

Experimental compression and tension strength of metakaolin mortars reinforced with polypropylene fiber

Sayed Jalal Mousavifard¹, Mojtaba Rouholahi², Mohsen Hasanzadeh³, Shahram Lotfi⁴,
Majid Barati⁵

1,2- Young Reaserchers Club, Khomainishahr Branch, Islamic Azad University, Khomainishahr, Iran
3,4,5- Department of civil Engineering, Khomainishahr Branch, Islamic Azad
University, Khomainishahr, Iran

Email: sj.mousavifard@iaukhsh.ac.ir

تلفن: 09369162819

Email: mojtaba.rouhollahi@iaukhsh.ac.ir

تلفن: 09134097347

Email: moha.civil@gmail.com

تلفن: 09137883911

Email: shahram_lotfi86@yahoo.com

تلفن: 09131283694

Abstract:

Reinforced concrete is the most commonly used construction material worldwide. The need for high strength concrete and increased service life of reinforced concrete structures led to the development of high performance concrete in the last decades. High performance concrete is typically a concrete prepared with pozzolanic admixtures, such as metakaolin. Use of pozzolanes in concrete microstructure have a long and successful history. In fact, their usage return to before invention of present Portland cements about 2000 years ago. Utilizing pozzolanes as a part of the cement with due attention to cement deficit and it's producing environmental problems is an appropriate way to decrease cement consumption. and would improve some mechanical and durability properties of concrete. Besides, the addition of fibers in concrete mix has long been recognised as a non-conventional mass reinforcement that enhances the mechanical properties of concrete and provides for crack propagation control.

A series of experimental studies were carried out to evaluate some mechanical properties of metakaolin cement mortars reinforced with polypropylene fibers. Combind natural and crushed sand, Portland cement, water, metakaolin, polypropylene fibers and superplasticizer were used to construct specimens. In this study, metakaolin as an important pozzolane with percent 10% by volume was replaced to cement in mix design. Polypropylene fibers with percent 0/05%, 0/1% and 0/15% were used and then six groups of mortars including control samples were constructed. w/c ratio in concrete mix design was 0.47 constantly. All specimens were demolded after 24 hours, then they were cured in water until were subjected to compression and tension strength. 28 days compression and tension strength, water absorption percent, slump test and unit weight of samples were determined. On the basis of results, use of metakaolin and polypropylene fibers in cement mortars cause to increase compression strength and crack resistance which figures are illustrated. In this article, based upon the results, charts are presented and optimum data are also determined.

Key Words: compressive and tensile strength, metakaolin, polypropylene fiber

۱. مقدمه

بتن که میزان تولید آن بالغ بر ۳/۸ بیلیون متر مکعب در سال تخمین زده می شود، پس از آب پر مصرف ترین ماده روی زمین به شمار می رود. در کشورهای توسعه یافته ساخت بتن از حالت سنتی خارج شده و حتی در کاربردهای معمولی نیز از مواد افزودنی در ساخت بتن استفاده می نمایند. استفاده از پوزولان ها و افزودنیهای شیمیایی برای بتنهای با مقاومت طراحی بیش از ۵۰ مگاپاسکال و یا مواردی که شرایط بهره برداری، شرایط جوی و یا افزایش طول عمر سازه استفاده از بتنهای توانمند (HPC) را دیکته میکند، متداول میباشد. به طور کلی پوزولانها به خودی خود خاصیت چسبندگی ندارند اما در کنار سیمان، آب و آهک حاصل از واکنش آب و سیمان یا آهک مخلوط در کلینکر سیمان، در دمای معمولی ترکیب میشوند و خاصیت چسبندگی از خود نشان میدهند. متاکائولین^۱ یک سیلیکات آلومینیم آمورف سفید رنگ است که دارای خواص پوزولانی میباشد و براساس استاندارد ASTM C618 در طبقه پوزولانهای رده N (پوزولانهای طبیعی خام یا کلسینه شده) قرار میگیرد. پیشوند «متا» در ادبیات برای نشان دادن «تغییر» به کار میرود و شاید منظور، تغییرات ایجاد شده در کائولین باشد زیرا ماده اولیه برای تولید متاکائولین، رس کائولین میباشد. کائولین، خاک رس سفید رنگ نوعی است که از تجزیه طبیعی فلدسپارها و سایر کانیهای رسی به وجود میآید و به وفور در طبیعت یافت میشود. کائولین برای ساخت ظروف چینی، به عنوان ماده پرکننده در کاغذسازی و پارچه بافی و همچنین در داروسازی (به خصوص ساخت داروی اسهال به فرمول $H_4Al_2Si_2O_9$) کاربرد دارد. کائولینیت ماده معدنی اصلی تشکیل دهنده کائولین میباشد. برای تولید متاکائولین، رس کائولین را تا دمای ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد حرارت میدهند. در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد، جدا شدن هیدروکسید از آن اتفاق میافتد و سیلیکاتهای آلومینیم هیدراته شده به موادی تبدیل میشوند که عمدتاً متشکل از آلومینیم، سیلیس و اکسیژن هستند. افزایش درجه حرارت باعث افزایش نرخ جدا شدن آب تبلور میشود و این فرآیند در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد تکمیل میگردد. وقتی دما به ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد رسید متاکائولین تشکیل میشود که محصول کلسینه شده حاصله را به سرعت سرد نموده و آسیاب مینمایند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متاکائولین به کیفیت مواد اولیه، دمای کلسینه شدن و فرآیندهای نهایی بستگی دارند. اولین استفاده کلان از متاکائولین به دهه ۱۹۶۰ در ساخت چهارسد بر روی رودخانه آمازون برمیگردد. به علت بافت بسیار نامنظمی که متاکائولین دارد به سرعت با هیدروکسید کلسیم $(Ca(OH)_2)$ ایجاد شده از عمل هیدراتاسیون سیمان واکنش میدهد. نتایج آزمایش واکنش پذیری متاکائولین در مقایسه با چند پوزولان صنعتی دیگر که توسط Largent (1978) با آزمایش Chapelle انجام شده است در جدول ۱ ارایه گردیده است. در آزمایش Chapelle، یک دوغاب از پوزولان مربوطه تهیه شده و تحت واکنش با هیدروکسید کلسیم در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۸ ساعت قرار می-گیرد و در پایان مقدار هیدروکسید کلسیم مصرف شده در واکنش با پوزولان محاسبه میگردد.

جدول ۱. واکنش پذیری چند پوزولان صنعتی در مقایسه با متاکائولین با آزمایش Chapelle (Largent, 1978)

واکنش پذیری پوزولان (بر حسب میلیگرم $Ca(OH)_2$ مصرف شده به ازای هر گرم پوزولان)	نوع پوزولان
۴۰	سرباره کوره ذوب آهن
۴۲۷	میکروسیلیس
۸۷۵	خاکستر پودر شده سوخت (pfa) ^۲
۱۰۵۰	متاکائولین

براساس تحقیقات Larbi و Bijen (1991)، مقدار هیدروکسید کلسیم ایجاد شده از عمل هیدراتاسیون سیمان، در مخلوطهایی که حاوی متاکائولین هستند مصرف شده و حتی ممکن است به صفر برسد (شکل ۱). جالب توجه است که با وجود کاهش شدید مقدار هیدروکسید کلسیم، مقدار PH بالای ۱۲/۵ باقی میماند (Asbridge et al. 1992 و [1]).

¹ - metakaolin

² - pulverized fuel ash