دانشکده فنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی خواص مکانیکی و دوام ملات خود تراکم حاوی مواد افزودنی در مقیاس نانو

از:

احسان محسنی

اساتید راهنما:

دکتر رحمت مدندوست

دکتر ملک محمد رنجبر

شهریور ۱۳۹۲

دانشکده فنی

گروه مهندسی عمران

گرایش سازه

بررسی خواص مکانیکی و دوام ملات خود تراکم حاوی مواد افزودنی در مقیاس نانو

از:

احسان محسنی

اساتید راهنما:

دکتر رحمت مدندوست

دکتر ملک محمد رنجبر

شهریور ۱۳۹۲

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم.

تقدیر و تشکر

سپاس بر خداوند منان که توفیق نگارش این پایان نامه را بر من عنایت فرمود و سپاس من بر همه عزیزانی است که به نوعی در انجام مراحل این رساله با راهنمایی ها و مساعدت های بی دریغ خود راهگشا بوده اند.

پیش از همه از زحمات بی دریغ، مساعدت ها و کمک های فکری **آقایان دکتر رحمت مدندوست و دکتر ملک محمد رنجبر** اساتید راهنمای بسیار عزیزم که همه موفقیت هایم را برخاسته از ایشان می دانم **و آقای مهندس سید یاسین موسوی** که همواره با رهنمودهای سازنده مرا رهنمون بوده اند، تشکر و سپاسگزاری می نمایم و از درگاه حق تعالی برایشان موجبات توفیق روز افزون را مسالت دارم.

از کارشناسان و کارکنان آزمایشگاه بتن و مصالح ساختمانی دانشکده فنی، **سرکار خانم مهندس مرجان حاج جعفری، آقای مهندس حسین سرمست، آقای مهندس احمد کاتبی** و همچنین **آقای حسین جهانگیری** که در انجام آزمایشات کمک های شایانی نمودند، سپاسگزاری می شود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده فارسی	ض
چکیده انگلیسی	ط
پیشگفتار	۱
مقدمه	۲
هدف از انجام پروژه	۲
ساختار پایان نامه	۳
فصل اول: مروری بر ملات خودتراکم	
۱- ۱ مقدمه	۵
۱-۲ ویژگی های بتن خود تراکم تازه	۶
۱-۲-۱ رئولوژی بتن خودتراکم تازه	۶
۱-۲-۲ کارایی بتن خودتراکم	۸
۱-۲-۲-۱ توانایی پر کنندگی	۹
۱-۲-۲-۱-۱ اصطکاک کم بین ذره ای	۹
۱-۲-۲-۱-۲ خمیر با توانایی تغییر شکل عالی	۱۰
۱-۲-۲-۱-۲-۱ افزایش قابلیت تغییر شکل خمیر	۱۱
۱-۲-۲-۱-۲-۲ کاهش اصطکاک بین ذره ای	۱۱
۱-۲-۲-۲ مقاومت در برابر جداشدگی	۱۱
۱-۲-۲-۲-۱ کاهش فاصله بین ذرات جامد	۱۲

