

استفاده از میکروسلیس در بتن

تهیه کننده: مجید تولیت- مهندس راه و ساختمان
نام امور: آب و فاضلاب



فهرست مطالب

- ۱- خلاصه
- ۲- معرفی میکروسیلیس
- ۳- اثرات میکروسیلیس در بهبود خواص بتن
- ۴- فاکتورهای موثر در بازدهی بتن میکروسیلیسی
- ۵- استفاده از بتن میکروسیلیسی در ایران
- ۶- نمونه های آزمایش های مخلوط های بتن میکروسیلیسی



کنترل پایداری سازه ها با روش ژئوماتیک

تهیه کنندگان : مجید تولیت - مهندس راه و ساختمان
نام امور : آب و فاضلاب

چکیده

امروزه بتن به عنوان یکی از مهمترین و پرمصرف ترین مصالح ساختمانی جایگاه ویژه ای در ساخت و سازها دارد. ویژگیهای منحصر به فرد فنی و اقتصادی بتن سبب گسترش روز افزون استفاده از آن شده است. شکل پذیری، ایجاد اتصالات متنوع، مقاومت بالا، سهولت کار و دوام از یک سو و هزینه نسبی کمتر و همخوانی با مسائل زیست محیطی و ... از سوی دیگر در بسیاری از اوقات موجب ارجحیت آن نسبت به سایر مصالح می باشد. برای ارتقای کیفیت بتن شناخت نقاط ضعف و قوت آن و تلاش برای کاهش نقصان ها و افزایش نقاط قوت اهمیت فراوانی دارد.

از موادی که برای ارتقاء کیفیت بتن یا تقویت خصوصیت ویژه ای از آن مورد استفاده قرار میگیرد می توان از انواع مواد افزودنی و پوزولانها و خصوصا میکروسیلیس ها نام برد. در این مقاله بطور اجمالی به نقش و اثرات میکروسیلیس در بتن پرداخته شده است.



استفاده از میکروسیلیس در بتن

مقدمه

امروزه بتن به عنوان یکی از مهمترین و پرمصرف ترین مصالح ساختمانی جایگاه ویژه ای در ساخت و سازها دارد. ویژگیهای منحصر به فرد فنی و اقتصادی بتن سبب گسترش روز افزون استفاده از آن شده است. شکل پذیری، ایجاد اتصالات متنوع، مقاومت بالا، سهولت کار و دوام از یک سو و هزینه نسبی کمتر و همخوانی با مسائل زیست محیطی و ... از سوی دیگر در بسیاری از اوقات موجب ارجحیت آن نسبت به سایر مصالح می باشد. برای ارتقای کیفیت بتن شناخت نقاط ضعف و قوت آن و تلاش برای کاهش نقصان ها و افزایش نقاط قوت اهمیت فراوانی دارد. از موادی که برای ارتقاء کیفیت بتن یا تقویت خصوصیت ویژه ای از آن مورد استفاده قرار میگیرد می توان از انواع مواد افزودنی و پوزولانها و خصوصاً میکروسیلیس ها نام برد. در این مقاله بطور اجمالی به نقش و اثرات میکروسیلیس در بتن پرداخته شده است.

الف- معرفی میکروسیلیس

میکروسیلیس ها مواد بسیار نرمی با قطر $0.1/0$ تا $0.3/0$ میکرون (حدود ۱۰۰ برابر نرم تر از سیمان) و جرم مخصوص $2/2$ گرم بر سانتیمتر مکعب و سطح مخصوص تقریبی ۲۰ متر مربع در گرم می باشد. این مواد بصورت دوده همراه با گازهای کوره الکتریکی کارخانجات سیلیس و آلیاژهای آن ایجاد می شوند. ذرات فوق ۵۰ تا ۱۰۰ مرتبه از ذرات سیمان کوچکتر بوده و بعنوان پرکننده اجزای متشکله بتن و یک چسبنده موثر عمل می نمایند. میکروسیلیس هم اکنون در ایران تولید می شود و نتایج آزمایشات نشان می دهد که تولیدات داخل مشابه میکروسیلیسهای خارجی بوده و باعث بهبود کیفیت بتن می شود.

