

راهنمای کاربردی بتن حاوی الیاف فولادی

نویسندگان:

محمد حکرچی زاده

تارا رحمانی

سرشناسه: شکرچی زاده، محمد. ۱۳۳۹-

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای کاربردی بتن حاوی الیاف فولادی / نویسندگان محمد شکرچی زاده، تارا رحمانی.

مشخصات نشر: تهران: علم و ادب، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۱۶۰ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۰۰۵-۶۸-۵

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: کتابنامه.

موضوع: بتن تقویت شده با الیاف.

موضوع: بتن پیش تنیده.

شماره افزوده: رحمانی، تارا، ۱۳۶۳-

رده بندی شکره: ۱۳۹۳ ۲ ۸ ش / TA ۴۴۴

ردیف: ۶۳۴/۱۸۳۴۱

شماره شناسه ملی: ۳۶۱۴۵۶۰

راهنمای کاربردی بتن حاوی الیاف فولادی

مؤلفین: محمد شکرچی زاده، تارا رحمانی

ناشر: انتشارات علم و ادب

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۹۵

نوبت چاپ: اول

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۰۰۵-۶۸-۵

«کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و جز اینها

برای «انتشارات علم و ادب» محفوظ است.»

نشانی: خیابان انقلاب، خیابان قدس، پلاک ۳، واحد ۲، تلفن: ۶۶۹۶۶۵۸۶

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱
فصل اول : معرفی بتن حاوی الیاف فولادی	۵
۱-۱- مقدمه	۵
۱-۲- انواع الیاف فولادی	۶
۱-۳- عملکرد الیاف فولادی در بتن	۸
فصل دوم : مشخصات، نسبت های اختلاط و تولید بتن حاوی الیاف فولادی	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۳
۲-۲- مصالح مصرفی	۱۴
۳-۲- طرح اختلاط	۱۵
۴-۲- قالب بندی و آرماتوربندی	۱۸
۵-۲- پیمانه کردن، اختلاط و انتقال بتن	۱۸
۶-۲- جا دادن و پرداخت سطح بتن	۲۳
۷-۲- عمل آوری	۲۹
۸-۲- بهداشت و ایمنی	۳۰
۹-۲- آزمایش های کنترل مقدار و توزیع الیاف در بتن	۳۱
مراجع	۳۲
فصل سوم : تأثیر الیاف فولادی بر ویژگی های بتن تازه و سخت شده	۳۵
۱-۳- مقدمه	۳۵
۲-۳- تأثیر الیاف فولادی بر ویژگی های بتن تازه	۳۵
۳-۳- تأثیر الیاف فولادی بر ویژگی های مکانیکی بتن	۳۶
۴-۳- تأثیر الیاف فولادی بر دوام بتن	۵۸
مراجع	۷۰
فصل چهارم : روش های آزمایش برای تعیین ویژگی های مکانیکی بتن حاوی الیاف فولادی	۷۵
۱-۴- مقدمه	۷۵

۷۶	۲-۴- مقاومت کششی محوری بتن حاوی الیاف فولادی
۷۷	۳-۴- مقاومت خمشی بتن حاوی الیاف فولادی
۷۷	۴-۴- آزمایش‌های تیر بتنی برای تعیین مقاومت خمشی باقیمانده
۸۲	۵-۴- آزمایش‌های دال بتنی برای تعیین طاقت
۸۵	مراجع
۸۷	فصل پنجم: روش‌های عمومی طراحی در بتن حاوی الیاف فولادی
۸۷	۱-۵- مقدمه
۹۱	۲-۵- طراحی الاستیک
۹۲	۳-۵- طراحی خط تسلیم
۹۳	۴-۵- توصیه‌های طراحی برای خمش
۱۰۰	۵-۵- مقاومت برشی
۱۰۲	۶-۵- حالت حدی بهره‌برداری
۱۰۶	مراجع
۱۰۷	فصل ششم: مروری بر کاربردهای متداول الیاف فولادی
۱۰۷	۱-۶- مقدمه
۱۰۸	۲-۶- دال‌های متکی به زمین
۱۱۱	۳-۶- دال‌های معلق
۱۱۳	۴-۶- بتن درجا
۱۱۷	۵-۶- دال‌های کامپوزیت با عرشه فولادی
۱۱۹	۶-۶- قطعات پیش‌ساخته
۱۲۳	۷-۶- شاتکریت
۱۲۸	۸-۶- سازه‌های در معرض انفجار و بارهای ناشی از برخورد پرتابه‌ها
۱۲۸	۹-۶- معرفی پروژه‌های اجرا شده در داخل کشور
۱۳۲	مراجع
۱۳۳	پیوست شماره ۱: مشخصات استاندارد بتن الیافی مطابق با ASTM C1116-10
۱۵۰	پیوست شماره ۲: طراحی دال‌های بتن الیافی متکی به زمین

