتیک تیر یک سرگیردار و فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر با افزایش سرعت	۱۸

- شکل ۲-۴: فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر با بار هارمونیک..... ۱۸
- شکل ۲-۵: تقسیم بندی تیر به k-1 المان ۱۹
- شکل ۲-۶: نمای بارگذاری تیر با بار p و عکس العمل در دو گره المان ۲۰
- شکل ۲-۷: تیری با گره با بار متحرک ۲۱
- شکل ۲-۸: تقسیم بندی کامپوزیتها ۲۴
- شکل ۲-۹: فرایند تولید پروفیلها به روش پالترژن ۲۵
- شکل ۲-۱۰: شماتیک تیر با قبل و بعد از تغییر شکل ۲۶
- شکل ۲-۱۱: مقطع تیر کامپوزیتی به همراه علائم ۲۷
- شکل ۲-۱۲: شماتیک تیر با نیروی فشاری محوری و بار متحرک ۲۷
- شکل ۲-۱۳: نمونه‌ای از چیدمان لایه‌ای در کامپوزیت ۲۸
- شکل ۳-۱: خیز دینامیکی بی بعد در وسط تیر بر حسب محل بار در سرعت ۶۲ متر بر ثانیه ۳۱
- شکل ۳-۲: خیز دینامیکی بی بعد در مرکز تیر با سرعت‌های مختلف ۳۱
- شکل ۳-۳: خیز دینامیکی تیر در وسط تیر بر حسب سرعت بار ۳۲
- شکل ۳-۴: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی (۰/۴۵/-۴۵/۹۰) بر حسب سرعت بار ۳۳
- شکل ۳-۵: خیز دینامیکی تیر بر حسب سرعت در لایه گذاری های متفاوت ۳۴
- شکل ۳-۶: شکل مود اول، دوم و سوم برای تیر S-S ۳۴
- شکل ۳-۷: شکل مود اول، دوم و سوم برای تیر C-C ۳۵
- شکل ۳-۸: شکل مود اول، دوم و سوم برای تیر C-F ۳۵
- شکل ۳-۹: شکل مود اول، دوم و سوم برای تیر S-C ۳۶
- شکل ۳-۱۰: خیز دینامیکی بی بعد بر حسب محل اعمال بار تیر با S-S ۳۷
- شکل ۳-۱۱: خیز دینامیکی بی بعد بر حسب محل اعمال بار تیر با C-C ۳۷
- شکل ۳-۱۲: خیز دینامیکی بی بعد بر حسب محل اعمال بار تیر با C-F ۳۸
- شکل ۳-۱۳: خیز دینامیکی بر حسب محل اعمال بار دهانه چپ تیر دو دهانه ۳۸
- شکل ۳-۱۴: خیز دینامیکی بر حسب محل اعمال بار دهانه راست تیر دو دهانه ۳۹
- شکل ۳-۱۵: خیز دینامیکی تیر S-S با تغییرات ضریب استهلاک ۴۰
- شکل ۳-۱۶: خیز دینامیکی تیر C-C با تغییرات ضریب استهلاک ۴۰
- شکل ۳-۱۷: خیز دینامیکی تیر C-F با تغییرات ضریب استهلاک ۴۱
- شکل ۳-۱۸: خیز دینامیکی تیر دهانه چپ با تغییرات ضریب استهلاک ۴۱
- شکل ۴-۱: سیستم یک درجه آزادی با جاذب متصل به آن ۴۳
- شکل ۴-۲: استفاده از جاذب دینامیکی برای یک تیر ۴۶
- شکل ۴-۳: مقایسه نتایج با مرجع ۴۷
- شکل ۴-۴: اثر استفاده از جاذب دینامیکی بر فاکتور خیز دینامیکی در سرعت‌های مختلف ۴۷
- شکل ۴-۵: اثر استفاده از جاذب دینامیکی بر فاکتور خیز دینامیکی در سرعت‌های مختلف با اثر جرم فنر ۴۸
- شکل ۴-۶: شماتیک تیر دو دهانه با دو جاذب متصل به آن ۴۸
- شکل ۴-۷: شماتیک تیر یکسرگردار با جاذب متصل به انتهای آن ۴۹
- شکل ۴-۸: فاکتور خیز دینامیکی تیر دو دهانه در دو حالت با جاذب وبدون جاذب ۴۹

