



گروه عمران

بررسی ساختار بتن های سبک مقاوم لیکا

استاد راهنمای اول :

دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد

استاد راهنمای دوم :

دکتر هوشیار ایمانی

استاد مشاور :

دکتر یوسف زندی

توسط :

راهب امیری

دانشگاه محقق اردبیلی

زمستان ۱۳۸۷

نام خانوادگی دانشجو: امیری	
نام: راهب	
عنوان پایان نامه: بررسی ساختار بتن های سبک لیکا	
استاد راهنمای اول: دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد	
استاد راهنمای دوم: دکتر هوشیار ایمانی	
استاد مشاور: دکتر یوسف زندی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: عمران
سازه	گرایش: گرایش:
دانشگاه: محقق اردبیلی	تاریخ فارغ التحصیلی:
دانشکده: فنی	تعداد صفحه: ۱۷۴
۱۳۸۷/۱۰/۳۰	
کلید واژه ها: لیکا، دوده سیلیس، شن، فوق روان کننده، عمل آوری	
چکیده:	
<p>نظر به اینکه یکی از روشهای مقابله با نیروی زلزله کاهش وزن سازه می باشد و با توجه به اینکه در سازه های بتنی وزن خود بتن قسمت عمده ای از بارهای مرده را تشکیل می دهد بنابراین می توان با به کاربردن بتن سبک وزن تمام شده سازه و به تبع آن نیروی زلزله وارد بر سازه را که متناسب با آن می باشد کاهش داد.</p> <p>در این پایان نامه روی بتن سبکی موسوم به بتن سبک لیکا مطالعاتی صورت گرفته است که در طی آن با آزمایشاتی که صورت گرفته سعی بر آن شده است طرح اختلاط بهینه ای از سبکدانه لیکا، شن، ماسه، ماده پوزولانی دوده سیلیس و ماده افزودنی فوق روان کننده به دست آمده است. در این پایان نامه ۲۵۲ نمونه آزمایشی مکعبی با ابعاد ۱۵ سانتی متر تست شده و نتایج آن با هم مقایسه گردیده است. عمل آوری نمونه ها تحت بخار با فشار اتمسفر صورت گرفته است. نتایج بدست آمده نشان دهنده آن است که با استفاده از شن به جای ماسه می توان وزن مخصوص را کاهش و با استفاده از دوده سیلیس افت مقاومت فشاری را کنترل نمود. نظر به اینکه استفاده از دوده سیلیس وزن مخصوص را افزایش می دهد طرح اختلاط بهینه ای از این ماده پوزولانی و مقدار شن بدست آمده است.</p>	

Surname: amiri	name: raheb
Title of thesis: consideration of resistemt light weight concretes	
Supervisors: seyed hossein gasemzadeh musavi najad,ph.D, hushyar imani, ,ph.D.	
Advisors: usef zandi,ph.D.	
duate Degree:master of science Major:civill Specialty:structure	
University of mohaghegh Ardblii	Faculty: civill.eng.
Number of pages:174	Gradution date:2009/01/19
Keywords: Leaca . silicafume.gravel.superplasticizer.curing	
<p>Abstract:</p> <p>Considering to this fact that one of the way to resistance of earthquake force is reducing the weight of the structure and with knowing that the larg part of of the concrete structures dead loads is the concret weight only, because of this it can be possible to reduce whole structure weight and earthquak force that is depended of weight by reducing the concret weight.at this thesis some studies has been done on the light weight concret that named leca light weight concret.</p> <p>At this thesis exprimentes has been done and it was attempted to obtain a optimized mix design of light weight aggregate, leca,sand,silicafume and admixture superplasicizer.at this thesis 252 cubical 15*15 sample were be tested and results were be compared.the curing of smple is made under the vapor at the atomospher pressure.the achieved results show that by using gravel it can be possible to reduce he special weight and control the compressive strength loss.</p> <p>Considering that silicafume increases weight the optimized mix design of this material and gravel has been obtained.</p>	