۱-۲-۲-۲-۲ به حداقل رساندن آب انداختگی ۱۲
۱-۲-۲-۳ توانایی عبورکنندگی ۱۲
۱-۳ روش هایی برای رسیدن به خود تراکمی ۱۴
۱-۴ امتیازات استفاده از بتن خودتراکم ۱۵
۱-۵ معایب بتن خودتراکم ۱۷
۱-۶ توسعه مخلوط های بتن خودتراکم ۱۷
۱-۷ بتن خودتراکم و سیستم های ساخت وطراحی سازه ای جدید ۱۷
۱-۸ بررسی عملکرد اجزای تشکیل دهنده بتن خود تراکم ۱۸
۱-۸-۱ حجم بالای خمیر در بتن خود تراکم ۱۸
۱-۸-۲ انواع مواد پودری مورد استفاده در بتن خودتراکم ۱۹
۱-۸-۲-۱ کاربرد پودر سنگ آهک در بتن خودتراکم ۱۹
۱-۸-۲-۲ خاکستر بادی و کاربرد آن در بتن خودتراکم ۲۰
۱-۸-۲-۳ میکرو سیلیس و کاربرد آن در بتن خود تراکم ۲۰
۱-۸-۲-۴ نانو ذرات و کاربرد آن در بتن خود تراکم ۲۰
۱-۸-۲-۵ سرباره کوره و کاربرد آن در بتن خود تراکم ۲۱
۱-۸-۲-۶ مواد مضاف دیگر و کاربرد آنها در بتن خود تراکم ۲۱
۱-۹ مصرف افزودنی ها در بتن خود تراکم ۲۱
۱- ۱۰ طرح اختلاط بتن خودتراکم ۲۱
۱-۱۱ بتن خود تراکم و ملات خود تراکم ۲۴
۱-۱۲ آزمایشاتی برای تعیین خصوصیات مختلف ملات خود تراکم تازه ۲۴
۱-۱۲-۱ آزمایش Mini Slump-folw ۲۵
۱-۱۲-۲ آزمایش Mini V-Funnel ۲۵

۱-۱۳ خصوصیات ملات خود تراکم سخت شده ۲۶

۱-۱۳-۱ مقاومت فشاری ملات خود تراکم ۲۶

۱-۱۳-۲ مقاومت خمشی ملات خود تراکم ۲۶

۱-۱۳-۳ ضرورت ارزیابی و تعیین مقاومت بتن در سازه ۲۷

۱-۱۳-۴ دوام ملات خود تراکم ۲۸

۱-۱۳-۴-۱ آزمایش جذب آب ملات خود تراکم ۲۹

۱-۱۳-۴-۲ آزمایش مقاومت الکتریکی ملات خود تراکم ۲۹

۱-۱۳-۴-۳ آزمایش نفوذ یون کلر ۳۱

۱-۱۳-۴-۳-۱ عوامل موثر بر روی نفوذ یون کلر و مروری بر کار های گذشته در این زمینه ۳۵

۱-۱۳-۴-۳-۱-۱ تاثیر پارامترهای مربوط به گروه اول ۳۵

۱-۱۳-۴-۳-۱-۲ تاثیر پارامترهای مربوط به گروه دوم (فاکتورهای مربوط به زمان) ۴۴

فصل دوم: آشنایی با نانو مواد

۲-۱ مواد نانو ساختار ۴۹

۲-۲ نانو چیست ۴۹

۲-۳ نانو مواد ۴۹

۲-۴ روش های تولید ۵۰

۲-۴-۱ رسوب گذاری شیمیایی فاز بخار ۵۰

۲-۴-۲ قوس پلاسما ۵۱

۲-۴-۳ سُل- ژل ۵۱

۲-۴-۴ سایش از طریق آسیاب های گلوله ای، ساچمه ای یا فلزی ۵۲

۲-۵ کاربرد نانو مواد ۵۲

۲-۵-۱ مواد عایق کننده ۵۳
۲-۵-۲ ماشین ابزارها ۵۳
۲-۵-۳ فسفرها یا مواد تابنده ۵۳
۲-۵-۴ باتری ها ۵۴
۲-۵-۵ آهنرباهای پر قدرت ۵۴
۲-۵-۶ وسائل نقلیه موتوری و هواپیما ۵۴
۲-۵-۷ تجهیزات الکترونیکی ۵۴
۲-۵-۸ صنعت ساختمان ۵۵
۲-۵-۸-۱ شیشه ۵۵
۲-۵-۸-۲ بتن ۵۶
۲-۵-۸-۲-۱ نانو سیلیس ۵۷
۲-۵-۸-۲-۲ نانو لوله های کربنی ۵۷
۲-۵-۸-۲-۳ نانو ذرات رس ۵۷
۲-۵-۸-۲-۴ نانو ذرات اکسید آهن ۵۷
۲-۵-۸-۲-۵ نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ۵۸
۲-۵-۸-۳ فولاد ۵۸
۲-۶ مطالعه ای در تحقیقات انجام شده ۵۸
۲-۶-۱ مقدمه ۵۸
۲-۶-۲ اثر نانو سیلیس بر خمیر سیمان ۵۹
۲-۶-۳ اثر نانو سیلیس و نانو اکسید آهن بر ملات ۶۱

