

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

بتن خودتراکم

دکتر پرویز قزوینی (استاد دانشگاه علم و صنعت ایران)

دکتر علی اکبر رمضانیان (استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

دکتر محمد شکرچی راده (استاد دانشگاه تهران)

دکتر محسن تدین (استاد دانشگاه بطنی سینا)

دکتر طیبه پرهیزکار (عضوهیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

دکتر علی اکبر شیرزادی جاوید

مهندس امیرمازیار رئیس قاسمی

شماره نشر: ک - ۷۱۲

چاپ اول: ۱۳۹۳

۱۴۱۹۴۷۷

۹۵، ۴، ۲۱

عنوان و نام پدیدآور	بتن خودتراکم / نویسندگان [پرویز قدوسی... (و دیگران)]
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	۲۸۸ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی: شماره نشر ک- ۷۱۲
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۱۳-۱۲۵-۷
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	نویسندگان پرویز قدوسی، علی اکبر رمضانیان پور، محمد شکرچی زاده، طیبه پرهیزکار، محسن تدین، امیرمازیار رئیس قاسمی، علی اکبر شیرزادی جاوید.
یادداشت	کتابنامه
موضوع	بتن خودتراکم
شناسه افزوده	قدوسی، پرویز، ۱۳۳۰-
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
رده بندی کنگره	۷۱۲/ب۲ ۳۹۳: ۲۸۴۳۹
رده بندی دیسی	۶۲۵/۸۴:
شماره کتابشناس ملی	۳۵۷۴۷۴۱:

مصوبه شماره ۹۳/۸۰۴ چاپ کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بتن خودتراکم

دکتر پرویز قدوسی، دکتر علی اکبر رمضانیان پور، دکتر محمد شکرچی زاده، دکتر محسن تدین،

دکتر طیبه پرهیزکار، دکتر علی اکبر شیرزادی جاوید، محسن امیرمازیار رئیس قاسمی

شماره نشر: ک - ۷۱۲ چاپ اول: ۳۹۱

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تنظیم برای چاپ: نسرين مقدس

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بها: ۱۰۰۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به ناشر تعلق دارد.

نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی،

خیابان حکمت، صندوق پستی: ۱۳۱۴۵-۱۶۹۶

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

صفحه الکترونیکی: <http://www.bhrc.ac.ir>

president@bhrc.ac.ir

پیشگفتار

در سال‌های اخیر نیاز بشر به سازه‌های خاص بسیار افزایش یافته است. در این سازه‌ها قطعاتی به کار می‌رود که ساخت آنها به مواد و مصالح نوین به‌ویژه بتن‌های خاص نیاز دارد و بدون این بتن‌ها امکان اجرای آنها نیست. قطعاتی مانند پوسته‌های نازک بتنی یا قطعات دارای طرح‌های ویژه برای نمای سازه‌ها از این‌گونه اجزای سازه‌ای می‌باشند. از این رو، عمده تلاش محققان حوزه تکنولوژی بتن به تحقیق درباره تولید و استفاده از بتن‌های خاص معطوف شده است. یکی از انواع این بتن‌ها، که به دلیل مزایای آن با اقبال گسترده‌ای روبرو شده و توانسته به سرعت از نیازهای ذکر شده را رفع نماید، بتن خود تراکم است. مزیت این بتن، روانی بسیار زیاد در عین مقاومت کافی در برابر جدایشگی است. این بتن قادر است بدون هیچ‌گونه لرزشی - رور قابل توجهی - فواصل با تراکم بالای میلگرد جریان یابد و به خوبی تحت وزن خود متراکم شود.

ایران نیز در چند سال گذشته از زمان استفاده از بتن خودتراکم پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. در چندین پروژه بزرگ این بتن به کار گرفته شده و استفاده از آن نیز به سرعت در پروژه‌های عمرانی کشور در حال گسترش است. در این کتاب سعی شده آخرین یافته‌های محققان در دنیا و ایران درباره بتن خودتراکم در فصول مجزا مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	تاریخچه SCC	۱
۳-۱	خصوصیات بتن تا خودتراکم	۳
۴-۱	مزایا و معایب بتن خودتراکم	۴
۵-۱	انواع بتن‌های خودتراکم	۵
۶	منابع فصل اول	۶

فصل دوم: پودر سنگ و ماده افزودنی اصلاح‌کننده ویسکوزیته

۱-۲	مقدمه	۷
۲-۲	انواع پودر	۸
۳-۲	ماده افزودنی اصلاح‌کننده ویسکوزیته	۲۲
۲۵	منابع فصل دوم	۲۵