فصل اول

پیشینه و ضرورت تحقیق

۱-۱- مقدمه

بتن سبک لیکا، از انواع بتن سبکی است که در کشور ما تولید می شود. این بتن با سبکدانه های موسوم به لیکا که دانه های رس منبسط شده می باشند ساخته می شود. سابقه استفاده از بتن سبک در اروپا به حدود ۵۰ سال پیش بر می گردد. امروزه در دنیا استفاده از مصالح جدید و کارا به همراه تکنیکهای نوین در ساخت و ساز امر اجتناب ناپذیری محسوب می شود و با توجه به منابع عظیم رس به منظور تولید سبکدانه سازه ای در ایران، هنوز بتن سبکدانه سازه ای به طور صنعتی در کشور تولید نمی شود. بر مبنای مطالعات انجام گرفته، علت عدم استقبال دست اندرکاران ساخت و ساز کشور از بتن سبک را می توان به کم بودن مقاومت بتن های سبکدانه ساخته شده نسبت داد. دلیل عمده کم بودن مقاومت بتن های سبکدانه سازه ای ساخته شده در ایران نازل بودن کیفیت سبکدانه های استفاده شده در این بتن می باشد. به دلیل کم بودن مقاومت سبکدانه های مورد نیاز برای تولید بتن سبک، مصرف سیمان برای دستیابی به مقاومت مورد نیاز افزایش یافته و در نتیجه ساخت بتن سبک با این سبکدانه ها غیر اقتصادی می گردد. تحقیقات نشان می دهد که سبکدانه های طبیعی که سابق بر این برای ساخت بتن سبک به کار رفته اند جوابگوی تولید بتن سبکدانه سازه ای نمی باشد و تنها تعداد

محدودي از سبكدانه هاي مصنوعي مقاوم قابليت توليد بتن سبكدانه سازه اي را دارا مي باشند.

بتن به عنوان مصالح برگزيده در صنعت ساختمان پرمصرف ترين ماده مصرفي بشر بعد از آب شناخته مي شود و با توجه به روند رو به رشد ساخت و ساز در کشور، صنعت بتن از صنايع مهم کشور به حساب مي آيد. رويکرد به بتن هاي ويژه از دهه هفتاد ميلادي رو به افزايش بوده و حوزه استفاده بتن هاي پر مقاومت و توانمند خصوصا در کشورهای پيشرفته با توجه به نياز هاي صنعت ساختمان رو به گسترش است. بتن سبكدانه نو آوري جديد در فن آوري بتن محسوب نمي شود و اين مصالح از زمانهاي قديم شناخته شده است. شواهدی از ساخت این بتن از هزاره سوم قبل از ميلاد وجود دارد که در آنها مواد آتشفشاني مثل پوميس و اسکريا بکار رفته است.

در عصر صنعتی شدن و همزمان با توسعه فناوری، بتن های سبكدانه در کشورهای مختلف خصوصا در کشورهای پيشرفته گسترش بيشتري يافته و امروزه سازه هاي متعددی وجود دارد که با بتن سبكدانه ساخته مي شود. به نحوی که در بعضی از کشورها مصرف سرانه سبكدانه به حدود ۲۰۰ ليتر در سال مي رسد. سبكدانه ها در کشور ما عمدتا در موارد غير سازه اي و يا نيمه سازه اي برای کاربردهاي نظير شيب بندي و بلوک هاي بتنی به مصرف رسیده اند و مصرف سرانه سبكدانه در حد بسيار کم در حد ۲ ليتر در سال مي باشد. اين در حالی است که کاربرد بتن سبكدانه با توجه به مزايای متعدد آن که در ادامه خواهد آمد در کشور ما ضرورت دارد.

در سازه هاي بتني، وزن خود بتن قسمت عمده اي از بار مرده وارد بر سازه را تشكيل مي دهد و بنا بر اين امتيازات قابل توجهي در

کاهش وزن آن وجود خواهد داشت. مهمترین این امتیازات کاهش ابعاد عناصر سازه ای و امکان استفاده از مقاطع کوچک تر به علت کاهش وزن مرده ساختمان می باشد. همچنین در اثر کاهش ابعاد و به دلیل وزن مخصوص کم بتن سبک، بار وارد بر قالب های بتنی در این نوع سازه ها کاهش خواهد یافت و از مزایای دیگر آن کاهش ابعاد پی ساختمان خواهد بود. همچنین بتن سبک از لحاظ انتقال حرارت، عایق بندی بهتری نسبت به بتن معمولی محسوب می شود و با توجه به اینکه ایران بر روی نوار زلزله هیمالیا-آلپ (آلپاید) واقع شده است لزوم استفاده از بتن های موسوم به بتن سبک سازه ای که وزن مخصوص آنها به میزان قابل توجهی کمتر از وزن مخصوص بتن معمولی می باشد، کاملاً روشن می گردد. بر اساس ACI 213R-87، استفاده از بتن سبک در سازه ها بدلیل هزینه کلی کمتر آنهاست، درباره اقتصادی بودن بتن سبک بهترین قضاوت، مقایسه آن با بتن ساخته شده از شن و ماسه معمولی می باشد. می توان برای یک سازه معین دو طرح جداگانه، یکی با بتن سبک و دیگری با بتن معمولی تهیه نمود و سپس هزینه هر طرح را بر آورد نمود و بین این دو، مقایسه به عمل آورد. در بسیاری از موارد علی رغم اینکه بتن سبک گرانتتر از بتن معمولی است اما قیمت ساختمان ساخته شده با آن کمتر از بتن معمولی می شود. امتیازهای اقتصادی بتن سبک را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

