

آسفالت با استخوان بندی سنگدانه‌ای SMA

۱۳۰۴۱۱-۱

مؤسسه انتشاراتی مشرق شب

ترجمه، تألیف و تدوین

دکتر احمد گلی خوراسگانی (عضو هیئت علم دانشگاه اصفهان)

مهندس عباس نیلفروشان (مدرس دانشگاه)

۱۳۹۵

مؤسسه انتشاراتی مشرق شب

سرشناسه : گلی خوراسگانی، احمد، ۱۳۵۹ -
 عنوان و نام پدیدآور : آسفالت با استخوان بندی سنگدانه‌ای SMA / ترجمه، تالیف و تدوین احمد گلی خوراسگانی، عباس نیلفروشان.
 مشخصات نشر : تهران: مشق شب، ۱۳۹۵.
 مشخصات ظاهری : ۱۸۰ ص.: مصور، جدول.
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۵۲-۵-۵
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 موضوع : آسفالت
 موضوع : آسفالت -- افزودن ها
 شناسه افزودن : روسازی با آسفالت
 شناسه افزودن : نیلفروشان، عباس، ۱۳۴۵ -
 رده بندی کتبی : ۱۳۹۵ ۸۱۵/۴۲۷۵
 رده بندی دیور : ۶۲۵/۸۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۴۲۰۷۶۲۴



مؤسسه انتشاراتی مشق شب

ناشر: انتشارات مشق شب
 به سفارش: شرکت راه و ساختمانی سنگ و کوه
 نام کتاب: آسفالت با استخوان بندی سنگدانه‌ای (Stone Mastic Asphalt (SMA)
 ترجمه، تالیف و تدوین: دکتر احمد گلی خوراسگانی، مهندس عباس نیلفروشان
 نظارت بر امور اجرایی: رضا هوشمند
 صفحه آرای و طرح جلد: آیدین علی بیگی
 شمارگان: ۱۲۰۰ نسخه
 نوبت چاپ: اول / ۹۵
 قیمت: ۱۹۰۰۰ تومان
 چاپ: مشق شب
 شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۵۲-۵-۵

حق چاپ محفوظ و مخصوص ناشر می‌باشد.
 نشانی مرکز نشر و پخش: تهران، میدان انقلاب، ابتدای
 خیابان قدس، ساختمان آتاتول فرانس (شماره ۳) واحد ۱۱
 تلفن تماس: ۱۷-۱۶-۶۶۹۶۲۵۱۶ نمابر: ۶۶۴۸۸۸۲۰
www.mashgheshabpub.ir

فهرست مطالب

۱۳	فصل ۱- مفهوم آسفالت الاستخوان بندی سنگدانه‌ای (SMA)
۱۵	۱-۱- تاریخچه استفاده از آسفالت SMA
۱۸	۱-۲- کاربرد SMA در سایر کشورها و جهان
۱۹	۱-۳- نقاط قوت و ضعف مخلوط SMA
۱۹	۱-۴- تفاوت مخلوط‌های SMA در کشورهای مختلف جهان
۲۰	۱-۵- اجزای اصلی SMA
۲۱	فصل ۲- ساختار سنگدانه‌های درشت مخلوط SMA
۲۳	۲-۱- تعریف ساختار سنگدانه‌ای مخلوط SMA
۲۵	۲-۲- تشکیل یک ساختار سنگدانه‌ای درشت
۲۷	۲-۳- دانه‌بندی باز یا ناپیوسته
۲۸	۲-۴- تعریف ساختار SMA طبق روش آلمان
۲۸	۲-۵- تعریف ساختار SMA طبق روش‌های دیگر
۳۱	۲-۶- ذرات ساختار مخلوط SMA
۳۳	فصل ۳- ملات ماستیک
۳۵	۳-۱- سنگدانه‌های ریز
۳۷	۳-۲- سنگدانه‌های ریز
۳۷	۳-۲-۱- مفهوم مساحت ویژه
۳۸	۳-۲-۲- مفهوم فضای خالی فیلر مصالح
۴۱	۳-۲-۳- ملات - شاخص F:B
۴۲	۳-۲-۴- مروری بر مصالح مورد استفاده به عنوان فیلر
۴۴	۳-۲-۵- فیلرها
۴۴	۳-۳- ماده چسباننده قیری (قیر)
۴۴	۳-۳-۱- انواع چسباننده‌های مورد استفاده
۴۵	۳-۳-۲- انتخاب ماده چسباننده
۴۵	۳-۴- خلاصه فصلی