فصل سوم: چگالی انباشتگی

۱-۳	نظریه چگالی انباشتگی	۲۷
۲-۳	مدل‌های انباشتگی ذرات	۲۸
۳-۳	اهمیت مقادیر خمیر سیمان	۳۰
۴-۳	نظریه خمیر سیمان	۳۱



۳-۵	تعیین کردن مقدار مورد نیاز خمیر	۳۲
۳-۶	اثر حجم خمیر بر خواص رئولوژی	۳۴
۳-۷	مدل‌های چندگانه چگالی انباشتگی	۳۷
۳-۸	اندازه‌گیری چگالی انباشتگی در حالت تر (خیس)	۴۲
۳-۹	منحنی‌های دانه‌بندی طرح ملی مخلوط ایران و چگالی انباشتگی	۴۴
۴۴	منابع فصل سوم	۴۴

فصل چهارم: طرح نسبت‌های مخلوط

۴-۱	مقدمه	۴۵
۴-۲	روش‌های طرح بتن	۴۵
۴-۷	منابع فصل چهارم	۷۵

فصل پنجم: رئولوژی بتن خودتراکم

۵-۱	مقدمه	۷۷
۵-۲	رفتار رئولوژی بتن خودتراکم	۷۷
۵-۳	اندازه‌گیری معیارهای رئولوژی	۸۱
۵-۴	مدل‌های پیش‌بینی ویسکوزیته پلاستیک	۸۵
۵-۵	تفاوت تنش جاری استاتیک و دینامیک	۸۶
۵-۶	ارتباط تنش جاری و بتن‌ریزی	۸۷
۵-۷	تغلیظ‌پذیری	۸۸
۵-۸	تفاوت ضخیم‌شدگی و تغلیظ‌پذیری	۹۱
۵-۹	تأثیر تغلیظ‌پذیری در اجرا	۹۲
۵-۱۰	عوامل مؤثر در تغلیظ‌پذیری	۹۶
۵-۱۱	اثر اجزای بتن در رئولوژی	۹۶
۵-۱۲	جعبه‌کارایی و رئوگراف	۱۰۵

۱۱۷	۱۳-۵ اثر اجزای بتن در رئولوژی بر اساس ACI
۱۲۱	۱۴-۵ پیش‌بینی معیارهای رئولوژی از آزمایش‌های بتن تازه
۱۲۴	۱۵-۵ نتایج تحقیقات در دانشگاه علم و صنعت ایران
۱۳۳	منابع فصل پنجم

فصل ششم: آزمایش‌های کارایی

۱۳۵	۱-۶ مقدمه
۱۳۷	۲-۶ انواع پایداری بتن خودتراکم
۱۳۹	۳-۶ آزمایش‌های کارایی بتن خودتراکم
۱۵۷	۴-۶ ارتباط نتایج آزمایش‌های بتن تازه با شکل عضو و مشخصات عضو
۱۶۳	۵-۶ ارتباط نتایج آزمایش‌های بتن تازه با مصالح مصرفی
۱۷۸	منابع فصل ششم

فصل هفتم: خواص مکانیکی و تغییر شکل‌ها

۱۸۱	۱-۷ مقدمه
۱۸۱	۲-۷ اثر پودرسنگ در ریزساختار بتن
۱۸۶	۳-۷ مقاومت فشاری
۱۹۵	۴-۷ جمع‌شدگی و خزش
۲۰۲	۵-۷ مدل‌های پیش‌بینی جمع‌شدگی
۲۰۴	۶-۷ مدول الاستیسیته و مقاومت کششی
۲۰۴	۷-۷ مدل‌های تخمین مدول الاستیسیته و مقاومت کششی
۲۰۷	۸-۷ مقاومت ضربه
۲۰۷	۹-۷ خواص مکانیکی بر اساس ACI
۲۰۹	۱۰-۷ خواص مکانیکی بر اساس اروپا
۲۱۰	منابع فصل هفتم

فصل هشتم: دوام

۲۱۳	۱-۸ مقدمه
۲۱۴	۲-۸ بخش اول: ارزیابی دوام بتن
۲۲۸	۳-۸ بخش دوم: مروری بر منابع
۲۴۲	۴-۸ بخش سوم: نتایج تحقیقات در ایران
۲۴۹	۵-۸ دوام از دیدگاه آیین‌نامه‌ها
۲۴۹	منابع فصل هشتم

فصل نهم: روش‌های اجرا

۲۵۱	۱-۹ مقدمه
۲۵۱	۲-۹ ابقاپذیری
۲۵۸	۳-۹ طراحی قالب
۲۶۵	۴-۹ اجرای بتن خودتراکم
۲۷۵	منابع فصل نهم
۲۷۷	اصطلاحات و واژگان فنی