



روش نوین طراحی مکانیستیک - تجربی روسازی راه

راهنمای نرم افزار MEPDG



مولفان:

دکتر محمود رضا کی منش

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

دکتر مهر داد میر شکاریان

دکترای راه و ترابری



کی منش، محمودرضا، ۱۳۳۸ - Keymanesh, Mahmoud Reza
 روش نوین طراحی مکانیستیک - تجربی روسازی راه : راهنمای نرم افزار MEPDG/مؤلفان محمودرضا
 کی منش، مهرداد میرشکاریان.
 تهران : نوآور، ۱۳۹۹.
 ۲۱۶ ص.
 ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۳۹-۵ : شابک
 فیبا
 راهنمای نرم افزار MEODG.
 روسازی : موضوع
 Pavements : موضوع
 روسازی - طرح و ساختمان : موضوع
 Design and construction Pavements : موضوع
 روسازی - طرح و ساختمان - نرم افزار : موضوع
 Pavements -- Design and construction -- Software : موضوع
 میرشکاریان، مهرداد، ۱۳۵۰- : شناسه اف
 Mirshekariyan, Mehrdad : شناسه افزوده
 TE-۲۵۰ : رده بندی کنفره
 ۸۰۴۲ : رده بندی دیویی
 ۵۷۳۳۲ : شماره کتابشناسی ملی

سرشناسه
 عنوان و نام پدیدآور
 مشخصات نشر
 مشخصات ظاهری
 شابک
 وضعیت فهرست نویسی
 عنوان دیگر
 موضوع
 موضوع
 موضوع
 موضوع
 موضوع
 شناسه اف
 شناسه افزوده
 رده بندی کنفره
 رده بندی دیویی
 شماره کتابشناسی ملی

روش نوین طراحی

مکانیستیک - تجربی روسازی راه

مؤلفان: محمودرضا کی منش، دکتر مهرداد میرشکاریان

ناشر: نوآور

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۹

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۳۹-۵

قیمت: ۳۹۰۰۰ تومان

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخرآزادی، خیابان شهدای
 ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸.
 طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲-۶۴۴۸۴۱۹۱ www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
 مصنفان مصادف سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به ناشر
 نوآور می باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل
 هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع
 انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا
 تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از ناشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام
 است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

فهرست مطالب

۸	پیشگفتار
۹	مقدمه
۱۱	فصل اول / مقدمه
۱۵	۱.۱ هدف کتابچه راهنما
۱۵	۲.۱ مروری بر روش طراحی روش مکانیستیک - تجربی
۲۰	فصل دوم / اسناد و استانداردهای مرجع
۲۰	۱.۲ رونکال و استانداردهای آزمون
۲۰	۱.۱.۲ تعیین مشخصات مصالح در آزمایشگاه
۲۲	۲.۱.۲ تعیین مشخصات مصالح لایه‌ی روسازی در محل
۲۲	۲.۲ مشخصات مصالح
۲۲	۳.۲ شیوه‌ها و اصطلاحات تجربه شده
۲۳	۴.۲ اسناد مرجع
۲۶	فصل سوم / اهمیت و استفاده از روش مکانیستیک - تجربی
۲۶	۱.۳ شاخص‌های عملکرد پیش‌بینی شد توسط روش مکانیستیک - تجربی
۲۷	۲.۳ روش طراحی کلی روش مکانیستیک - تجربی
۲۹	۳.۳ استراتژی‌های طراحی روسازی انعطاف‌پذیر جدید روش آسفالتی برای استفاده با روش مکانیستیک - تجربی
۳۰	۴.۳ روسازی صلب جدید، روش بتنی و روش‌های طراحی روسازی صلب قابل اجرا برای استفاده با روش مکانیستیک - تجربی
۳۵	۵.۳ ویژگی‌های طراحی و عواملی که در فرایند روش مکانیستیک - تجربی تأثیر نداشته است.
۳۸	فصل چهارم / اصطلاحات و تعریف واژه‌ها
۳۸	۱.۴ اصطلاحات عمومی
۴۰	۲.۴ سطوح ورودی سلسله‌مراتبی
۴۱	۳.۴ اصطلاحات ترافیک کامیون
۴۱	۴.۴ همواری
۴۲	۵.۴ اصطلاحات مربوط به خرابی‌ها یا شاخص‌های عملکرد (روسازی‌های با رویه آسفالتی)
۴۳	۶.۴ اصطلاحات مربوط به خرابی‌ها یا شاخص‌های عملکرد - روسازی‌های با رویه بتنی
۴۵	فصل پنجم / روش‌های پیش‌بینی شاخص عملکرد
۴۵	۱.۵ ضرایب کالیبراسیون موجود در روش مکانیستیک - تجربی
۴۶	۲.۵ معادلات پیش‌بینی خرابی برای روسازی‌های انعطاف‌پذیر و روش‌های مخلوط آسفالتی
۴۶	۱.۲.۵ بررسی روش محاسباتی برای پیش‌بینی خرابی
۴۸	۲.۲.۵ عمق شیار
۵۱	۳.۲.۵ ترک‌خوردگی مرتبط با بار
۵۵	۴.۲.۵ ترک‌خوردگی غیرمرتبط با بار - ترک عرضی



