٩٩١٦٩

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
پژوهشکده ساختمان و مسکن

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی زلزله

خواص بتن با استفاده از لاستیک های ضایعاتی

Concrete Properties Containing Recycled Rubber Waste

اساتید راهنما:

جناب آقای پرفسور کاوه

مهندس طاهره دارستانی فراهانی

دانشجو:

سیده مریم دشتی زند

۱۳۸۷ /۵/ ۲۵

پاییز ۱۳۸۵

۹۹۱۶۹

بسمه تعالي

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
پژوهشکده ساختمان و مسکن

تاییدیه هیات داوران

خانم **سیده مریم دشتی‌زند** پایان‌نامه کارشناسی ارشد ۶ واحدی خود را با عنوان **« اصلاح خواص بتن با استفاده از لاستیک‌های ضایعاتی»** که در تاریخ ۸۵/۸/۲۸ ارایه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران با گرایش مهندسی زلزله پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضا
۱- استاد راهنمای اول	آقای دکتر علی کاوه	
۲- استاد راهنمای دوم	خانم مهندس طاهره دارستانی فراهانی پژوهشگاه علمی و پتروشیمی ایران	
۲- استاد مشاور	-	
۳- استادان ممتحن خارجی	آقای دکتر عبدالرسول ارومیه‌ای پژوهشگاه علمی و پتروشیمی ایران	
داخلی	آقای دکتر طارق مهدی	
۴- مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی):	آقای دکتر علی کاوه	

۹۹۱۶۹

کلیه حقوق اعم ازچاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجم واقتباس برای پژوهشکده ساختمان ومسکن محفوظ است.

تقدیم

به او که دلیل وامید زنده ماندنم از اوست وبرکرامت وبزرگواریش دل بسته ام.

به آن دوکه تلاش بی منتشان رافدای من می کنندوبه دعای خیرشان سخت نیازمندم

وتقدیم به همسرعزیزم که درایام تحصیل،سکوت وتنهایی مراپذیرفته وهمواره مشوقم بودند.

سلامتی وعزت آن بزرگواران راازخداوند متعال خواستارم

تقدیر و تشکر

با سپاس فراوان از درگاه داناترین عالمان،لازم می دانم درابتدااززحمات اساتید گرانقدرجناب آقای پرفسورکاوه وسرکارخانم مهندس دارستانی که در کلیه مراحل تحقیق،بعنوان اساتیدراهنما،ازجناب ااازرهنمودهای ارزشمندخودنمودندقدردانی [illegible].

همچنین ازجناب آقای دکترزیاری ریاست محترم آزمایشگاه تکنولوژی بتن دانشگاه علم وصنعت وپرسنل آزمایشگاه به خصوص جناب آقای یوسفی که درتمامی مراحل آزمایشات عملی یاروهمراه اینجانب بوده اند،کمال تشکررادارم.

در اینجاضروری است اززحمات سرکارخانم بصیری،مسئول محترم آموزش پژوهشکده ساختمان ومسکن وهمچنین اززحمات کارشناسان پژوهشگاه پلیمرایران کمال سپاسگزاری بعمل آورم.

چکیده

شناخت بتن باعث ایجاد تحولی بزرگ در رشته عمران گردید و بطور شگفت انگیزی در اکثر سازه ها مورد استفاده قرار گرفت . همزمان با این شناخت سعی شد با افزودن مواد شیمیایی بازیافتی در بتن ، دوام و کیفیت آن افزایش یابد و باعث بهبود در وضع محیط زیست گردد .

امروزه بتن بعنوان یکی از پر مصرف ترین مصالح جهان و بعنوان ماده ساختمانی قرن بیست و یکم شناخته شده است .

در اواخر دهه ۱۹۹۰ برای اولین بار تایرهای ضایعاتی را خرد کرده و در ساخت بتن از آنها استفاده شد . در این تحقیق تلاش شده است از ضایعات تایر برای اصلاح خواص بتن استفاده شود . بتن لاستیکی نسبت به بتن پرتلند معمولی دارای چگالی کم ، مدول الاستیسیته مناسب ، حالت ارتجاعی بالا ، شکل پذیری بالا ، مقاومت کششی مناسب می باشد .

