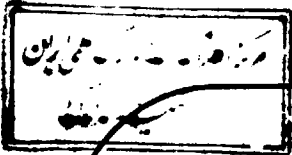
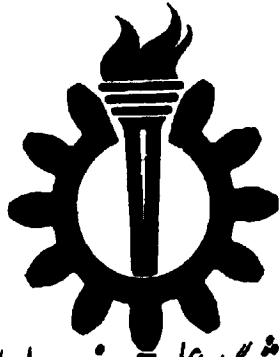


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۲۷۲۷۰



۱۳۷۸ / ۱۱ / ۱۱



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی عمران

بررسی و تحلیل عملکرد روسازیه‌ها بر روی

عرشه‌پله‌های فلزی

۱۴۹۵۰

سعید زلفی ليقوان

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران - راه و ترابری

استاد راهنما: دکتر محمود عامری

اسفند ماه ۱۳۷۷

۲۷۲۷۰

دست‌مایه‌ای ناچیز

تقدیم به راهنمایان بزرگ دوران زندگی‌م

چکیده:

امروزه با ملاحظه افزایش روزافزون تراکم ترافیک ، احداث تقاطع‌های غیر هم‌سطح در شهرهای بزرگ اجتناب ناپذیر می‌نماید. در این رابطه استفاده از سیستم پل‌های فلزی به جهت دارا بودن برتری‌های نسبی در مقایسه با سایر سیستم‌ها همواره مورد توجه مسئولین امر قرار گرفته است.

طراحی سیستم روکش عرشه پل‌های فلزی و نیز خرابی‌های زودرس بوجود آمده در سطح این روکش‌ها از جمله مسائلی است که تاکنون در اغلب کشورها و از جمله ایران بصورت مشکلی جدی مطرح و نظر مسئولین و دست‌اندرکاران را به خود معطوف داشته است.

در این پایان‌نامه ابتدا سیستم‌های مختلف روکش اجرا شده در ایران و سایر نقاط جهان معرفی شده ، مزایا و معایب هر یک بیان شده است. در ادامه بمنظور در دست داشتن دید ثنوریک از عملکرد روکش عرشه پلهای فلزی ، به بررسی و تحلیل نظری موضوع پرداخته و عرشه یک پل فلزی و سیستم روکش آن بعنوان نمونه مدل‌سازی شده و بدون تأکید بر نوع و جنس مصالح تحلیل نظری روی آن انجام گرفته است. همچنین اثر تغییرات پارامترهای مختلف فیزیکی و مکانیکی که در عملکرد سیستم روکش مؤثر می‌باشند مورد بررسی قرار گرفته نتایج مطلوبی ارائه شده است.

شایان ذکر است که نتایج ارائه شده در این پایان‌نامه می‌تواند به عنوان اساس کار مراحل

طراحی ، انتخاب مصالح و تحقیقات تجربی و آزمایشگاهی مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر:

اکنون که مراحل تحقیقاتی این پایان نامه به اتمام رسیده است ، بر خود لازم می دانم مراتب قدردانی و سپاس خود را از راهنمایی های علمی و ارزشمند استاد راهنمای پروژه جناب آقای دکتر محمود عامری اعلام نمایم. همچنین از محضر عالی اساتید گرامی ، آقایان دکتر نادر طباطبائی و دکتر شهریار افندی زاده که با حضور در جلسه دفاعیه و ارائه راهنمایی های مفید و درخور توجه موجبات پربارتر شدن این پایان نامه را فراهم آوردند تشکر و قدردانی می نمایم.

رحمت جناب آقای مهندس کریم جلالیان را برای ارائه راهکارهای علمی و عملی ارج نهاده و از لطف و محبت اعضای خانواده و کلیه دوستان خوب و عزیزم تشکر می نمایم که اگر نبود لطف و عنایتشان بی شک کار به انجام نمی رسید.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: مقدمه
۷	فصل ۲: پلهای فلزی و عرشه‌های ارتوتروپیک
۷	۱-۲-۱- مقدمه
۸	۲-۲- فرم سازه‌ای و مزایای عرشه‌های ارتوتروپیک
۱۰	۳-۲- معیارهای مهم و اساسی در طراحی عرشه‌های ارتوتروپیک
۱۳	فصل ۳: کاوش در متون فنی و تحقیقات انجام یافته
۱۳	۱-۳-۱- مقدمه
۱۴	۲-۳- معرفی سیستمهای مختلف روکش عرشه پلهای فلزی
۱۴	۳-۲-۱- سیستم آسفالت ماستیک
۱۴	۳-۲-۱-۱- معرفی سیستم آسفالت ماستیک و مشخصات آن
۱۵	۳-۲-۱-۲- ترکیبات و طرز تهیه آسفالت ماستیک
۱۸	۳-۲-۱-۳- استفاده از آسفالت ماستیک بعنوان روکش عرشه پلهای فلزی
۲۲	۳-۲-۲- سیستم اپوکسی - آسفالت
۲۲	۳-۲-۲-۱- معرفی سیستم و مشخصات آن
۲۴	۳-۲-۲-۲- استفاده از سیستم اپوکسی - آسفالت بعنوان روکش عرشه پلهای فلزی
۲۵	۳-۲- آزمایشهای انجام شده روی مصالح روکش پلهای فلزی طی تحقیقات علمی در سالهای گذشته