امتیازهای ناشی از بار مرده کمتر و امتیازهای ناشی از خواصی نظیر عایق بندی حرارتی بیشتر، مقاومت در مقابل آتش و یخ زدگی و غیره. به علاوه اینکه در مورد قطعات پیش ساخته ای که در آنها از بتن سبک استفاده شده، وزن کم تاثیر بسزایی در هزینه های حمل و نقل در فرآورده های بتن پیش ساخته خواهد داشت.

از دیدگاه اقتصادی، طبق بررسی های به عمل آمده راجع به بتن سبک، در مواردی که بار مرده قسمت اعظمی از کل بار را به خود اختصاص دهد و هنگامی که وزن بتن به حداقل ممکن کاهش یابد و این کاهش اثرات منفی روی خواص اصلی بتن از قبیل مقاومت فشاری، خمشی، کشش و چسبندگی به فولاد نداشته باشد، بتن سبک اقتصادی ترین انتخاب است. در حالتی که خیز کنترل کننده طرح می باشد با افزایش طول دهانه مصرف بتن سبک برای سقفهای ساختمان مناسبتر خواهد بود. با استفاده از بتن سبک به علت وزن مخصوص کمتر آن می توان در هزینه های حمل و نقل، پمپاژ و قالب بندی صرفه جویی زیادی بعمل آورد.

از آنجایی که حجم دالهای یک سازه معمولاً بین ۷۰ تا ۹۰ درصد حجم کل بتن به کار رفته در آن می باشد لذا استفاده از دالهای ساخته شده با بتن سبک می تواند باعث صرفه جویی قابل ملاحظه ای گردد.

کاربرد بتن سبک مثل هر ماده ساختمانی دیگری علاوه بر داشتن مزایای مذکور، از معایبی نیز برخوردار می باشد. این معایب بعضاً ناشی از گرانتز بودن مصالح سنگی سبک وزن می باشد. بعلاوه ممکن است اختلاط، بتن ریزی، تراکم و مراقبت از بتن سبک بدقت نسبتاً بیشتری احتیاج داشته باشند. در کارگاههای تولید بتن آماده، سیلوی ویژه ای برای نگهداری مصالح سنگی سبک وزن و وسایلی جهت پیش مرطوب سازی آن مورد احتیاج نخواهد بود. وقتی که مصرف مصالح سبک به اندازه کافی وسیع نباشد ممکن است از نظر اقتصادی سرمایه گذاری در زمینه تهیه دستگاههایی که فقط جهت تهیه بتن سبک بکار می روند برای مقاطعه کاران اقتصادی نباشد همچنین برای رسیدن به رطوبت مناسب در مصالح سنگی سبک وزن به زمان اختلاط طولانی تری نیاز خواهد بود. برای رسیدن به مقاومتهای زیاد در بتن سبک ممکن است مصرف سیمان بیشتری از بتن معمولی و با همان مقاومت لازم باشد هر چند که این امر به نوع مصالح سنگی نیز بستگی دارد. در تحقیق حاضر مطالعه ای روی خواص بتن های سبک ساخته شده با سبکدانه موسوم به لیکا انجام شده است که کارخانه تولید این سبکدانه در سطح خاور میانه در کشور ما وجود دارد و از این حیث نیز مطالعه خواص این نوع بتن سبک اهمیت ویژه ای دارد. در ادامه خواص بتن سبک به طور عمومی و بتن سبک لیکا توضیح داده خواهد شد. تحقیقات متعددی روی این نوع بتن سبک انجام گرفته است. از آن جمله تحقیقات انیستیتوی مصالح ساختمان دانشگاه تهران بر روی دو نوع تولید سبکدانه سازه ای با عناوین لیکای ۵۰۰ و ۷۰۰ می باشد که طی