ب- اثرات میکروسیلیس در بهبود خواص بتن

۱- ساخت بتن های با مقاومت بالا

با استفاده از میکروسیلیس می توان به مقاومت های فوق العاده ای رسید نتایج آزمایشات و تحقیقات انجام شده نشان می دهد که با استفاده از مواد فوق با اتخاذ تدابیر لازم می توان بتن با مقاومت بیشتر از ۱۰۰ مگاپاسکال ساخت این درحالیست که در سایر روشهای ساخت بتن این مقاومتها دستیافتنی نمی باشد.

۲- کاهش حرارت زایی

استفاده از میکروسیلیس تقریباً در کلیه موارد حرارت زایی بتن را کاهش می دهد. این امر خصوصاً در بتن های با مقاومت بالا با نسبت آب به سیمان کمتر از $0.4/0$ بارز می باشد.

۳- افزایش مقاومت سایشی

بشرط استفاده از مصالح سنگی با خصوصیهایی لازم و حفظ نسبت آب به سیمان بتن حاوی میکروسیلیس در مقایسه با بتن معمولی از مقاومت سایشی بیشتری برخوردار است.

۴- افزایش مقاومت در مقابل سولفات‌ها

بتن حاوی دوده سیلیسی در برابر سولفات‌ها مقاومت نسبتاً خوبی دارد محققین معتقدند علت این امر تغییر در توزیع منافذ و همچنین کاهش منافذ موجود در بتن می باشد که قابلیت اثرگذاری سولفات‌ها را کاهش می دهد.

۵- کاهش نفوذ پذیری بتن

ذرات ریز میکروسیلیس فضای خالی بتن ذرات سیمان و بتن را پر کرده و سبب کاهش نفوذ پذیری بتن می گردد.

۶- دوام بتن

بتن های حاوی میکروسیلیس بدلیل تراکم زیاد و نفوذ پذیری کم از دوام مناسبی برخوردار است .

۷- کاهش واکنش مواد قلیایی سیمان با سنگدانه ها

حضور میکروسیلیس در لعاب سیمان سبب کاهش سریع مواد قلیایی موجود در آب حفره ای لعاب شده و این مواد را از دسترس خارج کرده و از واکنش بعدی آنها با سیلیس موجود در سنگدانه ها ممانعت می کند. همچنین میکروسیلیس معمولاً آب اضافی خمیر سیمان را جذب کرده و حل شدن سیلیس سنگدانه ها را مشکل می کند. بعبارت دیگر کاهش تحرک یونها خصوصاً یون کلر عامل اصلی کنترل کننده عمق نفوذ کلر و شدت خوردگی است. در حالی که در بتن معمولی مقدار و اندازه منافذ عامل مهم نفوذ کلر می باشد.

ج- فاکتورهای موثر در بازدهی بتن میکروسیلیسی

۱- مقدار مصرف میکروسیلیس در مخلوط : تحقیقات آزمایشگاهی نشان می دهد که مقدار مصرف میکروسیلیس تاثیر قابل ملاحظه ای در افزایش کیفیت و مقاومت بتن میکروسیلیسی دارد. مقدار بهینه مصرف میکروسیلیس حدود ۱۰ درصد وزن سیمان می باشد.

۲- سنگ دانه ها : آزمایشات نشان می دهد که سنگ دانه های آهکی به نسبت سنگدانه های گرانیتی و شن طبیعی مقاومت بیشتری بدست می دهند. همچنین اندازه سنگ دانه ها نیز تاثیر مهمی بر مقاومت بتن خواهد داشت.

۳- سیمان مصرفی : سیمان مصرفی جهت همسازی بیشتر با مواد افزودنی مصرفی بایستی حاوی مقدار کمتری تری کلسیم آلومینات باشد زیرا وجود C3A سبب افزایش نسبت آب به سیمان و در زمان اختلاط موجب کاهش کارآیی بتن خواهد شد. یک نسبت بیشتر C2A به C3A برای مقاومت نهایی سودمندتر خواهد بود. با توجه به این امر مصرف سیمان پرتلند نوع II از سایر سیمانها مناسب تر خواهد بود.

