

روسازی بتن متخلخل

Pervious Concrete Pavement

تألیف:

علیرضا جوشقانی - دکترای روسازی از دانشگاه تگزاس ای آندام

امیرگل رو - عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

زمستان ۱۳۹۹



شماره ۴۹۷

سرشناسه: جوشقانی، علیرضا، ۱۳۶۹-

عنوان و نام پدیدآور: روسازی بتن متخلخل = Pervious concrete pavement / تالیف علیرضا جوشقانی، امیر گل‌رو.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۹.

مشخصات ظاهری: ز، ۱۸۴ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.

فروست: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی: ۴۹۷.

شابک: ۹ ۶۹-۶۶۵۵-۶۲۲-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: واژه‌نامه.

یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۶۴ - ۱۷۸.

موضوع: روسازی با بتن / Pavements, Concrete

موضوع: روسازی متخلخل / Pavements, Porous

موضوع: بلوک‌های بتنی / Concrete blocks

شناسه افزوده: گل‌رو، امیر، ۱۳۵۹-

رده بندی کنگره: TE۷۷۸

رده بندی دیویی: ۶۲۵/۸۴

شماره کتابشناسی ملی: ۷۴۱۵۱۹۶

press.kntu.ac.ir



ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

عنوان: روسازی بتن متخلخل

مؤلف: مهندس علیرضا جوشقانی و دکتر امیر گل‌رو (هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: دی ۱۳۹۹، تهران

شمارگان: ۲۰۰ جلد

ویرایش: ویراستار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

صحافی: گرنامی

چاپ: کیان‌نشر

قیمت: ۴۳۰۰۰ تومان

تمام حقوق برای ناشر محفوظ است

خیابان میرداماد غربی - شماره ۴۷۰ - انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - تلفن: ۸۸۸۱۰۵۲

میدان ونک - خیابان ولی‌عصر (ع) - بالاتر از چهارراه میرداماد - شماره ۲۶۲۶ - مرکز پخش و فروش انتشارات

تلفن: ۸۸۷۷۲۷۷ رایانامه: press@kntu.ac.ir - تارنما (فروش برخط): press.kntu.ac.ir

پیشگفتار

در کشور ما وجود منابع فراوان مواد اولیه تشکیل دهنده بتن نظیر سنگ‌دانه‌ها، تعدد کارخانه‌های تولید سیمان، هزینه کمتر حمل مواد از یک سو و افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی و قیمت بالاتر قیر نسبت به سیمان از سوی دیگر، استفاده از روسازی بتنی را از لحاظ اقتصادی در مقایسه با روسازی آسفالتی برتری می‌دهد. علاوه بر این، در سال‌های اخیر نگرانی‌ها در رابطه با کاهش آلاینده در منابع آب و محیط‌زیست، رو به رشد بوده‌است. بخشی از این آلودگی ناشی از رواناب مناطق توسعه‌یافته است که پتانسیل آلوده کردن منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی را دارد. از این رو با توجه به توسعه و گسترش شهرها و نیاز روزافزون به معابر و جاده‌ها، استفاده از یک سیستم روسازی کارآمد برای مهار رواناب سطحی، که دوستدار محیط‌زیست بوده و از استانداردهای توسعه پایدار نیز تبعیت کند؛ به شدت احساس می‌شود.

روسازی بتن متخلخل یکی از انواع روسازی‌های بتنی است که با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد آن از جمله قابلیت نفوذپذیری بالا به عنوان یک سیستم دوستدار محیط‌زیست شناخته می‌شود. از سوی دیگر، از نظر شرایط محیطی و جغرافیایی، ایران کشوری است که در بعضی از مناطق دارای بارش سالیانه بالا (نظیر استان‌های شمالی کشور) بوده و از این رو استفاده از بتن متخلخل می‌تواند بسیار مثمر ثمر باشد.

اهمیت بالای این موضوع، در کنار نبود و یا کمبود کتابی جامع در این زمینه، ما را بر آن داشت تا مجموعه حاضر را تهیه کرده و در اختیار علاقه‌مندان و فعالان این عرصه قرار دهیم. این کتاب شامل اطلاعات فنی در مورد طراحی، مواد و مصالح، مشخصات مکانیکی، کاربرد و روش‌های بازرسی بتن متخلخل می‌باشد که در سیزده فصل تهیه شده‌است.