به علت عدم چسبندگی کافی بین لاستیک و اجزاء بتن ، مقاومت فشاری این بتن کاهش می یابد بنابر این در این تحقیق از مواد افزودنی چون CMC ، کائولن ، Polyfam و PVA برای اصلاح این نقیصه استفاده شده و مقاومت فشاری و کششی بتن لاستیکی تا حدودی بهبود داده شده است .

همچنین زمان شروع ترک خوردگی بعلت وجود خرده لاستیک به تاخیر می افتد و هرچه حجم لاستیک افزایش یابد طول وعرض ترکها کوچکترو زمان شروع ترک خوردن نمونه ها بیشتر با تاخیر همراه است .

شکست نمونه های حاوی خرده لاستیک تدریجی بوده و مقاومت ان نوع بتن در برابر شکست زیاد می باشد در حالیکه شکست نمونه های بتن معمولی انفجاری و آنی می باشد .

کاربرد بتن های اصلاح شده با لاستیک بازیافتی در نقاطی که نیاز به تعدیل لرزه باشد ، ایستگاههای راه آهن ،پی ماشین آلات صنعتی ، پر کردن گودال ، زیر سازی زیرلوله ها ، دهانه های سد ، جاییکه مقاومت در برابر فشار باد لازم باشد مانند حائلهای راه آهن و.... با توجه به محدوده دانسیته Kg/m^2 ۹۰۰-۱۶۰۰ ممکن است برای برخی کاربردهای مهندسی مانند نمای بیرونی ،داخل ساختمان و پلهای محافظ و .... مناسب باشد .

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول

مقدمه ۲
۱-۱ استفاده جامد ۲
۱-۲ الیاف پلیمری ۴
۱-۲-۱ مسلح کردن بتن با الیاف (بتن الیافی)FRC ۵
۱-۲-۲ کاربرد بتن الیافی ۵
۱-۲-۳ مسلح کردن پلاستیک با الیاف و استفاده از آن در سازه‌های بتنی FRP ۶
۱-۳ آرامید (AFRP) ۶
۱-۳-۱ خصوصیات AFRP ۶
۱-۳-۲ کاربرد ۷
۱-۴استفاده غیر جامد ۸
۱-۴-۱ بتن با پلیمر تزریق شده PIC ۹
۱-۴-۲ شرایط لازم برای تزریق پلیمر ۱۰
۱-۴-۳ منومرهای متدول در تهیه PIC ۱۱
۱-۴-۴ تکنیکهای پلیمریزاسیون ۱۱
۱-۴-۵ کاربردهایPIC ۱۲
۱-۴-۶ بتن نیمه اشباع و کاربردهای آن ۱۲
۱-۴-۷ بتن با پلیمر اشباع کامل و کاربردهای آن ۱۲
۱-۵ بتن پلیمری(pc) ۱۳
۱-۵-۱ منومرهای متداول در تهیه بتن پلیمری ۱۳
۱-۵-۲ کاربرد بتن پلیمری ۱۴
۱-۶ بتن با استفاده از سیمان پرتلند پلیمری ppcc ۱۵
۱-۶-۱ منومرهای ppcc ۱۶
۱-۶-۱-۱ لاتکسها ۱۶

۱-۶-۱-۲ رزیتهای اپوکسی..... ۱۷
۱-۶-۲ کاربردهای ppcc..... ۱۷
۱-۶-۲-۱ کف‌پوش پلها: ۱۷
۱-۶-۲-۲ پارکینگها:..... ۱۸
۱-۶-۲-۳ کف اطاقها و ساختمانها:..... ۱۸
۱-۶-۲-۴ استفاده از(PPCC) در قطعات پیش ساخته:..... ۱۸
۱-۶-۲-۵ تعمیرکاری:..... ۱۸