۵۸	۵.۲.۵ ترک انعکاسی در روکش‌های آسفالتی
۷۰	۶.۳.۵ سوراخ‌شدگی (پانچینگ) CRCP
۷۲	۷.۳.۵ همواری - روسازی بتنی پیوسته
۷۵	۸.۳.۵ همواری - CRCP
۷۷	فصل ششم / سطوح ورودی سلسله‌مراتبی - تصمیم‌گیری در مورد سطح ورودی
۷۷	۱.۶ مقدمه‌ای بر سطوح ورودی سلسله‌مراتبی
۷۷	۲.۶ هدف سطوح ورودی سلسله‌مراتبی
۷۸	۳.۶ انتخاب سطح ورودی
۸۰	فصل هفتم / اطلاعات کلی پروژه
۸۰	۱.۷ عمر طراحی / جزیه و تحلیلا
۸۰	۲.۷ تاریخ‌های تکمیل احداث و بازسازی ترافیک
۸۲	فصل هشتم / انتخاب معیارها و سطح بلیت اطمینان طراحی
۸۲	۱.۸ معیارهای عملکرد طراحی توصیه شده
۸۳	۲.۸ قابلیت اطمینان
۸۷	فصل نهم / تعیین شرایط و ضرایب در محل سای
۸۷	۱.۹ ترافیک کامیون
۸۹	۱.۱.۹ ورودی‌های مختص جاده
۹۰	۲.۱.۹ ورودی‌های استخراج شده از داده‌های WIM
۹۴	۳.۱.۹ ورودی‌های ترافیک کامیون که در داده‌های وزن حرکتی خودرو گنجانده نشده‌اند
۹۵	۲.۹ شرایط آب و هوایی (اقلیم)
۹۵	۳.۹ فونداسیون و خاک‌های بستر
۹۵	۱.۳.۹ تحقیقات زیرسطحی برای طراحی روسازی
۹۷	۲.۳.۹ آزمون‌های آزمایشگاهی و کارگاهی خاک‌ها برای طراحی روسازی
۹۸	۴.۹ روسازی‌های موجود
۱۰۱	فصل دهم / ارزیابی روسازی برای طرح مقاوم‌سازی
۱۰۱	۱.۱۰ ارزیابی وضعیت کلی و گروه‌های تعریف مسئله
۱۰۴	۲.۱۰ جمع‌آوری داده‌ها برای تعریف ارزیابی وضعیت
۱۰۷	۱.۲.۱۰ ارزیابی اولیه‌ی روسازی
۱۰۸	۲.۲.۱۰ تهیه‌ی طرح ارزیابی میدانی (پایکار)
۱۰۸	۳.۲.۱۰ انجام پیمایش وضعیت یا پیمایش بصری
۱۱۱	۴.۲.۱۰ پیمایش رادار نفوذی زمین
۱۱۲	۵.۲.۱۰ پالایش طرح آزمون میدانی
۱۱۲	۶.۲.۱۰ انجام آزمون‌های حوضچه‌ی افت و خیز
۱۱۴	۷.۲.۱۰ بازیابی مغزه‌ها و گمانه‌زنی برای روسازی موجود (نمونه‌گیری و آزمون مخرب)
۱۱۷	۸.۲.۱۰ آزمون‌های آزمایشگاهی برای تعیین مشخصات مصالح روسازی‌های موجود
۱۱۹	۳.۱۰ تجزیه و تحلیل داده‌های ارزیابی روسازی برای ملاحظات طرح مقاوم‌سازی
۱۱۹	۱.۳.۱۰ پیمایش بصری خرابی برای تعیین کفایت سازه‌ای