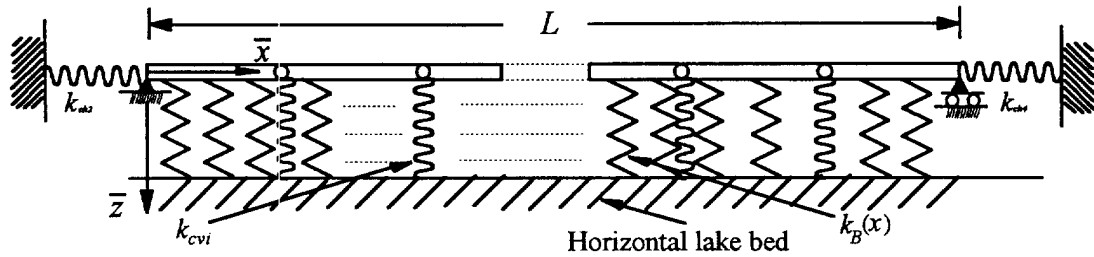
- شکل ۴-۹: خیز دینامیکی تیر دو دهانه در دو حالت با جاذب و بدون جاذب در سرعت 40 m/s بر حسب محل بار ۵۰
- شکل ۴-۱۰: اثر استفاده از جاذب بر فاکتور خیز دینامیکی بر حسب نسبت جرم جاذب به جرم تیر ۵۰
- شکل ۴-۱۱: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی برای لایه گذاری $(0/90/45/45/90/0)$ با اثر نسبت جرم ۵۱ ۵۱
- شکل ۴-۱۲: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی انواع لایه گذاری با جاذب و بدون جاذب ۵۲
- شکل ۴-۱۳: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی در دهانه چپ برای لایه گذاری $(0/90/45/45/90/0)$ با اثر نسبت جرم ۵۲
- شکل ۴-۱۴: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی در دهانه راست برای لایه گذاری $(0/90/45/45/90/0)$ با اثر نسبت جرم ۵۳
- شکل ۴-۱۵: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی یکسرگیردار برای لایه گذاری $(0/90/45/45/90/0)$ با اثر نسبت جرم ۵۳
- شکل ۴-۱۶: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی یکسرگیردار با انواع لایه گذاری با جاذب و بدون جاذب ۵۴
- شکل ۵-۱: شماتیک تیر با نیروی فشاری محوری و بار متحرک ۵۷
- شکل ۵-۲: تغییرات فرکانس طبیعی پایه با افزایش مقدار بار محوری برای تیر دو سرگیردار ۵۹
- شکل ۵-۳: تغییرات فرکانس طبیعی پایه با افزایش مقدار بار محوری برای تیر یکسرگیردار ۵۹
- شکل ۵-۴: تغییرات فرکانس طبیعی پایه با افزایش مقدار بار محوری برای تیر با تکیه گاه ساده ۶۰
- شکل ۵-۵: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی C-C با $(45/45/45/45)$ بر حسب سرعت بار ۶۱
- شکل ۵-۶: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی C-F با $(45/45)$ بر حسب سرعت بار ۶۱
- شکل ۵-۷: فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی تکیه گاه S-S با $(30/45/60/90)$ بر حسب سرعت بار ۶۲
- شکل ۵-۸: خیز دینامیکی وسط تیر کامپوزیتی با تکیه C-C با $(45/30/30/45)$ و سرعت 80 m/s ۶۲
- شکل ۵-۹: خیز دینامیکی وسط تیر کامپوزیتی با S-S با $(60/45/45/60)$ و سرعت 55 m/s ۶۳
- شکل ۵-۱۰: خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی با تکیه گاه C-F با $(45/45)$ و سرعت 15 m/s ۶۳
- شکل ۵-۱۱: شماتیک تیر با نیروی فشاری محوری خارج از محور و بار متحرک ۶۴
- شکل ۵-۱۲: مقایسه نتایج برای $e=2$ ۶۵
- شکل ۵-۱۳: خیز دینامیکی بی بعد بر حسب محل اعمال بار تحت نیروی محوری مختلف $L=15\text{m}$ ۶۶
- شکل ۵-۱۴: خیز دینامیکی بی بعد بر حسب محل اعمال بار تحت نیروی با خروج از محوری مختلف $L=15\text{m}$ و $Q=1000\text{KN}$ ۶۶
- شکل ۵-۱۵: فاکتور خیز دینامیکی تیر با $Q=3\text{N}$ و $P=45\text{N}$ بر حسب سرعت بار با تغییر e ۶۷
- شکل ۵-۱۶: فاکتور خیز دینامیکی تیر با $Q=5\text{N}$ و $P=45\text{N}$ بر حسب سرعت بار با تغییر e ۶۷
- شکل ۵-۱۷: خیز دینامیکی بی بعد تیر با $Q=5\text{N}$ و $P=45\text{N}$ ، بار با تغییر e ۶۸
- شکل ۵-۱۸: خیز دینامیکی بی بعد تیر با $Q=3\text{N}$ و $P=45\text{N}$ ، بار با تغییر e ۶۸
- شکل ۵-۱۹: اثر تغییرات نیروی محوری بر فاکتور خیز دینامیکی با خروج از مرکز صفر ۶۹
- شکل ۵-۲۰: اثر تغییرات نیروی محوری بر فاکتور خیز دینامیکی با $e=0.005\text{m}$ ۷۰
- شکل ۶-۱: سیستم خودرو- پل چهار درجه آزادی ۷۳
- شکل ۶-۲: سیستم خودرو- پل یک درجه آزادی با فنر ۷۶
- شکل ۶-۳: جابجایی در وسط تیر با تکیه گاه ساده ۷۷