- ۴- نوع و مقدار مواد فوق روان کننده : استفاده از مواد فوق روان کننده در ساخت بتن میکروسیلیسی امری حیاتی می باشد. از علل اصلی این امر پایین نگه داشتن نسبت آب به سیمان و همچنین توزیع و پراکندگی بهتر ذرات سیمان و میکروسیلیس توسط این ماده می باشد. بطور کلی استفاده از روان کننده های نوع نفتالین سولفونیت متراکم یا ملامین سولفونات تغلیظ شده در کاهش نسبت آب به سیمان موثر می باشد. میزان مصرف مواد فوق معمولاً در کاتالوگهای مربوطه آمده است. اما انجام آزمایشات با درصدهای متفاوت می تواند نتایج دقیق تری ارائه دهد. باید توجه داشت که عملکرد روان کننده های مختلف با سیمان های مختلف متفاوت است.
- ۵- عمل آوردن در محیط مرطوب : میکروسیلیس موجود در بتن سرعت آب آزاد را جذب نموده و سبب بروز ترک می شود. لذا این بتن ها بایستی بلافاصله پس از پرداخت سطح بتن ریزی شده مراقبت شوند و از خشک شدن سطوح آزاد آنها جلوگیری شود. این امر خصوصاً در مناطقی که دارای پتانسیل واکنش قلیایی می باشند دارای اهمیت بیشتری است.

د - استفاده از بتن میکروسیلیسی در ایران

استفاده از این نوع بتن ها تاکنون در تعدادی از پروژههای مهم توصیه و یا استفاده شده است از آن جمله می توان به پروژه های ساختمان کلرزی نیروگاه بندرعباس، یل تقاطع چمران، ولیعصر و بازسازی سازه های دریایی سواحل جنوب کشور نام برد. طرح اختلاط استفاده یا توصیه شده جهت پروژه های فوق در ذیل آمده است .

طرح اختلاط بتن برای بهسازی ساختمان کلرزی نیروگاه بندرعباس

۹۷۶	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	شن
۸۶۴	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	ماسه
۴۰۰	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	سیمان
۲۵	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	میکروسیلیس
۲۱۵	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	آب
-	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	روان کننده
۰/۴۹۴		نسبت آب
		سیمان + میکروسیلیس

مقاومت فشاری متوسط ۵۳ برحسب مگاپاسکال (نیوتن بر میلیمتر مربع)
۲۸ روزه

طرح اختلاط بتن برای بهسازی کف سیلوهای منفرد بندر امام

شن	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۱۰۵۳	۱۰۷۸	۱۰۱۲
ماسه	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۷۴۹	۷۴۹	۷۴۹
سیمان	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۳۵۰	۳۵۰	۴۰۰
میکروسیلیس	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۵۰	۲۵	۵۰
آب	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	۲۰۰	۱۹۰	۲۰۰
روان کننده	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	-	-	-
نسبت	آب	۰/۵۰۰	۰/۵۰۶	۰/۴۴۴

سیمان + میکروسیلیس

مقاومت فشاری متوسط	برحسب مگاپاسکال	۵۶	۵۰	۵۴
۲۸ روزه	(نیوتن بر میلیمتر مربع)			

طرح اختلاط بتن برای بازسازی سازه های دریایی

شن	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۹۲۵	۹۲۵	۹۲۶
ماسه	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۹۲۵	۹۲۵	۸۹۴
سیمان	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۳۵۰	۳۵۰	۳۸۰
میکروسیلیس	برحسب کیلوگرم در متر مکعب بتن	۳۰	۳۰	۳۵
آب	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	۱۴۴	۱۴۴	۱۴۹
روان کننده	برحسب لیتر در متر مکعب بتن	۵/۴۶	۸/۰	۸/۷۵
نسبت	آب	۰/۳۹۳	۰/۴۰۰	۰/۳۷۵
				۰/۳۸۰

سیمان + میکروسیلیس

مقاومت فشاری متوسط	برحسب مگاپاسکال	۴۷	۴۴	۵۳	۶۱
۲۸ روزه	(نیوتن بر میلیمتر مربع)				