۱۲۰	۲.۲.۱۰ محاسبه‌ی بازگشتی مقادیر مدول لایه‌ای
۱۲۴	۳.۲.۱۰ تشخیص از بین رفتن نکیه‌گاه
۱۲۴	۴.۲.۱۰ راندمان انتقال بار درز
۱۲۴	۵.۲.۱۰ تغییرپذیری و تنوع در طول یک پروژه
۱۲۵	فصل یازدهم / تعیین ویژگی‌های مصالح برای مصالح روسازی جدید
۱۲۵	۱.۱۱ ورودی‌های مصالح و مفهوم ورودی سلسله‌مراتبی
۱۲۶	۲.۱۱ مخلوط‌های آسفالتی (از جمله آسفالت درشت دانه) لایه‌های اساس بهسازی شده یا تثبیت شده با قیر، مخلوط‌های اساس نفوذپذیر بهسازی شده با قیر
۱۳۳	۳.۱۱ مخلوط‌های روسازی بتنی، بتن مگر و لایه‌های اساس بهسازی شده با سیمان
۱۳۷	۴.۱۱ مصالح تثبیت شده به صورت شیمیایی، از جمله بتن مگر و لایه‌های اساس بهسازی شده با سیمان
۱۴۰	۱.۱۱ مصالح اساس سنگ دانه‌ای غیرچسبنده و خاکریزهای طراحی شده
۱۴۷	فصل دوازدهم / ابزارهای طراحی روسازی
۱۴۷	۱.۱۲ استراتژی‌های طراحی روسازی انعطاف‌پذیر جدید
۱۴۸	۱.۱.۱۲ آیا لازم است خاکریز مقاوم‌سازی یا بهسازی شود؟
۱۵۰	۲.۱.۱۲ آیا یک لایه‌ی اساس یا قیری آب وجود دارد؟
۱۵۱	۳.۱.۱۲ آیا خاکریز متراکم‌الای بهسازی شده وجود دارد؟
۱۵۱	۴.۱.۱۲ آیا لازم است که یک لایه‌ی اساس بهسازی شده وجود داشته باشد؟
۱۵۲	۵.۱.۱۲ برای طراحی سازه‌ای، از یک بهتر استفاده شده استفاده شود یا از یک برنامه‌ی ساخت و ساز؟
۱۵۲	۶.۱.۱۲ آیا لازم است که از یک لایه‌ی اساس زیراساس سنگ دانه‌ای استفاده شود؟
۱۵۳	۷.۱.۱۲ لایه‌های آسفالتی - چه نوع و چند لایه؟
۱۵۴	۸.۱.۱۲ میزان همواری اولیه چقدر است؟
۱۵۵	۲.۱۲ استراتژی‌های طراحی روسازی صلب جدید
۱۵۵	۱.۲.۱۲ سازه - نوع لایه‌ی آزمایشی، ضخامت و ویژگی‌های طراحی
۱۵۶	۲.۲.۱۲ طراحی روسازی بتنی درزدار
۱۵۹	۳.۲.۱۲ طراحی روسازی بتنی پیوسته
۱۶۱	۴.۲.۱۲ همواری اولیه‌ی رویه
۱۶۳	فصل سیزدهم / استراتژی‌های طرح مقاوم‌سازی
۱۶۳	۱.۱۳ بررسی کلی طرح مقاوم‌سازی با استفاده از روش مکانیستیک - تجربی
۱۶۵	۲.۱۳ طرح مقاوم‌سازی با روکش‌های آسفالتی
۱۶۵	۱.۲.۱۳ بررسی کلی
۱۶۶	۲.۲.۱۳ تجزیه و تحلیل روکش آسفالتی و طرح مقاوم‌سازی آزمایشی
۱۶۶	۳.۲.۱۳ تعیین وضعیت روسازی موجود
۱۶۸	۴.۲.۱۳ تصمیم‌گیری در مورد بهسازی قبل از روکش
۱۷۱	۵.۲.۱۳ تعیین مدول آسیب‌دیده‌ی لایه‌های چسبنده و اصطکاک بین لایه‌ای کاهش یافته
۱۷۲	۶.۲.۱۳ گزینه‌های روکش آسفالتی روسازی‌های موجود
۱۷۳	۷.۲.۱۳ روکش‌های آسفالتی روسازی‌های آسفالتی موجود، از جمله روسازی‌های نیمه‌صلب
۱۷۹	۸.۲.۱۳ روکش آسفالتی روسازی‌های بتنی فرسوده
۱۸۵	۳.۱۳ طرح نوسازی با روکش‌های بتنی

۱۸۵	۱.۳.۱۳ بررسی کلی
۱۸۷	۲.۳.۱۳ پارامترهای تجزیه و تحلیل منحصر بفرد برای مقاوم سازی
۱۸۸	۳.۳.۱۳ برآورد خرابی گذشته
۱۹۱	۴.۳.۱۳ طرح مقاوم سازی روسازی بتنی در زردار
۱۹۸	۵.۳.۱۳ طرح مقاوم سازی CRCP
۲۰۲	۶.۳.۱۳ ملاحظات دیگر برای مقاوم سازی با روسازی بتنی
۲۰۳	فصل چهاردهم / تفسیر و تجزیه و تحلیل طرح آزمایشی
۲۰۳	۱.۱۴ خلاصه ی ویدی ها برای طرح آزمایشی
۲۰۳	۲.۱۴ قابلیت اطمینان طرح آزمایشی
۲۰۵	۳.۱۴ اطلاعات خمها، مدول لایه های، کاربردهای کامیون، و سایر عوامل
۲۰۶	۴.۱۴ مقادیر عماد رد پیش بینی شده
۲۰۸	۵.۱۴ قضاوت در مورد قابلیت پذیرد، طرح آزمایشی
۲۱۲	پیوست