- شکل ۶-۴: شتاب وسط تیر بر حسب محل سیستم در سرعت‌های مختلف..... ۷۷
- شکل ۶-۵: فاکتور خیز دینامیکی در وسط تیر بر حسب سرعت ۷۸
- شکل ۶-۶: فاکتور خیز دینامیکی در وسط تیر بر حسب چرخ جلوی سیستم ۸۰
- شکل ۶-۷: فاکتور خیز دینامیکی در وسط تیر بر حسب چرخ جلوی سیستم ۸۱
- شکل ۶-۸: فاکتور خیز دینامیکی در وسط تیر بر حسب چرخ جلوی سیستم ۸۱
- شکل ۶-۹: اثر لایه گذاری‌های متفاوت بر خیز دینامیکی پل با افزایش سرعت ۸۲
- شکل ۶-۱۰: اثر ضریب استهلاک بر ماکزیمم خیز دینامیکی تیر بر حسب سرعت ۸۳
- شکل ۶-۱۱: اثر ضریب استهلاک بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت ۸۴
- شکل ۶-۱۲: اثر نسبت جرم سیستم بر جرم پل بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت ۸۴
- شکل ۶-۱۳: اثر سرعت بر خیز دینامیکی وسط تیر بر حسب محل اثر چرخ جلو ۸۵
- شکل ۶-۱۴: سیستم خودرو- پل چهار درجه آزادی ۸۵
- شکل ۶-۱۵: اثر ضریب بی بعد سرعت بر خیز دینامیکی بر حسب موقعیت سیستم ۸۶
- شکل ۶-۱۶: اثر ضریب استهلاک بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت بی بعد ۸۶
- شکل ۶-۱۷: اثر ضریب استهلاک بر ماکزیمم خیز دینامیکی تیر بر حسب سرعت بی بعد ۸۷
- شکل ۶-۱۸: اثر نسبت جرم سیستم بر جرم پل بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت بی بعد ۸۷
- شکل ۶-۱۹: اثر ضریب بی بعد سرعت بر خیز دینامیکی بر حسب موقعیت سیستم ۸۸
- شکل ۶-۲۰: اثر ضریب استهلاک بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت بی بعد ۸۹
- شکل ۶-۲۱: اثر ضریب استهلاک بر ماکزیمم خیز دینامیکی تیر بر حسب سرعت بی بعد ۸۹
- شکل ۶-۲۲: اثر نسبت جرم سیستم بر جرم پل بر شتاب وسط تیر بر حسب سرعت بی بعد ۹۰