۴۷	فصل ۴- الیاف پایدارکننده (نگهدارنده قیر)
۴۹	۴-۱- اثر ریزش قیر
۴۹	۴-۲- الیاف پایدارکننده
۵۰	۴-۲-۱- افزودنی‌های جذب‌کننده چسباندن
۵۷	۴-۲-۲- بهبوددهنده‌های ویسکوزیته قیر
۵۸	۴-۳- انتخاب صحیح مقدار تثبیت‌کننده در یک مخلوط
۵۸	۴-۴- روش‌های آزمایش مواد تثبیت‌کننده
۵۹	۴-۴-۱- نتایج آزمایش تثبیت‌کننده
۵۹	۴-۵- آزمایش ریزش ماده چسباندن

۶۱	فصل ۵- ملزومات و شرایط مربوط به مواد مخلوط SMA
۶۳	۵-۱- شرایط مربوط به سنگدانه‌ها
۶۵	۵-۱-۱- ملزومات و شرایط طبق استاندارد EN ۱۲۴۰۳ اروپا
۶۵	۵-۲- ملزومات چسباندن قیری
۶۶	۵-۲-۱- ملزومات مربوط به ماده چسباندن، طبق استانداردهای اروپایی
۶۶	۵-۲-۲- ایالات متحده آمریکا
۶۶	۵-۳- ملزومات مواد پایدارکننده
۶۷	۵-۳-۱- آلمان
۶۷	۵-۳-۲- ایالات متحده آمریکا
۶۸	۵-۳-۳- فنلاند
۶۸	۵-۴- آسفالت بازیافتی
۶۸	۵-۵- مصالح دیگر
۶۸	۵-۵-۱- قیر طبیعی
۶۹	۵-۵-۲- سنگدانه‌های سرباره‌ای

۷۱	فصل ۶- طراحی مخلوط SMA
۷۳	۶-۱- انتخاب دانه‌بندی و اندازه سنگدانه‌های مخلوط SMA
۷۴	۶-۱-۱- استفاده در لایه‌های مختلف
۷۴	۶-۱-۲- ضخامت لایه
۷۴	۶-۱-۳- بارگذاری ترافیکی و محل استفاده از مخلوط SMA
۷۵	۶-۲- اصول کلی
۷۵	۶-۲-۱- اصل زیچنر
۷۵	۶-۲-۲- قاعده ۱۰-۲۰-۳۰
۷۶	۶-۲-۳- سیستم‌های زوجی (دوتایی)
۷۷	۶-۳- طراحی یک مخلوط سنگدانه‌ای با استفاده از محدوده‌های دانه‌بندی
۷۸	۶-۳-۱- طراحی یک منحنی دانه‌بندی
۷۸	۶-۳-۲- طراحی مخلوط سنگدانه‌ای با سنگدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر
۹۲	۶-۳-۳- طراحی مخلوط سنگدانه‌ای کمتر از ۲ میلی‌متر
۹۳	۶-۴- طراحی مقدار ماده چسباندن (قیر)
۹۴	۶-۵- الزامات طراحی مخلوط SMA
۹۴	۶-۶- خلاصه فصل

۹۷	فصل ۷- مروری بر روش‌های طراحی مخلوط SMA
۹۹	۷-۱- روش کشور آلمان
۹۹	۷-۱-۱- توضیح روش
۱۰۰	۷-۱-۲- پارامترهای حجمی