عنوان

صفحه

۲۵	..... آزمایش خستگی مصالح ۱-۳-۳
۳۲	..... آزمایش تعیین سختی خمشی مصالح روکش ۲-۳-۳
۳۴	..... آزمایشهای اثر بیندراهای مختلف روی خواص مکانیکی مصالح روکش ۳-۳-۳
۳۶	..... آزمایش کشش غیرمستقیم ۱-۳-۳-۳
۳۷	..... آزمایش خزش کششی غیرمستقیم (تنش ثابت) ۲-۳-۳-۳
۳۸	..... آزمایش خستگی کششی غیرمستقیم ۳-۳-۳-۳
۳۸	..... نتایج آزمایشهای اثر بیندراهای مختلف روی خواص مکانیکی مصالح روکش ۴-۳-۳-۳
۴۳	..... آزمایش تعیین سختی ویلسون ۴-۳-۳
۴۴	..... مصالح فیلر و اثر نوع و مقدار آنها در خواص مکانیکی آسفالت ماستیک ۴-۳-۳
۴۸	..... تأثیر دما و سرعت بارگذاری بر خواص مکانیکی نمونه‌های آسفالت ماستیک ۵-۳-۳
۵۴	..... تحقیقات و مطالعات تجربی روکش پلهای فلزی ۶-۳-۳
۵۴	..... تحقیقات تجربی مرکز مطالعات راه و حمل و نقل انگلستان (TRRL) ۱-۶-۳
۵۷	..... گزارش فنی B.L.Phillips از مشاهدات عینی پلهای فلزی ۲-۶-۳

فصل ۴: سیستمای مختلف روکش اجراء شده روی عرشه پلهای فلزی شهر تهران

۶۲	..... وضعیت کنونی آنها
۶۲	..... ۱-۴ مقدمه
۶۳	..... ۲-۴ معرفی سیستمهای مختلف روکش اجراء شده روی عرشه پلهای فلزی شهر تهران
۶۳	..... ۱-۲-۴ مخلوط آسفالت معمولی

عنوان

صفحه

۶۳	۲-۲-۴- مخلوط آسفالت با دانه بندی و درصد قیر مخصوص.....
۶۳	۳-۲-۴- سیستم رزین اپوکسی-سیلیس.....
۶۶	۴-۲-۴- سیستم مش فلزی و آسفالت.....
۶۶	۵-۲-۴- سیستم اپوکسی-آسفالت.....
۶۸	۳-۴- بررسی وضعیت روکش پلهای فلزی شهر تهران.....

فصل ۵: تأثیر عوامل جوی و تغییرات درجه حرارت در طرح روکش

۷۹	عرشه های فلزی پلها.....
۷۹	۱-۵- مقدمه.....
۸۰	۲-۵- اثر بارندگی (اثر آب).....
۸۰	۳-۵- اثر تغییرات درجه حرارت و دما.....
۸۱	۴-۵- اثر یخبندان.....

فصل ۶: بارگذاری.....

۸۵	۱-۶- مقدمه.....
۸۶	۲-۶- مشخصات ابعادی کامیون طرح.....
۸۶	۳-۶- اثر ضربه.....
۸۸	۴-۶- اثر ترمز (بارهای موازی سطح روکش).....
۸۸	۱-۴-۶- ضریب اصطکاک بین تایر و سطح روسازی.....