۲-۶-۳-۱ خصوصیات مکانیکی ملات ۶۱
۲-۶-۳-۲ خصوصیات خود کنترلی ۶۳
۲-۶-۴ اثر نانو سیلیس بر خواص بتن ۶۴
۲-۶-۵ اثر نانو مس بر بتن خود تراکم ۶۵
۲-۶-۶ اثر نانوسیلیس و نانو آهن و نانو آلومینیوم بر ملات ۶۷

فصل سوم: برنامه آزمایشگاهی

۳-۱ مقدمه ۷۰
۳-۲ مصالح مورد استفاده ۷۰
۳-۲-۱ ماسه ۷۰
۳-۲-۲ فوق روان کننده ۷۱
۳-۲-۳ سیمان ۷۲
۳-۲-۴ خاکستر بادی ۷۲
۳-۲-۵ آب ۷۴
۳-۲-۶ نانو ذرات ۷۴
۳-۳ طرح اختلاط ملات ۷۵
۳-۴ تهیه نمونه های آزمایشگاهی ۷۷
۳-۵ آزمایشات ملات تازه ۷۸
۳-۶ آزمایشات مکانیکی ملات سخت شده ۷۹
۳-۶-۱ مقاومت فشاری ۷۹
۳-۶-۲ مقاومت خمشی ۸۰
۳-۷ آزمایشات دوام ۸۲
۳-۷-۱ آزمایش جذب آب ۸۲

۳-۷-۲ مقاومت الکتریکی ۸۳
۳-۷-۳ آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) ۸۳
۳-۸ عکس برداری توسط میکروسکوپ الکترونی(SEM) ۸۴
فصل چهارم: ارائه نتایج و تحلیل
۴-۱ مقدمه ۸۹
۴-۲ آزمایشات ملات خودتراکم تازه ۸۹
۴-۳ آزمایشات مکانیکی ملات خود تراکم ۹۲
۴-۳-۱ آزمایش مقاومت فشاری ۹۲
۴-۳-۲ آزمایش مقاومت خمشی ۱۰۰
۴-۴ آزمایشات دوام ملات خود تراکم ۱۰۶
۴-۴-۱ آزمایش جذب آب ۱۰۶
۴-۴-۲ آزمایش مقاومت الکتریکی ۱۱۰
۴-۴-۳ آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) ۱۱۴
۴-۵ میکروساختار (مورفولوژی) ۱۱۷
فصل پنجم: نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات
۵-۱ مقدمه ۱۲۶
۵-۲ نتیجه گیری ۱۲۶
۵-۳ پیشنهادات ۱۲۸
مراجع ۱۲۹
پیوست ۱۳۷