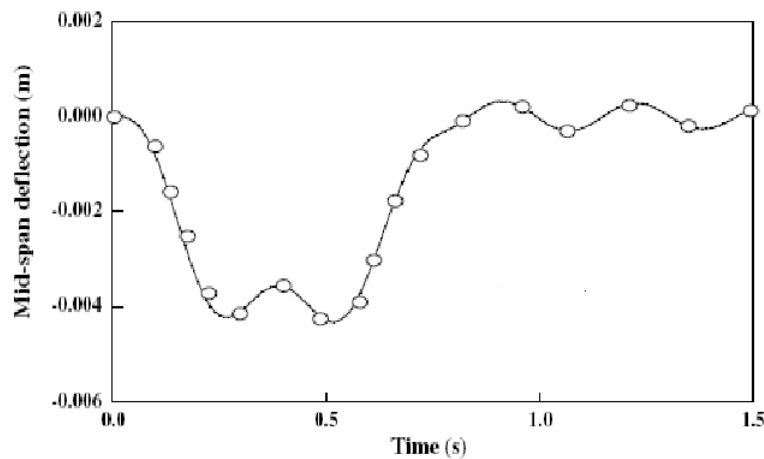
فصل اول

مرور بر منابع مطالعاتی

چونگ شیونگ^۱ و پو یونشی^۲ [۱]، فرکانس طبیعی و شکل مودها را برای پل شناور تحلیل و بررسی کرده است. برای مدل‌سازی سطح آب زیر پل از فنرهای یکنواخت روی تیر استفاده شده است (شکل ۱-۱). روش کار در این مقاله روش اجزاء محدود می‌باشد. همچنین فاکتور بزرگ‌نمایی دینامیکی مورد مطالعه قرار گرفته است.



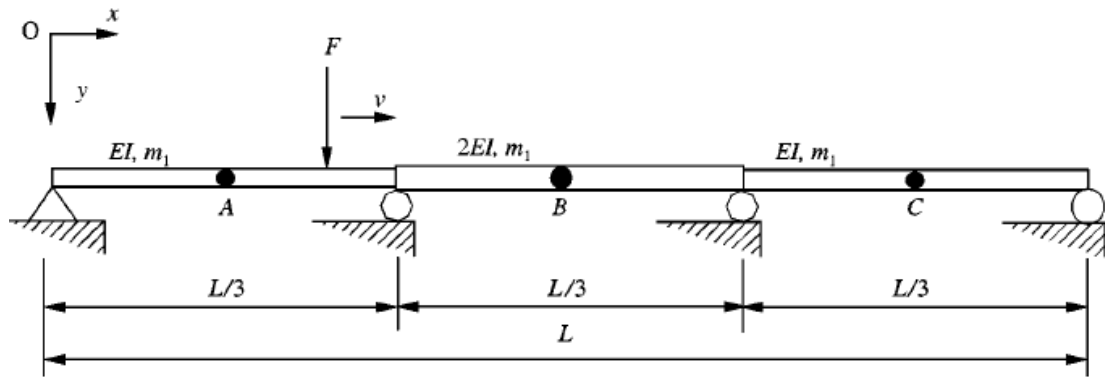
شکل ۱-۱: مدل‌سازی تیر شناور تحت بار متحرک [۱]



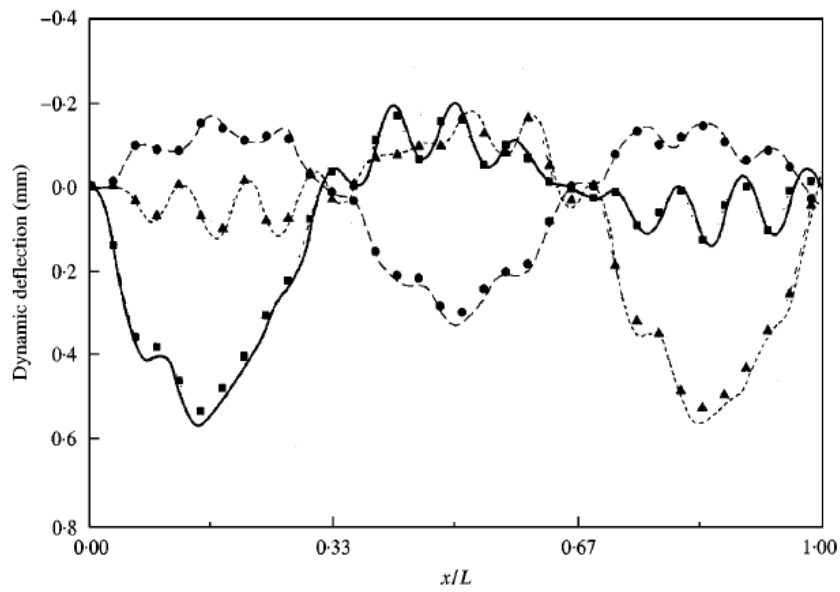
شکل ۱-۲: خیز دینامیکی وسط تیر شناور روی آب تحت بار متحرک [۱]