در فصل اول کلیاتی در رابطه با بتن متخلخل و کاربردهای آن آورده شده‌است. فصل‌های دوم تا چهارم به ترتیب شامل مطالبی در رابطه با مصالح مصرفی، ویژگی‌ها و نسبت اختلاط بتن متخلخل می‌باشد. در فصل چهارم تلاش شده علاوه بر ارائه طرح اختلاطی مطلوب، ضمن رعایت تناسب در مقادیر مقاومت و نفوذپذیری، از مواد افزودنی طبیعی مکمل سیمان نظیر سرباره، زئولیت و تراس نیز استفاده شود. گرایش روزافزون جهانیان به استفاده از این مواد با توجه به خواص مطلوب، توجیه اقتصادی و آثار مثبت زیست‌محیطی آنها ایجاب می‌کند تا در کشور ما نیز شناختی دقیق از این مواد حاصل شده و کاربرد آنها گسترش یابد.

در فصل‌های پنجم تا هفتم طراحی، اجرا و آزمایش‌های قبل از اجرا، در حین اجرا و پس از آن آورده شده و در فصل هشتم نیز با عنوان «ارزیابی عملکرد روسازی بتن متخلخل»، انواع خرابی روسازی بتن متخلخل بررسی شده‌است. در فصل نهم توسعه شاخص وضعیت روسازی بتن متخلخل و در فصل دهم مدل اضمحلال

روسازی بتن متخلخل تشریح شده است. در فصل یازدهم نیز روشهای تعمیر و نگهداری مناسب بتن متخلخل به منظور حفظ عملکرد مطلوب در طول چرخه عمر آن بررسی شده است.

از آنجا که تحقیقات بیشتری برای بررسی عملکرد بتن متخلخل در کاربردهای مختلف آن لازم است و اطلاع از چگونگی عملکرد بتن متخلخل به استفاده بیشتر از آن می‌انجامد؛ در فصل دوازدهم، با عنوان «محدودیت‌ها، کاربردهای بالقوه و نیازهای تحقیقاتی»، به نیازهای تحقیقاتی در این زمینه پرداخته شده است تا راهنمایی برای علاقه‌مندان به انجام کارهای پژوهشی در زمینه بتن متخلخل و روسازی بتن متخلخل باشد. در فصل آخر نیز، امتیازات زیست‌محیطی روسازی بتن متخلخل بیان شده است.

امید است این کتاب با عناوین و فصل‌هایی که گفته شد؛ در راستای معرفی و ترویج استفاده از روسازی بتن متخلخل مؤثر واقع شده و مورد توجه پژوهشگران این عرصه قرار گیرد. بدیهی است هیچ اثری بدون نقص نخواهد بود. نظرات و انتقادات سازنده شما خواننده گرانقدر در اعتلای سطح کیفی این کتاب بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در انتها نویسندگان این کتاب بر خود لازم می‌دانیم از سرکارخانم مهندس مرضیه تاج‌الدینی که در حوزه ویراستاری و همچنین حوزه فنی این کتاب با نکته‌سنجی‌های دقیق و موشکافانه‌شان زحمات بی‌دریغی را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

علیرضا جوشقانی - امیر گل و

زمستان ۹۹

صفحه

فهرست عناوین

فصل اول کلیات.....	۱
۱-۱ مقدمه	۱
۲-۱ ضرورت استفاده از بتن متخلخل.....	۳
۳-۱ تعاریف	۳
۴-۱ تاریخچه بتن متخلخل.....	۴
۵-۱ کاربردهای بتن متخلخل.....	۱۳
۱-۵-۱ استفاده از بتن متخلخل در روسازی	۱۴
۱-۵-۱-۱ رویه روسازی	۱۵
۲-۱-۵-۱ بسترهای نفوذپذیر و کناره‌های زهکش	۱۷
۳-۱-۵-۱ شانه راه	۱۷
۶-۱ مزایای روسازی بتن متخلخل.....	۱۷
۱-۶-۱ مزایای اقتصادی	۱۸
۱-۶-۱-۱ ارزان بودن سیمان در مقایسه با قیر	۱۹
۲-۱-۶-۱ هزینه‌های چرخه عمر کمتر	۱۹
۳-۱-۶-۱ صرفه‌جویی در هزینه‌های مدیریت رواناب	۱۹
۲-۶-۱ مزایای زیست‌محیطی	۲۰
۱-۲-۶-۱ تصفیه رواناب	۲۱
۲-۲-۶-۱ تغذیه ذخایر آب زیرزمینی	۲۱
۳-۲-۶-۱ کاهش آلودگی صوتی	۲۱
۴-۲-۶-۱ استفاده از سیمان به‌جای قیر	۲۲
۳-۶-۱ مزایای اجتماعی.....	۲۲
۷-۱ معایب و چالشهای روسازی بتن متخلخل.....	۲۲
فصل دوم مصالح مصرفی.....	۲۴
۱-۲ مقدمه	۲۴
۲-۲ سنگدانه.....	۲۵
۳-۲ مواد سیمانی.....	۲۶
۴-۲ آب	۲۶
۵-۲ مواد افزودنی.....	۲۶
فصل سوم ویژگیهای بتن متخلخل.....	۲۸
۱-۳ مقدمه	۲۸