فصل دوم

مقدمه ۲۱
۲-۱ طبقه‌بندی لاستیک‌های ضایعاتی ۲۲
۲-۱-۱ Scrap- tires:..... ۲۲
۲-۱-۲ Slit- tires (لاستیک‌های شکاف‌دار) ۲۲
۲-۱-۳ چیپس لاستیک Shredd/ Chippes tires ۲۲
۲-۱-۴ Ground Rubber ۲۳
۲-۱-۵ پودر لاستیک (Crumbrubbar) ۲۳
۲-۲ مزایا و معایب بتن‌های اصلاح شده با لاستیک بازیافتی ۲۴
۲-۳ کارهای انجام شده توسط پژوهشگران درزمینه بتن های اصلاح شده بالاستیک بازیافتی .. ۲۷
تحقیق۱:وضعیت بتن لاستیکی ۲۹
تحقیق۲:قابلیت خواص مکانیکی،شیمیایی،استحکام بتن حاوی لاستیک تایر بازیافتی ۳۱
تحقیق۳:استفاده از خرده های لاستیک در بتن..... ۳۳
تحقیق۴:خواص مکانیکی مصالح بتن پلیمراصلاح شده سبک وزن..... ۳۵
تحقیق۵:رفتار استاتیکی ودینامیکی بتن با لاستیک بازیافتی..... ۳۶
تحقیق۶:عملکردآتش دربتن مقاوم با لاستیک بازیافتی ۳۷
تحقیق۷:ضایعات نخ لاستیک بازیافتی اصلاح شده دربتن ۴۱
تحقیق۸:خواص بتن لاستیکی حاوی دوده سیلیس ۴۳
تحقیق۹:افزودن لاستیک ضایعاتی اصلاح شده به بتن ۴۵
تحقیق۱۰:خواص بلوک بتنی با لاستیک ضایعاتی ۴۸

فصل سوم

مقدمه ۵۲
۳-۱ استانداردآزمایش فشاری وکششی ۵۴
۳-۲ آماده‌سازی نمونه و مواد خام ۵۵
۳-۳ معرفی آزمونها ۵۷
۳-۴ آنالیز لاستیک بازیافتی مورد استفاده ۵۷
۳-۵ معرفی دستگاه‌های مورد استفاده ۶۰
۳-۵-۱ دستگاهuniversal ۶۰
۳-۵-۲ دستگاه FORNEY آمریکا ۶۱
۳-۵-۳ طرح میکسر ۶۲
۳-۵-۴ دستگاه خشک‌کن و ترازو ۶۳
۳-۶ نحوه ساخت و بحث نتایج بتن‌ها ۶۳
۳-۷ آزمایشات عملی ۷۲
۳-۷-۱ تأثیر میزان لاستیک بازیافتی بر خواص بتن با طرح اختلاط ۲۵۰ ..... ۷۲
۳-۷-۲ نحوه شکست و ترک‌خوردگی بتن لاستیکی، بتن پرتلند معمولی ۷۸
۳-۷-۳ مزایای بتن لاستیک در مقایسه با بتن معمولی ۸۰
۳-۸ تأثیر میزان لاستیک بازیافتی بر خواص بتن با طرح اختلاط ۳۵۰ ..... ۸۵
۳-۹ آزمایش مدول الاستیسیته ۹۵
۳-۱۰ زیرساختار بتن لاستیکی ۹۷
۳-۱۰-۱ مکانیزم هیدراتاسیون سیمان پرتلند ۹۸
۳-۱۰- ۲ عکسهای میکروسکوپی از بتن لاستیکی ۹۹
۳-۱۱ مدلسازی با نرم‌افزار ANSYS ۱۰۶
۳-۱۲ شبکه ۱۰۷

فصل چهارم:

نتیجه گیری ۱۱۱
پیشنهادات ۱۱۳
مراجع ۱۱۴

فهرست اشکال

عنوان صفحه

فصل دوم

شکل ۱,۲. تاثیر میزان لاستیک بازیافتی برخواص بتن حاوی ذرات لاستیک ۲۵
شکل ۲,۲ نحوه شکست بتن a) نمونه بدون لاستیک b) نمونه حاوی ذرات لاستیک ۲۶
شکل ۳,۲ طرحهای نمونه بعد از آزمایش جهت انقباض پلاستیک ۳۲
شکل ۲,۴ تصویر میکروسکوپی خرده‌های پلاستیک ۳۴
شکل ۵,۲ سطح نمونه بتن HSC با صفر درصد لاستیک بعد از آزمایش آتش (تصویر اصلی و جزئیات) ۳۸
شکل ۲-۶ سطح نمونه بتن HSC با ۳ درصد لاستیک بعد از آزمایش آتش ۴۰
شکل ۷,۲ نمونه‌های بتن HSC با لاستیک یا در صدهای مختلف بعد از آزمایش آتش ۴۰
شکل۸,۲ خرده‌های نخهای لاستیک ضایعاتی ۴۲
شکل ۹,۲ تکه‌های مختلف استفاده شده ۴۷
شکل ۱۰-۲ مراحل ساخت بلوک بتنی ۴۹