هونگ^۳ و کیم^۴ [۲] آنالیز دینامیکی تیر چند دهانه تحت بار ثابت و سرعت ثابت را بررسی کرده است (شکل ۱-۳). در این مقاله خیز دینامیکی تیر در وسط هر دهانه از تیر نیز بدست آمده است (شکل ۱-۴). در ادامه فرکانس‌های طبیعی محاسبه شده و سپس شکل مودها برای سه فرکانس طبیعی اول بدست آمده است (شکل ۱-۵).

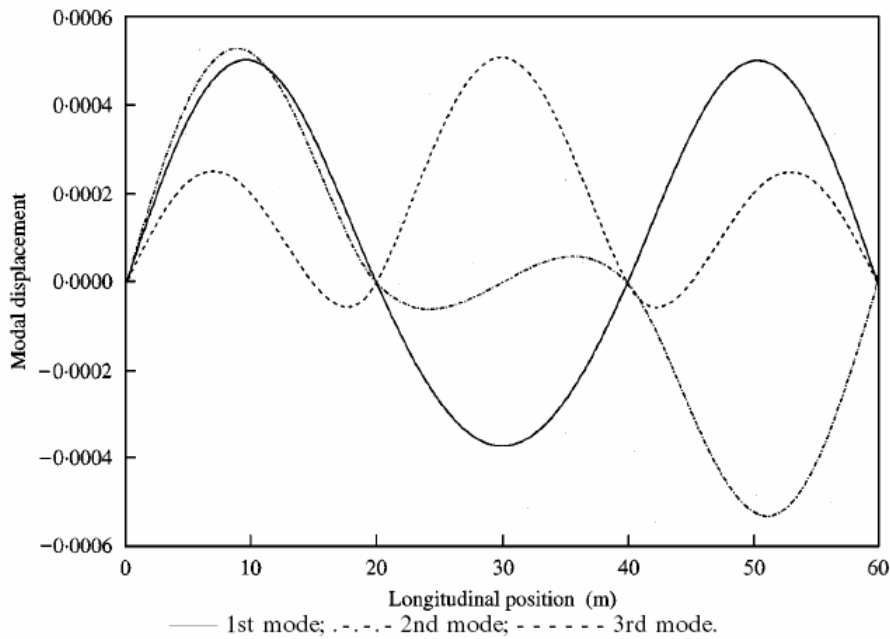
¹ Jong-shyong
² Po-yonshih
³ S.-W.Hong
⁴ J.-W.Kim



شکل ۱-۳: تیر سه دهانه تحت بار متحرک با سرعت ثابت [۲]

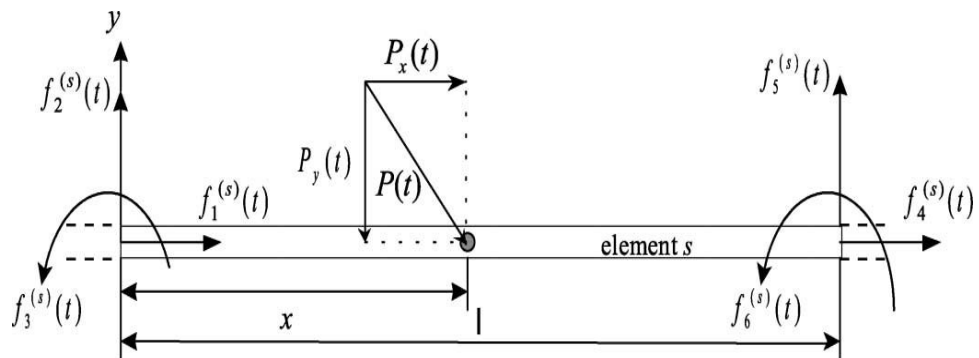


شکل ۱-۴: خیز دینامیکی تیر در وسط هر دهانه از تیر در اثر حرکت بار متمرکز (■) - دهانه اول (●) - دهانه دوم (▲) - دهانه سوم [۲]