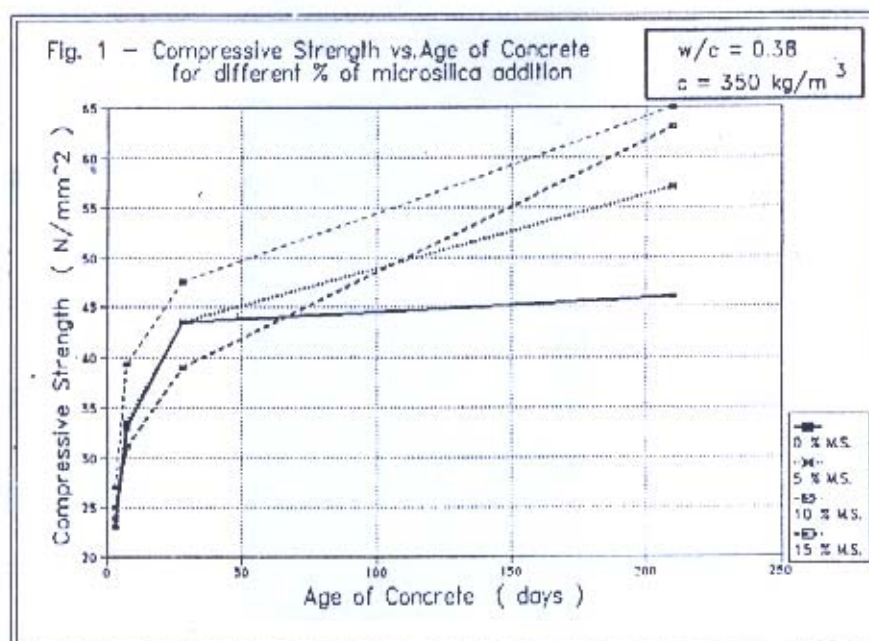
ه- نمونه های آزمایشی های مخلوط های بتن میکروسیلیسی

نتایج آزمایشهای تعدادی از مخلوط بتن میکروسیلیسی با درصدهای مختلف میکروسیلیس (۵ تا ۱۰ و ۱۵ درصد) و دو عیار سیمان (۳۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم) و سه نسبت آب به سیمان (۰/۳۸ ، ۰/۴۴ و ۰/۵) که با استفاده از مقدار مناسب مواد فوق روان کننده دارای اسلامپ (۶۰ تا ۱۰۰ میلیمتر) بوده است در نمودارهای زیر آمده است. آزمایشات نشان می دهد که مخلوط های بتنی حاوی ۱۰ درصد میکروسیلیس بیشترین مقاومت را بدست داده اند. قضاوت بیشتر در مورد نتایج حاصله را بعهده خوانندگان می گذاریم. این آزمایشات در بخش بتن مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن انجام شده است.

مراجع :

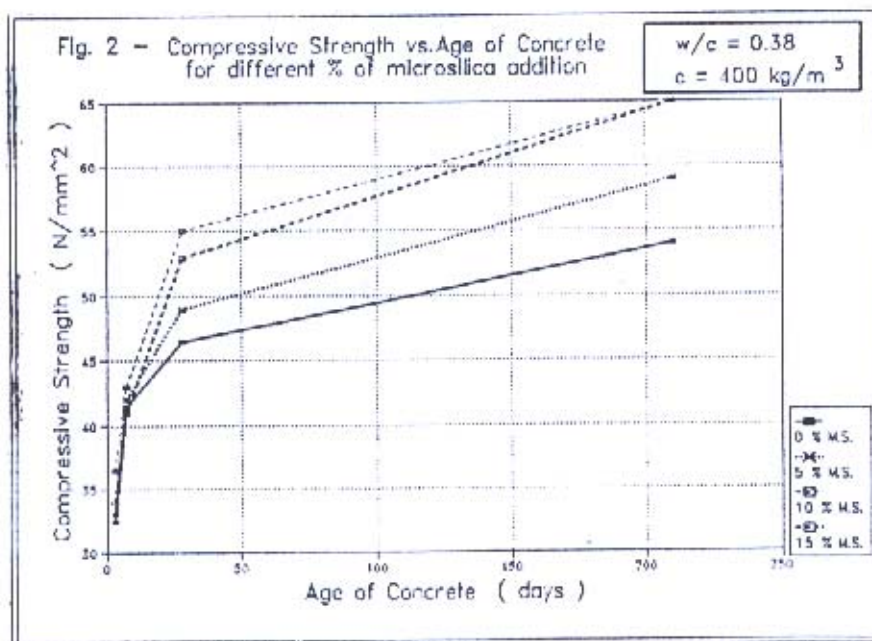
- 1) P.K. Mehta. Cement replacement materials-
condensed silica fume (1986)