فصل سوم

شکل ۱,۳ علم هندسه آزمایش فشار و کششی ۵۳
شکل۲,۳ FTIR لاستیک بازیافتی پیرولیز شده ۵۷
شکل ۳,۳ FTIR روغن استخراج شده از لاستیک بازیافتی ۵۷
شکل ۴,۳ FTIR پرکننده استخراج شده از لاستیک بازیافتی ۵۸
شکل ۵,۳ترموگراف TGA لاستیک بازیافتی ۵۸
شکل ۶,۳ دستگاه Universal ۵۹
شکل ۷,۳ دستگاه تست مقاومت فشاری و کششی ۶۱
شکل ۸,۳ دستگاه میکسر ۶۱
شکل ۹,۳ توزین مواد بتن لاستیکی ۶۳
شکل ۱۰,۳ قالبگیری بتن لاستیکی ۶۴
شکل ۱۱,۳ صاف کردن سطح بتن لاستیکی ۶۴
شکل۱۲,۳ اسلامپ‌های مختلف بتن لاستیکی ۶۵

شکل ۱۳,۳ تأثیر مقاومت فشاری با درصد وزنی لاستیک ۷۱
شکل ۱۴,۳ تأثیر مقاومت کششی با درصد وزنی لاستیک ۷۱
شکل ۱۵,۳ مقایسه مقاومت فشاری بتن لاستیکی با بتن پرتلند معمولی ۷۳
شکل ۱۶,۳ مقایسه مقاومت کششی بتن لاستیکی با بتن پرتلند معمولی ۷۳
شکل الف ۱۷,۳ تغییرات مقاومت فشلری بتن پرتلند معمولی ۷۴
شکل ب ۱۷,۳ تغییرات مقاومت فشلری بتن پرتلند معمولی ۷۴
شکل الف ۱۸,۳ تغییرات مقاومت کششی بتن پرتلند معمولی ۷۵
شکل ب ۱۸,۳ تغییرات مقاومت کششی بتن پرتلند معمولی ۷۵
شکل ۱۹,۳ تغییرات اسلامپ در اثر درصد وزنی لاستیک ۷۶

شکل الف ۲۰,۳ مقایسه [illegible] بتن پرتلند معمولی با بتن لاستیکی ۷۶
شکل ب ۲۰,۳ تغییرات [illegible] با درصد لاستیک ۷۶
شکل * باز کردن نمونه [illegible] آزمایش کششی با استفاده از گوه و چکش ۷۹
شکل ۲۱,۳ مقایسه اسلا[illegible]ن با ۱۰ درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۲
شکل ۲۲,۳ تغییرات چگالی بتن ۱۰ درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۲
شکل الف ۲۳,۳ مقایسه فشاری بتن ۱۰ درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۳
شکل ب ۲۳,۳ مقایسه کششی بتن ۱۰ درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۳
شکل الف ۲۴,۳ تأثیر درصد لاستیک بر مقاومت فشاری بتن ۸۴
شکل ب ۲۴,۳ تأثیر درصد لاستیک بر مقاومت کششی بتن ۸۵
شکل الف ۲۵,۳ تأثیر مواد بر خواص مقاومت فشاری بتن لاستیکی ۸۶
شکل ب ۲۵,۳ مقایسه مقاومت فشاری بتن ۳ درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۶
شکل الف ۲۶,۳ تأثیر مواد بر خواص مقاومت کششی بتن ۳ درصد لاستیک ۸۷
شکل ب ۲۶,۳ مقایسه مقاومت کششی بتن ۳ ردصد لاستیک با مواد مختلف ۸۷
شکل ۲۷,۳ مقایسه اسلامپ بتن درصد لاستیک با مواد مختلف ۸۸
شکل ۲۸,۳ تغییرات چگالی بتن معمولی با درصد مختلف بتن لاستیکی ۸۸
شکل الف ۲۹,۳ تأثیر درصد لاستیک بر مقاومت فشاری بن با فرمولاسیون نهایی ۸۹
شکل ب ۲۹,۳ تأثیر درصد لاستیک بر مقاومت کششی بتن با فرمولاسیون نهایی ۸۹
شکل ۳۰,۳ مقایسه چگالی بتن بادرصد لاستیک ۹۱
شکل ۳۱,۳ مقایسه مقاومت فشاری بتن اصلاح شده و بتن اصلاح نشده ۹۲
شکل ۳۲,۳ مقایسه مقاومت کششی بتن اصلاح شده و بتن اصلاح نشده ۹۳