۹۴	فصل ۷: مدل سازی و تحلیل نظری
۹۴	۱-۷-مقدمه
۹۶	۲-۷-معرفی نرم افزار
۱۰۳	۳-۷-مدل سازی
۱۰۳	۱-۳-۷-مدل های تقریبی
۱۱۷	۲-۳-۷-تعیین بار بحرانی متحرک
۱۲۰	۴-۷-مدل نهایی
۱۲۳	۱-۴-۷-لایه چسب
۱۲۷	۲-۴-۷-لایه روکش (آسفالت)
۱۲۹	۳-۴-۷-بارگذاری در مدل نهایی
۱۳۰	۵-۷-تحلیل مدل نهایی و اخذ نتایج
۱۳۱	۱-۵-۷-اثر ضخامت لایه روکش
۱۳۲	۲-۵-۷-اثر تغییرات ضریب ارتجاعی مصالح روکش (اثر تغییرات درجه حرارت محیط)
۱۳۳	۳-۵-۷-اثر بارهای برشی ناشی از ترمز وسایط نقلیه و شیب پل
۱۳۴	۴-۵-۷-اثر مشخصات مکانیکی چسب (تکاکت)
۱۳۵	۵-۵-۷-تنشهای ایجاد شده در لایه چسب
۱۳۶	۶-۵-۷-مقایسه اثر بار کامیون و وسایط نقلیه سواری (شخصی)

صفحه

عنوان

۱۶۵ فصل ۸: نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

۱۷۳ فهرست مراجع

فهرست جداول

صفحه

عنوان

فصل سوم

۱۸	جدول (۱-۳). ترکیبات یک نمونه مخلوط آسفالت ماستیک
۲۹	جدول (۲-۳). ترکیبات دو نوع بیندر در مخلوط آسفالت ماستیک
۳۱	جدول (۳-۳). نتایج آزمایش خستگی روکشهای آسفالت اپوکسی
۳۵	جدول (۴-۳). مشخصات فنی بیندرهای مورد استفاده در آزمایش
۳۶	جدول (۵-۳). مشخصات دانه‌بندی مصالح سنگی در سیستمهای SMA و Type8
۴۳	جدول (۶-۳). نتایج آزمایش سختی ویلسون نمونه‌های آسفالت ماستیک
۴۹	جدول (۷-۳). مشخصات مصالح سنگی درشت دانه
۴۹	جدول (۸-۳). مشخصات مصالح سنگی ریزدانه
۵۰	جدول (۹-۳). مشخصات قیر
۵۰	جدول (۱۰-۳). درصد ترکیبات مخلوط آسفالت ماستیک
۵۶	جدول (۱۱-۳). خلاصه وضعیت روکش پانلهای ا و اا
۵۸	جدول (۱۲-۳). فهرست و مشخصات اصلی پلهای بازدید شده
۵۹	جدول (۱۳-۳). مشخصات عرشه و روکش پلهای بازدید شده
۶۰	جدول (۱۴-۳). وضعیت روکش پلهای در حین بازدید

فصل چهارم

۶۴	جدول (۱-۴). پلهای روکش شده با استفاده از سیستم رزین اپوکسی-سیلیس
----	--

عنوان

صفحه

جدول (۲-۴). میزان مصالح مصرفی جهت اجرای روکش ۶۶

جدول (۳-۴). ضرایب a و b و k ارائه شده توسط مراکز علمی مختلف جهان ۷۵

فصل پنجم

جدول (۱-۵). حدود تغییرات تعداد روزهای یخبندان، درجه حرارت و بارندگی در شهر تهران ۸۳

فصل هفتم

جدول (۱-۷). زیر برنامه‌های اجرایی SAP90 ۱۰۰

جدول (۲-۷). تنشهای ایجاد شده در لایه آسفالت ۱۲۰

جدول (۳-۷). تنشهای ایجاد شده در لایه آسفالت ۱۳۰

جدول (۴-۷). بیشترین تنشهای ایجاد شده در نقطه محل اثر بار ۱۳۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	فصل دوم
۸	شکل (۱-۲). اجزای عرشه ارتوتروپیک.....
۱۰	شکل (۲-۲). انواع سخت‌کننده‌ها.....
۱۰	شکل (۳-۲). عرشه ارتوتروپیک با سخت‌کننده‌های ۷ شکل و سیستم روکش آسفالتی.....
۱۱	شکل (۴-۲). اثر چرخ کامیون روی عرشه پل.....
۱۲	شکل (۵-۲). نمودارهای تغییر شکل جان سخت‌کننده‌ها و کف عرشه.....
	فصل سوم
۱۷	شکل (۱-۳). شکل شماتیک میکسر آزمایشگاهی.....
۱۹	شکل (۲-۳). روکش آسفالت ماستیک روی عرشه فلزی.....
۲۱	شکل (۳-۳). ترکهای طولی ایجاد شده در روکش آسفالت ماستیک روی جان سخت‌کننده‌ها.....
۲۴	شکل (۴-۳). روکش اپوکسی-آسفالت روی عرشه فلزی.....
۲۵	شکل (۵-۳). شکل شماتیک نحوه انجام آزمایش خستگی.....
۲۷	شکل (۶-۳). نمودار آزمایش خستگی.....
۲۸	شکل (۷-۳). نمودار خستگی (T-N) آسفالت ماستیک استاندارد.....
۲۹	شکل (۸-۳). نمودار خستگی (T-N) آسفالت ماستیک حاوی بیندر با ویسکوزیته کم.....
۳۰	شکل (۹-۳). نمودار خستگی (T-N) آسفالت ماستیک حاوی بیندر اصلاح شده پلیمری.....
۳۲	شکل (۱۰-۳). نمودار تغییر شکل تئوریک مقطع نمونه آزمایشی.....