۲- مجموعه مقالات سمینار بین المللی کاربرد میکروسیلیس در بتن (۱۳۷۶)



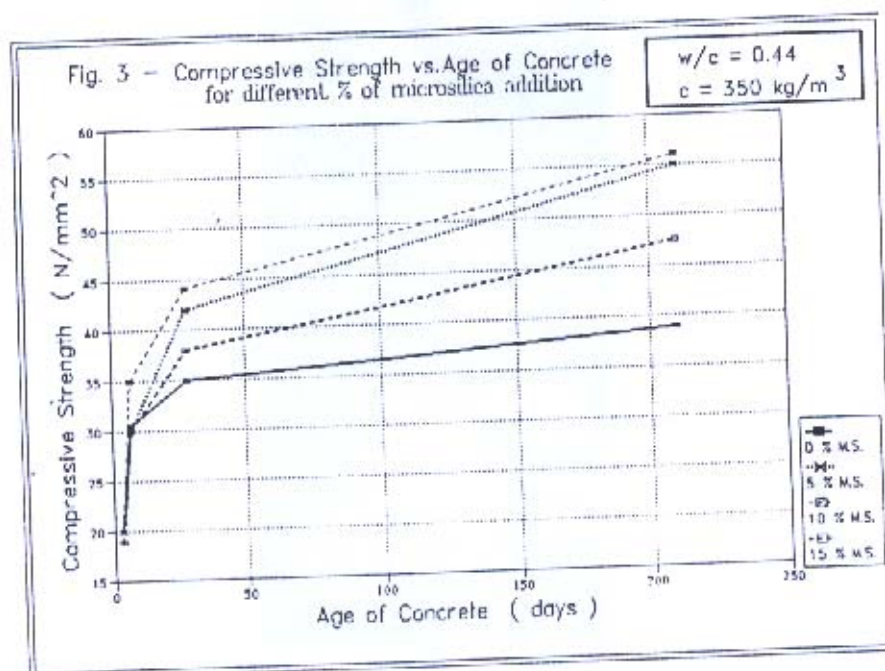
نمودار ۱- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصدهای

مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوطهای با عیار 350 و $\frac{38}{100}$