شکل ۳۳,۳ نمودار آزمایش مدول الاستیسیته بتن معمولی ۹۴
شکل ۳۴,۳ نمودار آزمایش مدول الاستیسیته بتن(۵ درصد) لاستیکی ۹۵
عکس۳۵,۳ بتن با ۳ درصد لاستیک و کائولن ۹۸
عکس ۳۶,۳ بتن با ۵ درصد لاستیک ۹۹
عکس ۳۷,۳ بتن با فرمولاسیون نهایی (۳٪ لاستیک، کائولن، CMC، پلی‌فام) ۱۰۰
عکس ۳۸,۳بتن با فرمولاسیون نهایی (۵درصد لاستیک، کائولن CMC، پلی‌فام) ۱۰۱
عکس ۳۹,۳بتن با فرمولاسیون نهایی (۱۰ درصد لاستیک، کائولن، CMC، پلی‌فام) ۱۰۲
شکل ۳-۴۰ بارگذاری روی سطح مقطع نمونه بتنی ۱۰۷
شکل ۴۱,۳ نخستین ترک در بتن لاستیکی تحت بارگذاری (نقاط بحرانی) ۱۰۸

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱ مشخصات بتن‌های پلیمری ۱۹
جدول ۲-۱ مقالات در زمینه بتن‌های اصلاح شده با لاستیک بازیافتی ۲۷
جدول ۳-۱ نتایج آنالیز لاستیک بازیافتی ۵۶
جدول ۳-۲ مشخصات طرح اختلاط بتن در آزمایش کششی و فشاری ۶۶
جدول ۳-۳ مشخصات طرح اختلاط بتن در آزمایش مقاومت فشاری (طرح دوم) ۶۹
جدول ۳-۴ محاسبات دانه‌بندی اجزا بتن با طرح اختلاط ۲۵۰ ..... ۷۰

فصل اول

کاربرد پلیمرها در بتن

مقدمه

دنیای بی‌پایان و پرخواص پلیمرها سریعاً جای خود را در مواد تشکیل دهنده بتن مسلح باز کرد و به گونه‌های مختلفی خود را نشان داد. در یک تقسیم‌بندی کلی، می‌توان کاربرد پلیمر در بتن را به دو شاخه استفاده جامد و استفاده غیرجامد تقسیم‌بندی کرد. در حالت استفاده جامد،محصولات پلیمری با فولاد جایگزین می‌شوند و عمل مسلح کردن بتن را انجام می‌دهند ولی در حالت استفاده غیرجامد با تزریق و ترکیب پلیمرهای پودری و مایع در بتن می‌توان کیفیت و دوام بتن را بهبود بخشید.

۱- ۱ استفاده جامد

با توجه به اینکه اکثر مواد و مصالح طبیعی به علت ترکها و ناپیوستگی‌های سطحی ریزی که در خود دارند، دارای مقاومت لازم برای تحمل تنشهای زیاد نیستند، لذا لازم است که این مصالح با مواد دیگری مسلح شود. اعضای بتن مسلح یکی از معروفترین اعضای مقاومی هستند که اینگونه ساخته شده‌اند و دارای کاربرد فراوانی می‌باشند. در سالهای اخیر استفاده از اعضای مقاومی شبیه به بتن مسلح که دارای خواص بهتری از جمله وزن کمتر، مقاومت بیشتر در مقابل شرایط جوی و رفتار بهتر در بارگذاری‌های متناوب هستند، همچنین مصالحی که بتواند در شرایط خاصی مثل دمای بالای کوره‌ها دوام خود را حفظ کند، رشد فراوان داشته است.