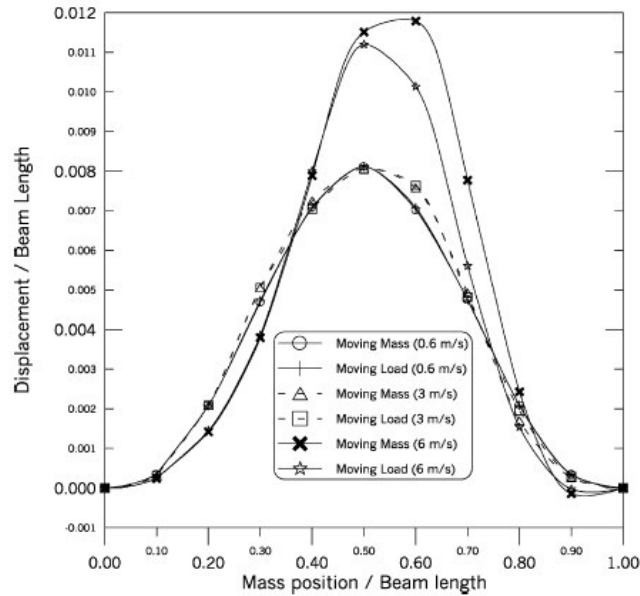


شکل ۱-۵: شکل مود برای سه فرکانس طبیعی اول تیر سه دهانه [۲]

در مرجع [۳] رفتار دینامیکی تیر را در مقابل جرم متحرک و همچنین در نظر گرفتن اثرات اینرسی و ایجاد نیروی محوری در تیر را به روش المان محدود بررسی کرده‌اند (شکل ۱-۶). شکل ۱-۷ تفاوت رفتار خیز دینامیکی در اثر حرکت بار، همراه با در نظر گرفتن اینرسی جرم و بدون اینرسی در سرعت‌های مختلف نمایش می‌دهد.

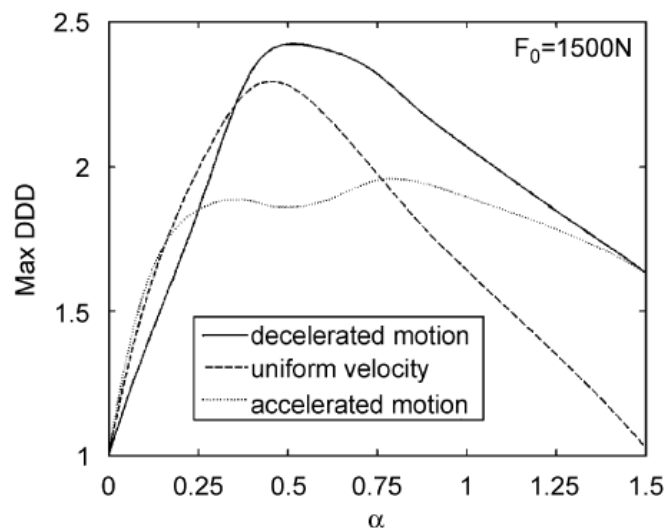


شکل ۱-۶: حرکت جسم روی تیر با در نظر گرفتن اثر اینرسی [۳]