فهرست جداول

جدول	صفحه
جدول ۱-۱ مواد پودری مورد استفاده در بتن خود تراکم بر حسب واکنش پذیری با آب	۱۹
جدول۱-۲ دسته بندی نمونه های سیمانی از نظر مقاومت الکتریکی	۳۰
جدول ۱-۳ مجموعه ای از آزمایش های تعیین نفوذ یون کلر	۳۱
جدول ۱-۴ - تفسیر نتایج آزمایش RCPT	۳۴
جدول۱-۵ طرح اختلاط Hooton و همکارانش (فاز ۱)	۴۴
جدول ۳-۱ دانه بندی ماسه مورد استفاده در ساخت ملات	۷۰
جدول ۳-۲ خواص فوق روان کننده مورد استفاده	۷۱
جدول ۳-۳ تجزیه شیمیایی سیمان مورد استفاده	۷۲
جدول ۳-۴ مشخصات نانو ذرات مورد استفاده	۷۴
جدول۳-۵ طرح اختلاط ملات ها	۷۶
جدول ۳-۵ خطای مجاز برای زمان آزمایش نمونه های ملات فشاری و خمشی	۷۹
جدول ۴-۱ نتایج آزمایشات جریان اسلامپ و قیف V شکل	۹۰
جدول ۴-۲ مقاومت فشاری ملات های حاوی نانو سیلیس	۹۳
جدول ۴-۳ مقاومت فشاری ملات های حاوی نانو آهن	۹۴
جدول ۴-۴ مقاومت فشاری ملات های حاوی نانو مس	۹۵
جدول ۴-۵ مقاومت خمشی ملات های حاوی نانو سیلیس	۱۰۰
جدول ۴-۶ مقاومت خمشی ملات های حاوی نانو آهن	۱۰۱
جدول ۴-۷ مقاومت خمشی ملات های حاوی نانو مس	۱۰۲

جدول ۴-۸ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۰۶
جدول ۴-۹ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۰۷
جدول ۴-۱۰ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۰۸
جدول ۴-۱۱ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۱۰
جدول ۴-۱۲ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۱۱
جدول ۴-۱۳ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۱۲
جدول ۴-۱۴ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۱۴
جدول ۴-۱۵ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۱۵
جدول ۴-۱۶ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۱۶

فهرست اشکال

شکل	صفحه
شکل۱-۱ نمودار رسیدن به سیستم ساخت منطقی به وسیله بتن خودتراکم(پیشنهاد شده تسط ozawa)	۱۸
شکل ۱-۲ پروسه طراحی بتن خودتراکم	۲۳
شکل ۱-۳ دستگاه آزمایش mini V-funnel	۲۵
شکل۱-۴ نحوه انجام آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (ASTM C1202 or AASHTO T277)	۳۳
شکل ۱-۵ نتایج تحقیقات Hootan و همکارانش در دانشگاه تورنتو	۳۷
شکل۱-۶ نتایج آزمایشات Hooton و همکارانش	۴۶
شکل ۲-۱ کریستال های هیدروکسید کلسیم در سطح تماس بین خمیر سیمان و سنگدانه در نمونه های ۲۸ روزه: الف) خمیر سیمان حاوی ۳ درصد نانو سیلیس ب)خمیر سیمان حاوی ۳ درصد دوده سیلیس ج)خمیر سیمان معمولی	۶۰
شکل۲-۲ تغییرات مقاومت فشاری خمیر سیمان با درصدهای مختلف نانو سیلیس	۶۰
شکل ۲-۳ توزیع میزان حفرات موجود در خمیر سیمان: a) بدون نانوسیلیس b)۰/۶ درصد نانوسیلیس	۶۱
شکل۲-۴ تصویر ذرات نانو سیلیس در مقایسه با دوده سیلیس مورد استفاده در آزمایشات Wan Jo: الف) دوده سیلیس و ب)نانو سیلیس	۶۲
شکل۲-۵ گرمای هیدراتاسیون خمیر سیمان حاوی ۱۰ درصد دوده سیلیس در مقایسه با ۱۰ درصد نانو سیلیس در ۲۴ ساعت نخست	۶۳
شکل۲-۶ تغییرات مقاومت الکتریکی با افزایش تنش فشاری در ملات های حاوی نانو اکسید آهن: الف)۰ درصد ب)۳ درصد ج)۵ درصد	۶۴
شکل ۲-۷ شاخص سایش بتن های حاوی درصد های مختلف نانو تیتانیوم	۶۵
شکل ۲-۸ مقاومت فشاری نمونه های حاوی نانو اکسید مس	۶۶
شکل ۲-۹ نتایج آزمایش مقاومت فشاری روی نانو ذرات a) سیلیس، b)آلومینیوم و c)آهن	۶۸
شکل ۳-۱ راهکار رسیدن به تراکم پذیری	۷۵