این پژوهش ظرفیت مقاومتی سبکدانه های لیکای سازه ای تعیین و مشخصات عمومی بتن های سبک ساخته شده با آنها تحقیق شده ولی بهینه سازی طرح اختلاط بر مبنای مقاومت و کارایی مورد نیاز بحث نشده است. مرکز تحقیقات وزارت مسکن و شهر سازی نیز بر روی سبکدانه لیکا و خواص آن اعم از خواص حرارتی و صوتی و... تحقیق نموده است. از تحقیقات اخیر روی بتن سبک لیکا، پژوهش آقای علی قدسی در دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد [۲۹] که در این پایان نامه تاثیر درصد الیاف بر مقاومت بتن، درصد حجمی الیاف و همچنین نوع الیاف روی خواص مکانیکی بتن های سبک پامیس و لیکا مورد بررسی قرار گرفته است. از دیگر تحقیقات اخیر، تحقیق آقای امین حیدری فسقندیست تحت عنوان اثر افزودنی ها بر خواص بتن سبک لیکا است. [۳۰] که در آن سیمان با دوده سیلیس جایگزین شده است و اثر آن بر مقاومت فشاری و کششی و ضریب ارتجاعی بتن بررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که بتن ساخته شده با سبکدانه پامیس دارای مقاومت فشاری و مقاومت کششی و ضریب ارتجاعی بیشتری نسبت به بتن ساخته شده با سبکدانه لیکا می باشد. از دیگر پژوهش ها، پژوهشی تحت عنوان "تهیه بتن سبک مقاومت بالا و ارزیابی اقتصادی آن می باشد که توسط محمدرضا یدالهی و به راهنمایی هرمز فامیلی و ابراهیم ثنائی صورت گرفته است. [۳۱] در این پروژه تحقیقاتی که حاصل از نتایج آزمایشگاهی و تئوریک پیرامون نوع خاصی از سنگدانه سبک لیکا می باشد هدف برآن بوده که: اولاً به طرح اختلاط بتن سبکی دست یافت که شرایط لازم به عنوان یک بتن سبک سازه ای را دارا باشد. در این بخش طی تحقیقات آزمایشگاهی با کاربرد سبکدانه لیکا بتنی با مقاومت فشاری تقریبی ۳۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و وزن مخصوص تقریبی ۱۷۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمده است. همچنین تحقیقاتی پیرامون مقاومت خمشی، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته استاتیکی و خزش این نوع بتن صورت گرفته است. در ثانی ارزیابی پیرامون مسائل اقتصادی این نوع بتن انجام گرفته و هدف این بوده که تحقیق شود آیا تولید و کاربرد این نوع بتن در حجم زیاد در شهری مانند تهران مقرون به صرفه خواهد بود یا نه. طی برآوردهای انجام شده این نتیجه حاصل شده است که مصرف لیکابتن تنها به لحاظ هزینه بتن مصرفی مقرون به صرفه نیست ولی هزینه های مربوط به آرماتور و آرماتوربندی را کاهش می دهد. همچنین با بالا رفتن حجم بتن ریزی، درصد اختلاف هزینه های کلی نسبت به بتن معمولی کاهش می یابد. از سایر تحقیق ها در مورد این بتن پژوهشی تحت عنوان محافظت سازه ها در برابر حریق به وسیله برخی اندوهای مقاوم در برابر آتش می باشد که توسط سعید بختیاری، فاطمه