تحقیقات علمی و کاربردی در این مورد انجام گرفته و حتی بناهایی نیز ساخته شده است. از جدیدترین و معرفترین این مصالح کامپوزتیهای پلیمری می‌باشند که تاریخ استفاده از آنها در سازه‌ها به زمان جنگ جهانی دوم باز می‌گردد. در ساختمانهایی که روی آنها رادار نصب شده بود، استفاده از سازه‌های فلزی و

حتی بتن آرمه در رادار ایجاد اشکال می‌کرد که این مشکل با جایگزین کردن محصولات پلیمری به جای فولاد برطرف شده است. همچنین در آن زمان بعضی از قسمتهای هواپیما نیز از پلی‌استرهای مسلح به رشته‌های شیشه‌ای ساخته شده بودند. علی‌رغم قیمت بالای این مصالح کارآیی قابل توجه طراحان و دست اندرکاران را به خود جلب کرد. از سال ۱۹۴۰ استفاده از کامپوزیتهای مسلح شده با فیبر شیشه یا پلی‌استر در ساختمانهای مسکونی و صنعتی شروع شد. از جمله ساختمان‌هایی که با سازه کامپوزیت GRP[1] باعث تحول در کاربرد این مصالح شده‌اند عبارتند از:

۱. سازه گنبدی شکل در بن‌غازی (۱۹۶۸) و سقف فرودگاه دبی (۱۹۷۲)، در سالهای ۱۹۷۰ تا ابتدای ۱۹۸۰ ساختمانهای زیادی در انگلستان و آمریکا با این مصالح ساخته شدند. اکثر این ساختمانها دارای سیستم سازه‌ای بتن مسلح شده می‌باشند که برای ساخت پلها از مصالح GRP سود برده شده است.

۲. زمین فوتبال شهر منچستر (۱۹۸۰) که در آن از یک سازه فضایی قوسی شکل مسلح به مصالح کامپوزیتی استفاده شده است[۱].

در سالهای اخیر در آمریکای شمالی و اروپا استفاده از محصولات پلیمری در ساختمانهایی که در معرض ترک‌خوردگی شدید قرار دارند و همچنین سازه‌های پیشرفته راداراها و ساختمانهایی که کنترل کیفیت و نگهداری آنها از اهمیت خاصی برخوردار است افزایش یافته است [۲].

به علت مقاومت و سختی بالا، وزن کم، پایداری حرارتی و ظرفیت بالای میرایی، کاربرد کامپوزیتها در سازه‌های فضایی از قبیل ماهواره و بخصوص آنتن‌های بزرگ بسیار رایج شده است. از جمله مهمترین دلایلی که استفاده از سازه‌های کامپوزیتی را افزایش داده است عبارتند از:

۱. کارآیی

---

۱. Glass reinforced polyester

۲. مقاومت در مقابل شرایط جوی نامساعد

۳. ساختمانهایی که استفاده از فلز در آنها مجاز نیست

۴. وزن کم

۵. مقاومت در برابر خوردگی

تعدادی زیادی از پلهای بتن مسلح در اثر خوردگی ناشی از کلر آب دریا تخریب شده یا در حال تخریب هستند با جایگزین کردن پلیمرهای مسلح شده با فیبرهای شیشه‌ای که خواص بهتری از نظر مقاومت و خستگی نسبت به فولاد دارند می‌توان نتیجه بهتری گرفت. در سازه‌های پیش تنیده و یا پس تنیده، سازه‌هایی که با مصالح هوشمند ساخته می‌شوند و همچنین در سازه‌های خاکی استفاده از این مصالح رو به افزایش است. این مصالح به صورت میلگرد و شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲- ۱ الیاف پلیمری [۲]

از الیاف پلیمری به منظور افزایش مقاومت کششی و جلوگیری از ایجاد و گسترش ترک در بتن استفاده می‌شود.

استفاده از الیاف در بعضی از کشورها به چند هزار سال پیش بر می‌گردد که در آن زمان از قطعات کوتاه ساقه‌های گیاهان خشک به همراه آب و خاک، به صورت مخلوطی از گل با لیفهای خشک گیاهی در ساخت دیوار و خشت استفاده می‌نمود.

الیاف عمدتاً برای کنترل ترک در اثر تغییرات حجمی ناشی از انقباض و انبساط و تنشهای حرارتی و تا حدودی جهت افزایش مقاومت کششی و نرمی و فراهم نمودن یک سیستم یکپارچه استفاده می‌شود.