عنوان

صفحه

- شکل (۱۱-۳). نتایج آزمایش سختی روکش آسفالت ماستیک استاندارد ۳۳
- شکل (۱۲-۳). نتایج آزمایش سختی روکش آسفالت ماستیک با بیندراهای مختلف ۳۴
- شکل (۱۳-۳). نتایج آزمایش کشش غیرمستقیم ۴۰
- شکل (۱۴-۳). نتایج آزمایش خزش کششی غیرمستقیم (تنش ثابت) ۴۱
- شکل (۱۵-۳). نتایج آزمایش خستگی کششی غیرمستقیم ۴۱
- شکل (۱۶-۳). نتایج آزمایش کشش غیرمستقیم ۴۲
- شکل (۱۷-۳). نتایج آزمایش خزش کششی غیرمستقیم (تنش ثابت) ۴۲
- شکل (۱۸-۳). تصویر ذرات سه نوع فیلر که توسط میکروسکوپ الکترونی تهیه شده است ۴۶
- شکل (۱۹-۳). نتایج آزمایش خزش فشاری ۴۷
- شکل (۲۰-۳). نتایج آزمایش خزش فشاری غیرمستقیم آسفالت ماستیک شامل پودر سنگ آهک ... ۵۱
- شکل (۲۱-۳). نتایج آزمایش خزش فشاری غیرمستقیم آسفالت ماستیک شامل پودر سیمان پرتلند ۵۲
- شکل (۲۲-۳). نتایج آزمایش خزش فشاری غیرمستقیم آسفالت ماستیک شامل پودر سنگ ۵۳
- شکل (۲۳-۳). روکشهای اجراء شده روی پانلهای آزمایشی او II ۵۴
- شکل (۲۴-۳). نمودار تغییر مکان عرشه پل و مقایسه آن با تغییر مکان روسازی انعطاف پذیر جاده ها. ۵۵

فصل چهارم

- شکل (۱-۴). کرنش مجاز انواع آسفالت برحسب تعداد دفعات بارگذاری ۷۵

عنوان

صفحه

فصل ششم

- شکل (۱-۶). مشخصات ابعادی کامیون طرح ۸۷
- شکل (۲-۶). رابطه بین فشار تایر و ضریب اصطکاک ۸۹
- شکل (۳-۶). تأثیر حرارت روی ضریب اصطکاک ۸۹
- شکل (۴-۶). تأثیر رطوبت سطح بر روی ضریب اصطکاک ۹۰
- شکل (۵-۶). اثر ترافیک عبوری روی ضریب اصطکاک سطح روسازی ۹۱
- شکل (۶-۶). اثر سرعت وسیله نقلیه بر روی ضریب اصطکاک سطح روسازی ۹۲

فصل هفتم

- شکل (۱-۷). مقطع تیرهای عرضی و طولی در مدل FRAME-D1 ۱۰۴
- شکل (۲-۷). شکل شماتیک مدل شبکه FRAME-D1 ۱۰۴
- شکل (۳-۷). خط تأثیر تغییر مکان قائم نقاط واقع بر نوار طولی میانی در مدل FRAME-D1 ۱۰۶
- شکل (۴-۷). شکل شماتیک مدل تیر طولی و فنر و خط تأثیر تغییر مکان قائم FRAME-D2 ۱۱۰
- شکل (۵-۷). شکل شماتیک و نحوه المان بندی در مدل SOLID-D3 ۱۱۲
- شکل (۶-۷). خطوط تأثیر تغییر مکان قائم نقاط روی خط میانی طولی مدل SOLID-D3 ۱۱۳
- شکل (۷-۷). شکل شماتیک و نحوه المان بندی در مدل SOLID-D4 ۱۱۴
- شکل (۸-۷). خطوط تأثیر تغییر مکان قائم نقاط روی خط میانی طولی مدل SOLID-D4 ۱۱۵
- شکل (۹-۷). حالت‌های مختلف احتمالی قرارگیری چرخ‌های کامیون طرح روی مدل نهایی ۱۱۷
- شکل (۱۰-۷). شکل شماتیک و نحوه المان بندی در مدل نهایی SOLID-D5 ۱۲۲