بتن ماده‌ای تر است که تحت فشار عملکرد خوبی دارد، اما در کشش ضعیف عمل می‌کند. در کاربردهای سازه‌ای، برای رفع این مشکل از آرماتور یا فولاد پیش‌تنیده استفاده می‌شود. در بتن مسلح، کرنش گسیختگی کششی بتن بسیار کوچکتر از کرنش تسلیم آرماتورها بوده و به همین دلیل پیش از انتقال بار قابل توجه به آرماتورها، بتن دچار ترک‌خوردگی می‌گردد. علاوه بر تحمل تنش‌های کششی نظیر بار نهایی وارد شده به عضو بتنی، نقش دیگر آرماتورها محدود نمودن عرض ترک‌های بوجود آمده در سازه تحت شرایط بهره‌رسانی می‌باشد.

الیاف فولادی در برخی کاربردها می‌تواند به عنوان جایگزین آرماتورهای معمولی و یا مش استفاده شود. اگرچه نخستین کاربرد الیاف فولادی مربوط به ترمیم حفرات وجود آمده در باند پرواز فرودگاه در اثر اصابت بمب حین جنگ جهانی دوم می‌باشد، اما کاربرد اصلی الیاف فولادی از دهه ۱۹۷۰ میلادی به ویژه در اروپا، ژاپن و ایالات متحده آمریکا شتاب بیشتری یافته است.

امروزه کف‌های صنعتی و روسازی‌ها از کاربردهای اصلی بتن حاوی الیاف فولادی محسوب می‌شوند. به عنوان مثال در کشور انگلستان در طول ده سال گذشته، چندین میلیون متر مربع دال بتنی حاوی الیاف فولادی از نوع متکی به زمین^۱ و متکی به شمع^۲ اجرا شده است. از دیگر کاربردهای مهم بتن حاوی الیاف فولادی می‌توان به کفسازی‌های خارجی، شاتکریت، دال‌های کامپوزیت روی عرشه فولادی و المان‌های پیش‌ساخته اشاره نمود. الیاف فولادی اغلب به عنوان جایگزین مش در دال‌های متکی به زمین استفاده می‌شوند. در سال‌های اخیر، کاربرد این الیاف در دال‌های متکی به

^۱ Ground supported slab

^۲ Pile supported slab

شمع به عنوان جایگزین تمام یا بخشی از آرماتورها نیز روند رو به رشدی یافته است. در این موارد به دلیل صرفه‌جویی‌های بوجود آمده مربوط به تأمین و نصب شبکه سیمی جوش شده یا همان مش، هزینه‌های اضافی ناشی از افزودن الیاف فولادی به بتن جبران می‌شود. همچنین با کاربرد الیاف فولادی، به دلیل کاهش حمل و نقل آرماتور و مشکلات ناشی از آن، بهداشت و ایمنی کار بهبود می‌یابد. مزیت دیگر استفاده از الیاف فولادی در بتن، حذف مشکلات مربوط به عدم قرارگیری صحیح آرماتورها در عمق دال بتنی می‌باشد.

اگرچه امروزه الیاف فولادی به صورت گسترده در ایالات متحده آمریکا، اروپا و نقاط دیگر جهان استفاده می‌شود، اما متأسفانه مهندسين و دست‌اندرکاران ساخت و ساز در کشور آشنایی چندانی با موضوع بتن‌های الیافی ندارند. یکی از مهمترین دلایل این امر، عدم وجود کتاب‌های آموزشی و مدارک فنی به زبان فارسی می‌باشد. از این رو، انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران به عنوان یک مرکز تحقیقاتی پیشرو با هدف افزایش دانش عمومی و تخصصی مهندسين در زمینه بتن، تهیه کتاب راهنمای کاربردی بتن حاوی الیاف فولادی را در دستور کار خود قرار داد.