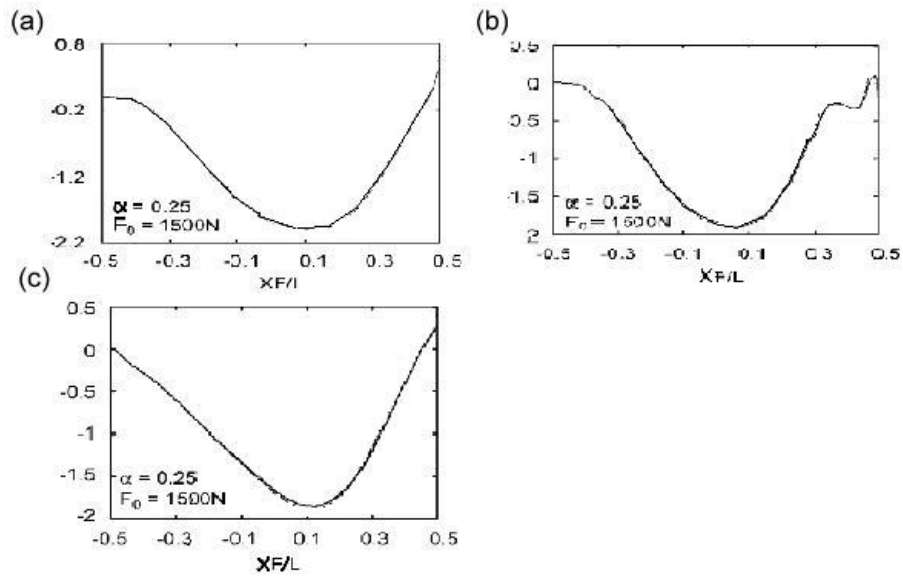


شکل ۷-۱: مقایسه بین خیز دینامیکی بی بعد تحت حرکت بار و جرم [۳]

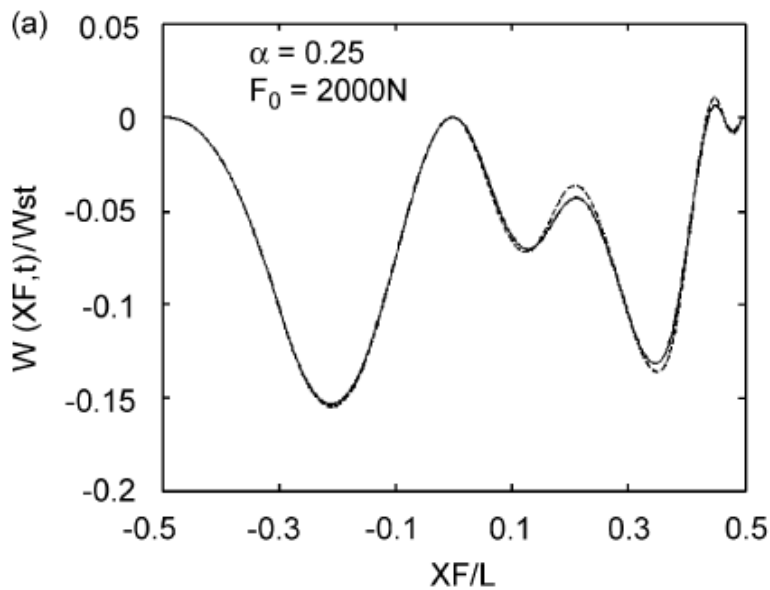
در [۴] ارتعاشات تیر با شرایط مرزی مختلف تحت بار محرک با سرعت ثابت، شتاب تند شونده و شتاب کند شونده را بررسی کرده‌اند. در این مقاله اثر استهلاک نیز مورد مطالعه قرار گرفته است. در مرجع [۵] رفتار دینامیکی تیر با جنس آلیاژ حافظه‌دار^۱ را با یک بار متحرک مورد بررسی قرار دادند. نتایج شبیه‌سازی عددی برای تیر یک دهانه و دو دهانه با انواع مختلف سرعت بار، اندازه بار و ضریب استهلاک مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۸-۱ نشان می‌دهد بیشترین خیز دینامیکی به ترتیب متعلق به حرکت بار با سرعت کند شونده، تند شونده و سرعت ثابت است.



شکل ۸-۱: اندازه بی بعد خیز دینامیکی تیر برای تیر SMA با بار متحرک سرعت ثابت، سرعت تندشونده و کند شونده [۵]



شکل ۹-۱: فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر SMA برای یک تیر با: a: سرعت ثابت b: شتاب منفی c: شتاب مثبت [۵]



شکل ۱۰-۱: فاکتور بزرگنمایی دینامیکی تیر دو دهانه SMA برای یک تیر با شتاب کاهشده بر حسب محل اعمال بار [۵]

در مرجع [۷] بار متحرک را روی تیر کامپوزیتی مورد بررسی قرار داده‌اند. رفتار دینامیکی تیر با مقطع چند لایه متقارن و نامتقارن بررسی شده و نتایج حاصل از تیر کامپوزیتی با تیری ایزوتروپ مقایسه شده است. همچنین فاکتور خیز دینامیکی تیر کامپوزیتی لمینیت را در سرعت‌های مختلف بررسی کرده‌اند که در شکل ۱۱-۱ نتایج را مشاهده می‌کنیم.