۲۹	۲-۳ مقاومت فشاری و کششی
۳۳	۳-۳ مقاومت خمشی
۳۶	۴-۳ مقدار چگالی و تخلخل
۳۷	۵-۳ اندازه منافذ
۳۹	۶-۳ نرخ نفوذپذیری
۴۰	۷-۳ دوام
۴۱	۸-۳ سختی
۴۲	۹-۳ جذب آکوستیک

فصل چهارم نسبت اختلاط بتن متخلخل

۴۳	۱-۴ مقدمه
۴۳	۲-۴ نسبت آب به مواد سیمانی
۴۴	۳-۴ میزان حفرات
۴۵	۴-۴ مقدار سنگدانه
۴۶	۵-۴ میزان خمیر، سیمان و آب
۴۷	۶-۴ طرح اختلاط بتن متخلخل
۴۸	۱-۶-۴ مثال طراحی بتن متخلخل

فصل پنجم طراحی روسازی بتن متخلخل

۵۱	۱-۵ مقدمه
۵۱	۲-۵ طراحی سازه‌ای
۵۱	۱-۲-۵ بستر و زیراساس
۵۳	۲-۲-۵ مقاومت بتن
۵۴	۳-۲-۵ طراحی ضخامت سازه
۵۴	۳-۵ طراحی مدیریت فاضلاب
۵۶	۴-۵ نگهداری روسازی متخلخل
۵۸	۵-۵ طراحی زهکشی
۶۱	۶-۵ اعتبار اعطایی جهت به کارگیری سطوح متخلخل
۶۲	۷-۵ مسأله نمونه طراحی

فصل ششم اجرای روسازی بتن متخلخل

۶۳	۱-۶ مقدمه
۶۴	۲-۶ اصول عمومی ساخت

۶۵	۴-۶ بتن ریزی
۶۶	۱-۴-۶ قالب‌ها
۶۶	۶-۴-۲ ریختن بتن
۶۷	۳-۴-۶ نوارهای کناری
۶۷	۵-۶ تجهیزات بتن ریزی
۶۹	۶-۶ تحکیم
۷۰	۷-۶ درز گذاری
۷۲	۸-۶ عمل آوری و مراقبت
۷۳	۹-۶ حفاظت در آب و هوای سرد و گرم
۷۴	فصل هفتم بازرسی، کنترل کیفیت و آزمایش
۷۴	۱-۷ مقدمه
۷۴	۲-۷ بازرسی و آزمایش پیش از ساخت
۷۵	۳-۷ بازرسی و آزمون‌های آزمایشگاهی در طول ساخت و ساز
۷۵	۴-۷ بازرسی و آزمایش بعد از ساخت
۷۹	فصل هشتم ارزیابی عملکرد روسازی بتن متخلخل
۷۹	۱-۸ مقدمه
۷۹	۲-۸ ناهمواری روسازی
۸۰	۳-۸ ایمنی روسازی
۸۱	۴-۸ خرابی سطحی روسازی
۸۲	۱-۴-۸ بیرون پریدگی
۸۳	۲-۴-۸ افتادگی شانه (نسبت به سواره‌رو)
۸۳	۳-۴-۸ پلکانی شدن
۸۴	۴-۴-۸ پوسته پوسته شدن / ترک خوردگی سطحی
۸۵	۵-۴-۸ پکیدگی گوشه
۸۶	۶-۴-۸ پکیدگی لبه
۸۷	۷-۴-۸ ترک خوردگی انقباضی
۸۷	۸-۴-۸ ترک خوردگی خطی (ترک‌های طولی، عرضی و قطری)
۸۸	۹-۴-۸ ترک خوردگی دوام (نوع "D")
۸۹	۱۰-۴-۸ ترکیدگی/کمانش
۸۹	۱۱-۴-۸ تقسیم دال
۹۰	۱۲-۴-۸ شکستگی گوشه