شکل ۳-۲ وسیله اندازه گیری جریان اسلامپ(شکل سمت چپ) و قیف V شکل(سمت راست) ۷۸
شکل ۳-۳ نحوه انجام آزمایش مقاومت خمشی ۸۱
شکل ۳-۴ نحوه بار گذاری در آزمایش مقاومت خمشی ملات ۸۱
شکل ۳-۵ طریقه اندازه گیری مقاومت الکتریکی و وسایل آن به طور شماتیک ۸۳
شکل ۳-۶ تصویر دستگاه میکروسکوپ الکترونی پیمایشی (SEM) ۸۵
شکل ۳-۷ تصویر دستگاه اسپاتر جهت کت کردن نمونه ها پیش از عکسبر داری ۸۶
شکل ۳-۸ نمونه های آماده شده جهت انجام آزمایش SEM به همراه پایه های مخصوص ۸۷
شکل ۴-۱ نتایج آزمایشات جریان اسلامپ و قیف V شکل ۹۱
شکل ۴-۲ نتایج آزمایش مقاومت فشاری ملات های خود تراکم به ازای در صد های مختلف نانو سیلیس ۹۳
شکل ۴-۳ نتایج آزمایش مقاومت فشاری ملات های خود تراکم به ازای درصد های مختلف نانو آهن ۹۴
شکل ۴-۴ نتایج آزمایش مقاومت فشاری ملات های خود تراکم به ازای درصد های مختلف نانو مس ۹۶
شکل۴-۵ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۳ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۹۷
شکل۴-۶ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۷ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۹۷
شکل۴-۷ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۹۸
شکل۴-۸ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۹۰ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۹۸
شکل ۴-۹ نتایج آزمایش مقاومت خمشی ملات های خود تراکم به ازای در صد های مختلف نانو سیلیس ۱۰۱
شکل ۴-۱۰ نتایج آزمایش مقاومت خمشی ملات های خود تراکم به ازای در صد های مختلف نانو آهن ۱۰۲
شکل ۴-۱۱ نتایج آزمایش مقاومت خمشی ملات های خود تراکم به ازای در صد های مختلف نانو مس ۱۰۳
شکل۴-۱۲ نتایج مقاومت خمشی نمونه های ۳ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۱۰۳
شکل۵-۱۳ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۷ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۱۰۴
شکل۵-۱۴ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۱۰۴
شکل۴-۱۵ نتایج مقاومت فشاری نمونه های ۹۰ روزه حاوی نانو ذرات مختلف ۱۰۵

شکل ۴-۱۶ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۰۶
شکل ۴-۱۷ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۰۷
شکل ۴-۱۸ نتایج آزمایش جذب آب بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۰۸
شکل ۴-۱۹ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۱۰
شکل ۴-۲۰ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۱۱
شکل ۴-۲۱ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۱۲
شکل ۴-۲۲ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو سیلیس ۱۱۴
شکل ۴-۲۳ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو آهن ۱۱۵
شکل ۴-۲۴ نتایج آزمایش نفوذ یون کلر تسریع شده (RCPT) بر روی نمونه های ملات خودتراکم حاوی نانو مس ۱۱۶
شکل ۴-۲۵ میکروساختار ملات خود تراکم نمونه کنترل ۱۱۸
شکل ۴-۲۶ میکروساختار ملات خود تراکم نمونه کنترل ۱۱۸
شکل ۴-۲۷ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۱درصد نانو سیلیس ۱۱۹
شکل ۴-۲۸ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۳درصد نانو سیلیس ۱۱۹
شکل ۴-۲۹ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۴درصد نانو سیلیس ۱۲۰
شکل ۴-۳۰ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۱درصد نانو آهن ۱۲۱
شکل ۴-۳۱ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۲درصد نانو آهن ۱۲۱
شکل ۴-۳۲ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۳درصد نانو آهن ۱۲۲
شکل ۴-۳۳ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۱درصد نانو مس ۱۲۳
شکل ۴-۳۴ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۳درصد نانو مس ۱۲۳
شکل ۴-۳۵ میکروساختار ملات خود تراکم حاوی ۴درصد نانو مس ۱۲۴