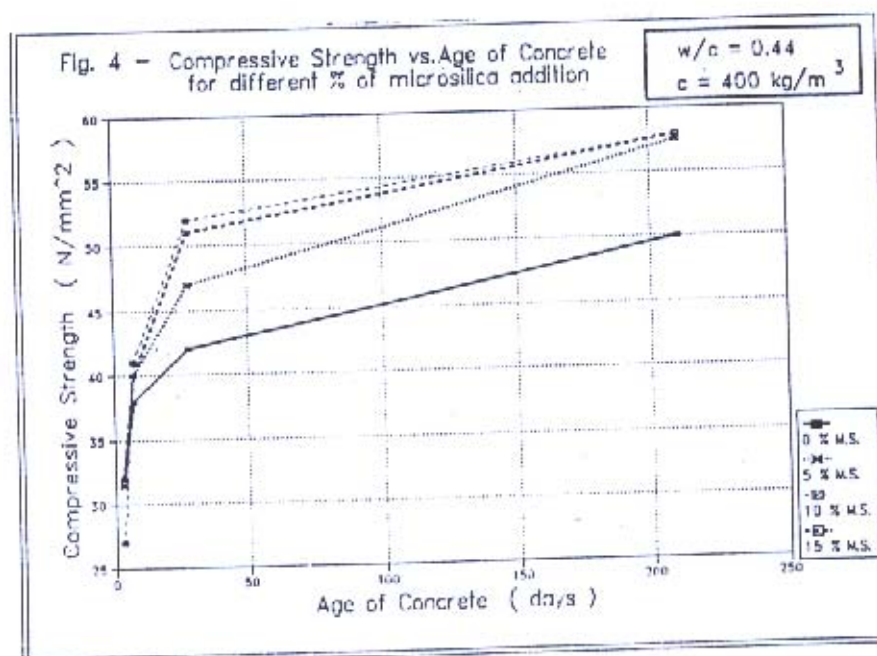


نمودار ۲- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصدهای

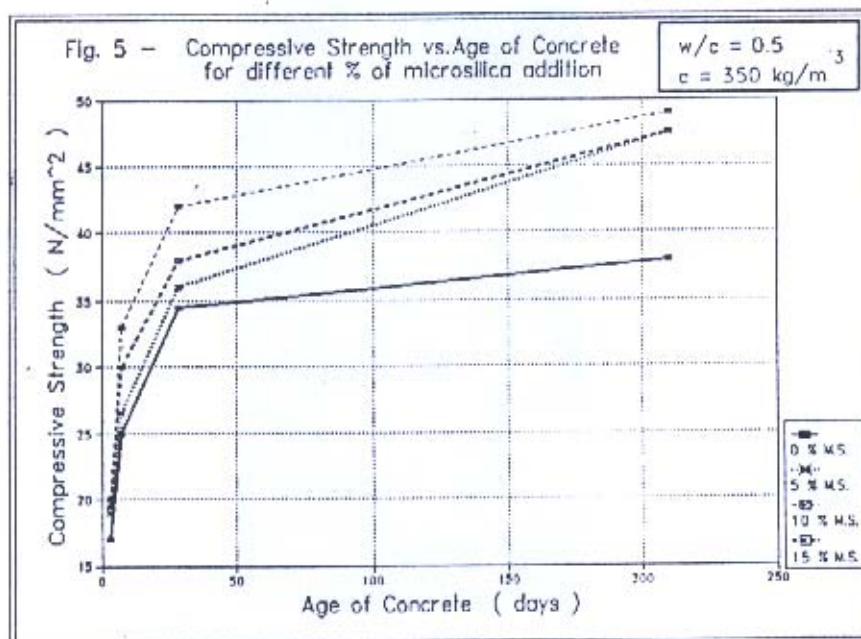
مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوطهای با عیار 400 و $\frac{38}{100}$



نمودار ۳- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصد‌های مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوط‌های با عیار ۳۵۰ و $\frac{A}{C} = 0.44$

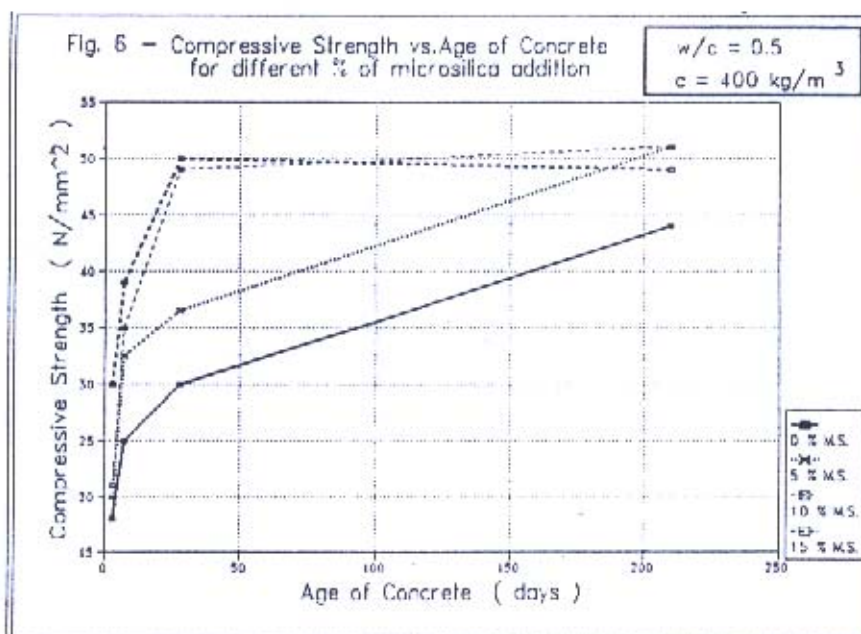


نمودار ۴- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصد‌های مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوط‌های با عیار ۴۰۰ و $\frac{A}{C} = 0.44$



نمودار ۵- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصدهای

مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوطهای با عیار ۳۵۰ و ۰/۵



نمودار ۶- نمودار مقاومت فشاری در مقابل سن عمل آوری بتن برای درصدهای

مختلف جایگزینی میکروسیلیس برای مخلوطهای با عیار ۴۰۰ و ۰/۵