این مرجع، به شرح یک روش طراحی روسازی می‌پردازد که مبتنی بر مکانیک مهندسی بوده و اعتبار آن، با داده‌های عملکردی حاصل از آزمون جاده‌ای مورد تأیید قرار گرفته است. این روش، طراحی روسازی مکانیستیک- تجربی (M-E) نامیده شده و در عمل نشانگر یک تغییر عمده در روش‌های طراحی روسازی امروزی است. از اوایل سال ۱۹۶۰ تا سال ۱۹۹۳، تمام نسخه‌های راهنمای طراحی ساختارهای روسازی انجمن ادارات حمل و نقل و بزرگراه‌های ایالتی آمریکا (آشتو)، مبتنی بر معادلات عملکرد تجربی محدودی بودند که در آزمون جاده‌ای AASHTO در اواخر سال ۱۹۵۰ توسعه یافته بودند. زمانی که راهنمای طراحی ساختارهای روسازی آشتو در سال ۱۹۹۶ به تصویب رسید، نیاز به یک روش طراحی روسازی مبتنی بر قوانین مکانیک مکانیک (تیک) و مزایای آن به رسمیت شناخته شده بود. به منظور رفع این نیاز، گروه مشترک روسازی‌های آشتو، در همکاری با برنامه‌ی تحقیقات ملی مشارکت بزرگراه (NCHRP) و اداره‌ی بزرگراه فدرال (FHWA)، از توسعه‌ی روش طراحی روسازی M-E تحت پروژه‌ی NCHRP 1-37A حمایت نمودند.

یکی از اهداف تولید اصلی پروژه‌ی NCHRP 1-37A (توسعه‌ی راهنمای طراحی ساختارهای روسازی جدید و ارزیابی آن در سال ۲۰۰۲: فاز دوم)، توسعه‌ی یک راهنمای طراحی با استفاده از مدل‌های مبتنی بر قوانین مکانیک در طراحی روسازی بود. این راهنما، بایستی تمام مسائل طراحی جدید (از جمله بازسازی خط) و بازسازی را مخاطب قرار داده و یک اساس طراحی متصفانه برای تمام انواع روسازی ارائه می‌نماید.

راهنمای طراحی روسازی مکانیستیک- تجربی (روش مکانیستیک- تجربی) در شکل فعلی آن، در سال ۲۰۰۴ تکمیل شد و برای بررسی و ارزیابی توسط عموم منتشر گردید. یک بررسی رسمی از تولیدات حاصل از پروژه‌ی NCHRP 1-37A، توسط NCHRP تحت پروژه‌ی 1-40A صورت گرفت. در نتیجه‌ی این بررسی، پیشنهادات حاصل گردید که بسیاری از آنها در روش مکانیستیک- تجربی تحت پروژه‌ی NCHRP 1-40A گنجانده شده است. حاصل پروژه‌ی 1-40D، نسخه‌ی 1.0 نرم‌افزار روش مکانیستیک- تجربی و یک سند راهنمای طراحی به‌روز بوده است.

در آوریل سال ۲۰۰۷، نسخه‌ی 1.0 نرم‌افزار به عنوان یکی از استانداردهای مرجع برای بررسی بیشتر به NCHRP، FHWA و AASHTO ارائه گردید و در حال حاضر تلاش‌هایی جهت ارائه‌ی نسخه‌ی 2.0 نرم‌افزار در دست اقدام است. به طور همزمان، گروهی از سازمان‌های ایالتی که ایالات Lead نامیده می‌شوند، برای به اشتراک‌گذاری دانش مربوط به روش مکانیستیک- تجربی و تسریع اجرای آن تشکیل شد. در حال حاضر، ایالات پیشگام و سایر سازمان‌های علاقمند، فعالیت‌های اجرایی در حیطه‌ی آموزش کارکنان، جمع‌آوری داده‌های ورودی (کتابخانه‌ی مواد، کتابخانه‌ی ترافیک، و غیره)، تهیه‌ی تجهیزات آزمون، و راه‌اندازی بخش‌های صحرایی برای کالیبراسیون محلی را آغاز نموده‌اند.

این کتابچه‌ی راهنما، اطلاعات لازم برای مهندسان طراحی روسازی برای شروع استفاده از روش طراحی و تجزیه و تحلیل روش مکانیستیک- تجربی را ارائه می‌دهد. FHWA، دارای وب‌سایتی (<http://knowledge.fhwa.dot.gov>) برای تبادل دانش در رابطه با روش مکانیستیک- تجربی است.