از الیاف در سازه‌های بتنی بردو گونه به شرح زیر استفاده می‌شود:

۲-۱-۱ مسلح کردن بتن با الیاف (بتن الیافی)FRC[1]

بتن مسلح شده با الیاف خواص بهتری نسبت به بتن معمولی دارد، از جمله سختی و استحکام و ظرفیت جذب انرژی بتن الیافی می‌تواند ۵ تا ۱۰ برابر بتن معمولی باشد. این قابلیت بیشتری برای مقاومت در برابر خستگی و ضربه دارد. ظرفیت کرنش، مقاومت کششی، مقاومت خمشی و مقاومت برشی نیز در این نوع بتن افزایش می‌یابد و حتی بعد از ترک خوردن، بتن الیافی به علت پلی که فیبرها بین ترک‌ها ایجاد می‌نماید، قابلیت باربری خود را حفظ می‌کند.[۳]

این خاصیت به خمیر سیال آب- سیمان اجازه می‌دهد تا در بین تارچه‌ها نفوذ کند و به جای چسبندگی فیزیکی یک پیوند مکانیکی درون ماتریس سخت شده (عمل آوری شده) بدست آید.

این الیاف خواص مکانیکی نسبتاً خوب، نقطه ذوب بالا (۱۶۵°C) چگالی کم ($۰/۹۱ kg/Cm^۳$) و پایداری شیمیایی خوبی از خود نشان می‌دهند.

اگر کامپوزیتهای بتن مسلح در معرض مواد شیمیایی قرار گیرد پیش از آنکه الیاف متاثر گردد، ماتریس تخریب خواهد شد [۲]

۲-۱-۲ کاربرد بتن الیافی [۳]

بتن مسلح به الیاف کاربردهای فراوانی دارد که از آن جمله می‌توان به استفاده از آن در حفاظت پیاده‌روها- خاکریزها، پی ماشین‌آلات، پوشش پیاده‌روها، سدها،پوشش نهرها، تانکهای ذخیره مواد و اعضای پیش ساخته نازک اشاره نمود. مسلماً با گذشت زمان و انجام تحقیقات بیشتر و کاملتر، استفاده از این نوع بتن متنوع‌تر و کاربرد آن رایج خواهد شد.[۳]

---

[1]. Fiber reinforced concrete

۱- ۲- ۳ مسلح کردن پلاستیک با الیاف و استفاده از آن در سازه‌های بتنی FRP [۴]

در سالهای اخیر استفاده از پلاستیک مسلح به الیاف FRP در سازه‌های بتنی پیش تنیده و بتن آرمه بسیار مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات بسیاری در مورد این مصالح جدید در اروپا و آمریکا و ژاپن انجام شده است. پلاستیک مسلح به الیاف یا FRP دارای خواص منحصر به فردی است که آن را به عنوان یک جانشین برای مسلح نمودن بتن مطرح نموده است.

پلاستیک مسلح به الیاف، آرماتورهایی را به دست می‌دهد که سبکتر بوده، نصب آنها ساده‌تر و دوام آنها بیشتر است و تحت اثر خوردگی‌های متداول در فولاد قرار نمی‌گیرند.

پلاستیک مسلح به الیاف از الیاف مصنوعی یا طبیعی با مقاومت بالا که معمولاً بوسیله یک رزین به هم چسبانده می‌شوند، تشکیل می‌شود و به شکلهای میلگرد، شبکه و طناب برای مسلح نمودن یا پیش تنیده نمودن بتن موجود می‌باشد.

انواع مختلفی از الیاف برای استفاده در پلاستیک و مسلح نمودن آن به کار می‌رود ولی از بین آنها الیاف کربن‌آرامید و شیشه متداول‌ترین است.

۱- ۳ آرامید (AFRP) [۴]

آرامید یک نام مخفف برای پلی‌آمیدآروماتیک است. الیاف نوع پارا با حلقه بنزین با زنجیر مستقیم برای FRP بکار می‌رود. این نوع الیاف نقش ارزنده‌ای در مسلح کردن پلاستیک ایفا می‌کنند.

ساختار بخصوص آنها باعث شده تا به عنوان مقاوم‌ترین نوع الیاف شناخته شوند[۵]

۱- ۳- ۱ خصوصیات AFRP

۱. نسبت مقاومت به جرم حجمی در FRPها زیاد است. (در آرامیدها از سایر الیاف مسلح کننده متداول بیشتر است) [۴].