چکیده

بررسی خواص مکانیکی و دوام ملات خود تراکم حاوی مواد افزودنی در مقیاس نانو

احسان محسنی

مواد نانو با توجه به رفتار بارزی که از خود نشان داده است در بخش صنعت مورد توجه قرار گرفته اند. در این میان صنعت بتن نیز با توجه به نیاز های خود چه از نظر استحکام و چه از نظر دوام، از کاربران مهم مواد نانو ساختار می باشد. خواص، رفتار و عملکرد بتن بستگی به نانو ساختار ماده زمینه بتن یا سیمانی دارد که یکپارچگی را بوجود می آورد. بنابراین، مطالعات بتن، ملات و خمیر سیمان در مقیاس نانو برای توسعه مصالح ساختمانی جدید و کاربرد آنها بسیار حائز اهمیت می باشد.

ملات به عنوان پایه ای برای ویژگی های کارایی بتن خودتراکم به کار گرفته می شود و این ویژگی ها توسط ملات خودتراکم بدست می آید. در حقیقت ارزیابی ویژگی های ملات خودتراکم یک بخش کامل طراحی بتن خودتراکم می باشد.

هدف از این مطالعه، کاهش مقدار سیمان در ملات های با مقاومت بالا در جایگزینی بخشی از سیمان با نانو ذرات است. همچنین در راستای کاهش مقدار سیمان و رسیدن به کارایی بهتر در ملات خود تراکم در تمامی نمونه ها ۲۵ درصد خاکستر بادی جایگزین سیمان شد. کاهش مصرف سیمان به عنوان نمودی از توسعه پایدار و به کارگیری نانو ذرات در این کاهش به عنوان نمودی از کاربرد نانو فناوری در این راستا است. در این پایان نامه به بررسی ویژگی های ملات های خود تراکم ساخته شده با به کارگیری ۴،۳،۲،۱ و ۵ درصد نانو ذرات سیلیس، آهن و مس (SiO_2,Fe_2O_3,CuO) پرداخته شده است. کارایی ملات تازه توسط آزمایشات Mini V-funnel و Mini Slump flow ، ویژگی های ملات سخت شده توسط آزمایشات مقاومت فشاری و خمشی و دوام ملات خود تراکم توسط آزمایشات جذب آب، مقاومت الکتریکی و نفوذ یون کلر تسریع شده(RCPT) در سنین ۲۸،۷،۳ و ۹۰ روزه بررسی شد. نتایج آزمایشات نشان دهنده عملکرد مناسب نانو ذرات مذکور به خصوص نانوسیلیس و مس در بهبود کارایی، خواص مکانیکی و دوام ملات خودتراکم می باشد.

کلمات کلیدی: ملات خودتراکم، خواص مکانیکی، دوام و مصالح در مقیاس نانو

Abstract

Evaluation of mechanical properties and durability of self-compacting mortar containing additive materials in nano scale

Ehsan Mohseni

Due to the distinct behavior of nano-structured materials have shown, are considered by industry section. As well as concrete industry, according to the its needs both in terms of strength and durability is one of the important users of nano structured materials. Properties, behavior and performance of concrete depends on nano structured materials in concrete or cement that produce integration. Hence, concrete and mortar and cement paste studies in nano-scale is so important to development of new building materials and their application.

Mortar serves as the basis for the workability properties of self-compacting concrete (SCC) and these properties can be assessed by self-compacting mortars (SCM). In fact, assessing the properties of SCM is an integral part of SCC design.