۱۰۱	۷-۱-۳- پیشنهادات
۱۰۲	۷-۲- روش ایالات متحده آمریکا
۱۰۲	۷-۳-۱- مرحله ۱: انتخاب سنگدانه
۱۰۲	۷-۳-۲- مرحله ۲: تعیین منحني دانه‌بندی
۱۰۳	۷-۳-۳- مرحله ۳: تعیین فضای خالی سنگدانه‌های درشت متراکم شده
۱۰۷	۷-۳-۴- مرحله ۴: تعیین مقدار اولیه چسباننده قیری
۱۰۸	۷-۳-۵- مرحله ۵: آزمایش مخلوط سنگدانه‌ای و مخلوط آسفالتی
۱۰۹	۷-۳-۶- مرحله ۶: انتخاب مخلوط سنگدانه‌ای
۱۱۰	۷-۳-۷- مرحله ۷: انتخاب مقدار مطلوب چسباننده قیری
۱۱۰	۷-۳- روش چکوسلوواکی
۱۱۰	۷-۳-۱- اصول اولیه
۱۱۰	۷-۳-۲- روش طراحی
۱۱۳	۷-۴- روش هلندی
۱۱۳	۷-۴-۱- اصول اولیه طراحی
۱۱۸	۷-۴-۲- ستور "عمل‌های عملی برای طراحی"
۱۱۹	۷-۴-۳- روش طراحی
۱۲۰	۷-۴-۴- به کارگیری روش طی کنترل تولید
۱۲۱	۷-۴-۵- خلاصه روش
۱۲۱	۷-۵- دیگر روش‌های طراحی
۱۲۱	۷-۵-۱- روش نقطه اسراع
۱۲۱	۷-۵-۲- روش ایرلندی
۱۲۲	۷-۵-۳- روش بیللی

فصل ۸- تحلیل‌ها و آزمایشات آزمایشگاهی

۱۲۵	۸-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه
۱۲۵	۸-۱-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از چدش مال
۱۲۶	۸-۱-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از یک متراکم‌ساز چرشی
۱۲۷	۸-۱-۳- ارزیابی بصری نمونه‌های آزمایشگاهی
۱۲۸	۸-۲- آزمایش ریزش مواد
۱۲۹	۸-۲-۱- روش شلبرگ
۱۲۹	۸-۲-۲- روش اشتو T305-97
۱۳۰	۸-۲-۳- روش‌های EN 18-12697
۱۳۱	۸-۳- آزمایش‌های فیلر
۱۳۱	۸-۳-۱- آزمایش سطح ویژه
۱۳۲	۸-۳-۲- تعیین فضای خالی فیلر متراکم شده

فصل ۹- تولید مخلوط SMA

۱۳۵	۹-۱- برنامه‌ریزی آسفالت
۱۳۶	۹-۲- ملاحظات عملی در زمان تولید مخلوط SMA
۱۳۶	۹-۳- فرایند تولید
۱۳۶	۹-۳-۱- درجه حرارت تولید مخلوط SMA
۱۳۸	۹-۳-۲- تولید مخلوط SMA در کارخانه پیوسته
۱۳۹	۹-۳-۳- نوسانات در مخلوط کردن اجزای سازنده
۱۳۹	۹-۳-۴- سیستم‌های بچینگ تثبیت‌کننده‌ها
۱۴۰	۹-۴- نگهداری مخلوط SMA آماده در سیلو
۱۴۰	۹-۵- کنترل تولید مخلوط SMA

- ۱-۵-۹- کنترل طبق دستورالعمل STB-07 (آئین نامه آلمان) ۱۴۱
 ۲ ۵ ۹ کنترل طبق دستورالعمل های آمریکایی ۱۴۱