در تدوین کتاب حاضر تلاش شده است تا مروری معتبر بر دستاوردهای روز و به‌روزترین مراجع و مدارک فنی موجود در ادبیات فنی در کنار تجربه‌های عملی و مطالعات آزمایشگاهی نویسندگان استفاده گردد. فصل اول این کتاب به معرفی بتن حاوی الیاف فولادی، انواع الیاف فولادی و عملکرد آنها در بتن می‌پردازد. در فصل دوم، مباحث مربوط به طرح اختلاط، تولید اجزای بتن حاوی الیاف فولادی بیان می‌گردند. اثر افزودن الیاف فولادی بر ویژگی‌های بتن تازه، ویژگی‌های مکانیکی و دوام بتن در فصل سوم مورد بحث قرار گرفته است. لازم به ذکر است که مطالب این فصل پس از مرور جامع ادبیات فنی در این زمینه و با استناد به مراجع معتبر جمع‌آوری شده و نگارش یافته است. در فصل چهارم، روش‌های آزمایش برای تعیین ویژگی‌های مکانیکی بتن حاوی الیاف فولادی بر اساس استانداردهای بین‌المللی متداول تشریح شده‌اند. فصل پنجم به بیان روش‌های عمومی طراحی در بتن حاوی الیاف فولادی اختصاص داده شده است. مطالب این فصل برگرفته از گزارش فنی شماره ۶۳ انجمن بتن انگلیس با عنوان "راهنمای طراحی بتن حاوی الیاف فولادی" می‌باشد. در فصل ششم کاربردهای متداول الیاف فولادی در بتن و تعدادی از نمونه‌های اجرا شده آن در جهان معرفی شده‌اند. در پایان این فصل نیز اطلاعات مربوط به برخی پروژه‌های اجرا شده در داخل کشور ارائه شده است. در پیوست شماره ۱ ترجمه کامل استاندارد ASTM C1116 با عنوان "مشخصات استاندارد بتن الیافی"

و در پیوست شماره ۲ روش طراحی دال‌های بتن الیافی متکی به زمین از گزارش فنی شماره ۳۴ انجمن بتن انگلیس آورده شده است.

انتشار کتاب حاضر با حمایت شرکت صنایع مفتولی زنجان انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مسئولین شرکت خصوصاً جناب آقای مهندس محمد مالکی تهرانی تشکر و قدردانی نمایند. همچنین از راهنمایی‌های آقای دکتر مهدی بخشی از دانش‌آموختگان انستیتو مصالح ساختمانی که در کمیته بتن الیافی انجمن بتن آمریکا حضور فعال و موثر دارند، تشکر می‌شود. علاوه بر آن لازم است به خاطر کمک‌های بی‌دریغ آقایان مهندس سینا انصاری، مهندس محمد حسین افتخاری و سر رشته‌داری، دانش‌آموختگان و دانشجویان دانشکده فنی دانشگاه تهران که با کمک آنها تهیه این کتاب مقدور گردید، کمال تشکر و قدردانی ابراز شود.

امید است با توجه به تولید بیاف فولادی در داخل کشور و مزایای استفاده از این الیاف در بتن، شاهد گسترش کاربردهای بتن همراهی الیاف فولادی در عرصه‌های مختلف صنعت بتن کشور باشیم و انتشار این کتاب بتواند جهت فرسنگی به آشنایی مهندسین و دست‌اندرکاران صنعت بتن کشور با مقوله بتن‌های حاوی الیاف فولادی بیندازد. با تمام کوششی که در تدوین و نگارش این کتاب صورت گرفته است، اما مطالب آن عاری از لغزش کلامی نیست. از این رو خواهشمند است نظرات و پیشنهادها سازنده خود را به پست الکترونیکی (tara_rahmani@ut.ac.ir) ارسال نمایید.

انستیتو مصالح ساختمانی

پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران

محمد شکرچی‌زاده

تارا رحمانی