The objective of this study is to reduce the amount of cement in high strength mortars by using nano-particles as a partial replacement of cement. In addition in order to reduce the of amount of cement and to achieve a better workability, 25% fly ash was replaced in cement in all samples. Reduction of cement usage is a symbol of sustainable development and application of nano-particles is a mark of nano-technology helping in the same direction to make a brighter future. In this study, the properties of SCMs made by using of 1,2,3,4 and 5% of SiO_2,Fe_2O_3 and CuO nano-particles are investigated. Workability of the fresh mortar determined using mini V-funnel and mini slump flow tests and the hardened properties determined by compressive and flexural strength tests at 3,7,28 and 90 days, and durability of mortar determined using Water Absoption test, Electrical Resistivity and Rapid Chloride Permeability Test(RCPT) in the mortar. The results of experiments show that the appropriate performance of the mentioned nanoparticles is especially due to SiO_2 and CuO nano particles for improvement of workability, mechanical properties and durability of self compacting mortars.

Key words: Self-compacting mortar, Mechanical properties, Durability, Nano scaled materials,

پیشگفتار

مقدمه

بتن خود تراکم پدیده ای جدید در علم مصالح ساختمانی است که کمتر از دو دهه از عمر آن می گذرد و امکانات جدیدی را در اختیار قرار داده که با استفاده از آن می توان بر مشکلاتی که ناشی از عدم تراکم مناسب در سازه های بتنی می باشد، از جمله کاهش عمر و دوام سازه ها فائق آمد و کیفیت و دوام بتن ها را افزایش داد.

جایگزین کردن بتن با مصالح دیگر به لحاظ کاربرد متنوع آن تقریباً غیر ممکن و نشدنی است. از طرفی توجه به بتن از توجه به مواد تشکیل دهنده آن امری تفکیک ناپذیر است. کارایی و خواص بتن تا حد زیادی به مقدار و ابعاد ریز ساختارهای به کار رفته در آن وابسته است. ذرات در ابعاد نانو خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت و منحصر به فردی از خود نشان می دهند. از این رو به نظر می رسد استفاده از سیمانی مبتنی بر نانو مواد، منجر به تولید بتن با خواص مقاومتی بالا و نفوذپذیری بسیار پایین گردد.

هدف از انجام پروژه

بتن خودتراکم به نحوی تعریف شده است که احتیاج به هیچ ویبره داخلی و خارجی ندارد و با وزن خود، خود را متراکم می نماید و زمانی که در قالب جاری می شود به طور کامل هواگیری می گردد و فقط با استفاده از نیروی جاذبه قالب را پر نموده و آرماتورهای موجود را پوشانده و هم زمان یکنواختی خود را حفظ می نماید.

امروزه به منظور دست یابی به مقاومت و پایایی بیشتر علاوه بر مواد متشکله اصلی بتن، یعنی آب، سیمان و سنگدانه، از مواد دیگری در بتن استفاده می شود که مواد پوزولانی نامیده می شوند. در حقیقت از این مواد می توان به عنوان یک عامل چهارم در تولید بتن نام برد. ضمن اینکه مواد پوزولانی، دوام و کیفیت بتن را در شرایط مختلف تامین می کنند. استفاده موفق از این مواد به مقدار زیادی به غنای دانش فنی در ارتباط با استفاده از آنها در حین اجرا و نگهداری پس از اجرا بستگی دارد.

از جمله مواد پوزولانی بسیار جدیدی که به مدد پیشرفت های اخیر در عرصه فناوری نانو حاصل شده است، نانوذرات سیلیس، آهن و مس می باشد. تاکنون تحقیقات محدودی در ارتباط با ویژگی ها وخصوصیات کامپوزیت های سیمانی حاوی این نانو ذرات انجام شده است. نظر به اهمیت شناخت مسایل مربوط به استفاده از این ماده افزودنی در ملات و آشنایی با روش های صحیح مصرف و ویژگی های مثبت و منفی آن، ضروریست که تحقیقات اساسی در این زمینه انجام پذیرد. چرا که شناخت این ماده سبب می شود که از آن بتوان به نحو مطلوب جهت بهبود کیفیت و دوام بتن استفاده نمود.