فصل ۱۰- حمل و نقل و اجرای SMA ۱۴۳

- ۱-۱-۱۰- بارگیری ۱۴۵
 ۲-۱۰-۱- حمل و نقل ۱۴۵
 ۳-۱۰-۱- تخلیه ۱۴۷
 ۴-۱۰-۱- تکنیک های دیگر برای تخلیه مخلوط ۱۴۷
 ۲-۱۰-۱- شرایط پخش ۱۴۷
 ۱-۱۰-۲- حداقل دمای هوا و سطح زیر آسفالت ۱۴۷
 ۲-۱۰-۲- حداکثر دمای بستر راه (لایه زیرین) ۱۴۸
 ۳ ۲ ۱۰-۲-۳ باد و باران ۱۴۹
 ۴-۱۰-۲- آماده سازی سطح ۱۵۰
 ۱-۱۰-۳-۱- تمامت لایه ۱۵۲
 ۲ ۳ ۱۰-۳-۲ دما، مخلوط طی متراکم سازی ۱۵۲
 ۳ ۳ ۱۰-۳-۳ شش مکانیکی (فینیشر) ۱۵۳
 ۴ ۳ ۱۰-۳-۴ اجرای دستی ۱۵۴
 ۴ ۱۰-۴- متراکم سازی ۱۵۵
 ۱-۱۰-۴-۱- انواع و مشخصات سنگ ۱۵۵
 ۲-۱۰-۴-۲- مراحل عملیات پخش ۱۵۶
 ۵-۱۰-۵- کنترل لایه تکمیل شده ۱۵۸
 ۱ ۵ ۱۰-۵-۱ فضای خالی در یک لایه SMA تراکم شده ۱۵۸
 ۲ ۵ ۱۰-۵-۲ درصد تراکم ۱۵۹
 ۶-۱۰-۶- تکمیل لایه ۱۶۰
 ۱-۱۰-۶-۱- ماسه پاشی ۱۶۱
 ۷ ۱۰-۷- بازگشایی مسیر برای ترافیک ۱۶۲

فصل ۱۱- مشکلات (خرابی ها) ۱۶۳

- ۱-۱۱- نقاط قیری طولی چسباننده ۱۶۵
 ۲-۱۱- نقاط قیری طولی ماستیکی (جدا شدن) ۱۶۷
 ۱-۱۱-۲-۱- نقاط قیری ماستیکی با جدا شدن دانه ها ۱۶۷
 ۲-۱۱-۲-۲- نقاط قیری ماستیکی بدون جداسازی دانه ها ۱۶۸
 ۳ ۱۱-۳- نقاط قیری دایره ای شکل ۱۶۸
 ۴ ۱۱-۴- تکه های (تجمع) تثبیت کننده ۱۶۹
 ۵ ۱۱-۵- ساختار SMA بسیار بسته (فشرده و سطح صاف) ۱۶۹
 ۶-۱۱-۶- ساختار SMA بسیار متخلخل ۱۷۰
 ۷-۱۱-۷- نفوذپذیری در برابر آب ۱۷۲
 ۸ ۱۱-۸- مشکلات مربوط به دما و تکنیک های اجرای مخلوط ۱۷۲
 ۱-۱۱-۸-۱- مشکلات تولید و حمل و نقل ۱۷۲
 ۲-۱۱-۸-۲- مشکلات مربوط به اجرا ۱۷۳

پیشگفتار

شرکت سنگ و کوه دارای سه دهه سابقه اجرای پروژه‌های عمرانی در نقاط محروم کشور بوده و طی این مدت، گنجینه ارزشمندی از تجارب، نیروی انسانی متخصص و تجهیزات خاص به دست آورده است. اکنون شرکت با تمرکز بر روسازی راه و بومی‌سازی فناوری‌های نوین در صنعت قیر و آسفالت، محصولات مختلفی در زمینه‌های مختلف ارائه می‌کند.

این شرکت در زمینه روسازی راه، انواع آسفالت شامل آسفالت گرم عادی و پلیمری، آسفالت سرد امولسیون، آسفالت سطحی، ملاتی، سیل و میکروسرفیسینگ را تولید و اجرا می‌کند.

در زمینه آسفالت سطحی نیز این شرکت ابتدا سطح زیرین را با لایه نازکی از آسفالت ماسه‌ای پروفیله کرده و سپس با یک لایه آسفالت سطحی روکش می‌کند و این روش نسبت به روکش آسفالت گرم ۵۰ درصد صرفه‌جویی اقتصادی در بر دارد. هر دو سال گذشته ۲۵۰ کیلومتر از راه‌های اصلی به این روش روکش شده‌اند.

در سال‌های اخیر نیز بیش از ۸۵۰ کیلومتر از راه‌های روستایی به وسیله آسفالت سرد امولسیونی و با ضخامت ۳ سانتی‌متر روکش شده‌اند که این فناوری با توجه به قابلیت جابه‌جایی پلنت آسفالت و کیفیت بالای آسفالت امولسیونی بهترین روش در روکش راه‌های روستایی شناخته شد.

شرکت‌های بلوچ پاسارگاد و سپاهان قیر چابهار نیز زیرمجموعه شرکت سنگ و کوه می‌باشند. شرکت بلوچ پاسارگاد دارای پروانه بهره‌برداری و گواهی استاندارد کالا برای تولید انواع قیر می‌باشد. نیاز شرکت از جمله انواع قیرهای امولسیونی می‌باشد.

شرکت سنگ و کوه با نگاهی به آینده و با اعتقاد به اجرای با کیفیت روسازی، هم‌اکنون اولین و مجهزترین آزمایشگاه طرح اختلاط میکروسرفیسینگ کشور را در قالب شرکت سپاهان قیر چابهار تجهیز کرده و در حال برداشتن گام‌های بزرگ در زمینه تکنولوژی‌های نوین در صنعت قیر و آسفالت می‌باشد.

تردد ایمن و روان، از اهداف مهم و اصلی تمام سازمان‌ها و نهادهای ساخت و نگهداری راه می‌باشد و یکی از اقدامات مهم در دستیابی به این هدف، ایجاد سطحی مناسب بر روی راه‌ها با هدف کاهش تعمیر و نگهداری روسازی می‌باشد. امروزه برای افزایش طول عمر راه‌ها و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری راه‌ها، آسفالتی، از روکش‌های آسفالتی با ماندگاری بالا استفاده می‌شود. علی‌رغم این‌که این نوع آسفالت‌ها، رای هزینه اجرای اولیه بیشتری نسبت به آسفالت معمولی می‌باشند، ولی به دلیل افزایش طول عمر و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، کاملاً اقتصادی هستند. به همین دلیل در کشورهای توسعه‌یافته، تقریباً تمام روش‌های آسفالت معابر اصلی و مهم، از این نوع آسفالت‌ها می‌باشد.

یکی از این آسفالت‌های نسبتاً جدید، که استقبال بسیاری در جهان روبه‌رو شده است، آسفالت SMA می‌باشد که در متون فارسی تحت عنوان آسفالت با استخوان‌بندی سنگدانه‌ای ترجمه شده است. این نوع آسفالت که در واقع از تغییر در نسبت مصالح مورد استفاده در آسفالت (مصالح سنگی، قیر و فیلر و...) به دست آمده است، توانایی باربری بسیار زیاد نسبت به آسفالت معمولی دارای طولی عمری دو برابر می‌باشد.

با توجه به این‌که در چند سال گذشته، استفاده از این آسفالت در ایران نیز در حال رشد می‌باشد، ولی متأسفانه آشنایی کارفرمایان، پیمانکاران و مشاوران راهسازی در راه‌سازی کشور با این آسفالت بسیار محدود می‌باشد، لذا در این کتاب به معرفی این آسفالت پرداخته شده است.

سعی شده در این کتاب علاوه بر تاریخچه استفاده، محاسن، نکات تئوری و علمی این نوع آسفالت، مسائل طراحی و طرح اختلاط و شرایط اصول اجرایی (تولید، حمل و پخش) و مطالب عملی و همچنین مشکلات اجرایی این آسفالت بیان شود که مجموعه‌ای کامل از مطالب تئوری و عملی مفید و قابل استفاده برای همه متخصصان است.