جعفرپور، فهیمه فیروزیار انجام شده است. [۳۲] در این مقاله نتایج تحقیقات در زمینه آلوده‌های مقاوم در برابر آتش که در آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به صورت آزمایشگاهی تولید شده اند ارائه شده است. آلوده‌های مختلف با استفاده از نسبت‌های متفاوت از چسباننده گچ، و سبکدانه‌های لیکا، پرلیت، میکروسیلیس، پوکه معدنی و سرباره ساخته شده و مشخصات فیزیکی، مکانیکی و حرارتی آنها آزمایش و مورد مطالعه قرار گرفته است. برای ارزیابی مقاومت نمونه‌ها در برابر آتش اساساً از روش‌های آنالیز حرارتی و بررسی رفتار آنها در کوره‌های آزمایشگاهی استفاده شده است. همچنین با توجه به اهمیت حفظ خواص فیزیکی و مکانیکی مطابق حدود مشخص شده در استانداردها، خواص وزن مخصوص، مقاومت فشاری و مقاومت خمشی نمونه‌ها آزمایش شده و با استانداردها مقایسه شده است. نمونه‌های ساخته شده با پرلیت خواص مناسبی از نظر حرارتی، فیزیکی و مکانیکی نشان داد و با در نظر گرفتن جمیع جهات رفتار بهتری از سایر نمونه‌ها داشته‌اند. در مورد لیکا بروز خواص حرارتی مطلوب با کاهش سریع خواص مکانیکی همراه بوده است. نقطه ضعف اصلی سرباره، وزن مخصوص بالای سرباره تولید ذوب آهن اصفهان می‌باشد و مانند بسیاری از پژوهش‌های دیگر لزوم مطالعه جهت تغییر فرایند تولید سرباره به منظور کاهش وزن مخصوص آن را نشان می‌دهد. نمونه‌های ساخته شده با پوکه معدنی و میکروسیلیس نسبت به سایر نمونه‌ها خواص مطلوبی از خود نشان نداده‌اند. از دیگر تحقیقات بررسی خواص مکانیکی بتن سبک ساخته شده از لیکا توسط سعید بروزینیت و حسن احمدی می‌باشد که در طی این پژوهش نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده بر روی بتن سبک در شرایط محیطی مختلف و با روش‌های مختلف اندازه‌گیری مقاومت و ارزیابی مقاومت نسبی مقاومت بتن سبک لیکا با بتن معمولی بررسی شده است. [۳۳] برای ارزیابی مقاومت بتن از روش‌های چکش اشمیت و التراسونیک که از جمله روش‌های غیر مخرب بوده و مقاومت غیر مستقیم می‌دهند از دیگر تحقیقات بررسی جذب آب بتن سبکدانه حاوی لیکا ایران توسط محسن تدین، پرویز قدوسی و هرمز فامیلی می‌باشد. [۳۴] در این تحقیق برای ایجاد امکان بکارگیری بتن‌های سبکدانه سازه‌ای حاوی لیکا ایران در مناطق ساحلی جنوب کشور، پارامترهای دوام بتن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله این پارامترها، جذب آب اولیه و نهایی و همچنین جذب آب مؤئینه می‌باشد. بتن‌های نیمه سبکدانه سازه‌ای، بتن تمام سبکدانه و همچنین بتن معمولی با نسبت آب به سیمان کم حاوی دوده سیلیسی و بدون آن مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. بتن‌های نیمه سبکدانه با نسبت‌های آب به

سیمان متفاوت نیز مورد مطالعه و اقع شده اند. نتایج نشان نشانگر آن بوده که بتن های تمام سبکدانه و نیمه سبکدانه می توانند همانند بتن های معمولی مشابه تلقی شوند. همچنین امکان مصرف بتن های سبکدانه حاوی لیکا در مناطق ساحلی وجود دارد. ضمناً دیده شد. از دیگر پژوهش ها، تحقیقی تحت عنوان بررسی و ارزیابی خواص فیزیکی و مکانیکی بتن دانه سبک (لیکابتن) با استفاده از میکروسلیس توسط طیبه پرهیزکار، امیر مازیارو پرویز قدوسی می باشد. [۳۵] در این پژوهش ضمن بیان مشخصات بتن های ساخته شده از سنگدانه های سبک، خلاصه ای از نتایج تحقیقاتی که به منظور ساخت بتن سبک با استفاده از خاک رس منبسط شده (دانه های لیکا) جهت کاربرد های سازه ای و بهبود مشخصات فیزیکی و مکانیکی انجام پذیرفته است ارائه گردیده است نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهد که ساخت بتن با مقاومت فشاری در حد بتن سازه های با استفاده از لیکای تولید شده در کشور امکان پذیر است. همچنین استفاده از میکرو سیلیس بعنوان یک ماده افزودنی معدنی به سیمان سبب بهبود میزان جذب آب و حتی جمع شدگی بتن سبک حاوی لیکا می شود. از تحقیقات دیگر در این زمینه بررسی رابطه مقاومت با وزن بتن سبک ساخته شده از لیکا توسط علیرضا خالو می باشد که در ضمن این پروژه اوزان متفاوتی از بتن سبک لیکا ساخته شده است و ارتباط بین مقاومت فشاری محوری و وزن مخصوص بتن نتیجه گیری شده است. [۳۶] در تحقیق حاضر ضمن بررسی اثر شن و دوده سیلیس بر مقاومت و وزن مخصوص بتن لیکا، نسبت بهینه ای از شن و دوده سیلیس و نسبت آب به سیمان برای کسب مقاومت بیشینه بتن سبک لیکا با ملاحظه اقتصاد و قیمت تمام شده بتن از یک طرف و وزن بتن از طرفی دیگر بدست آمده است.

فصل دوم

کلیاتی در مورد بتن و روشهای عمل آوری

۲-۱- مقدمه

امروزه بتن و فولاد مصرف زیادی در کارهای ساختمانی دارند و بسته به نوع ساختمان و بهره برداری، سازه های بتنی و فولادی طراحی و ساخته می شوند. سازه های بتنی به دلایل زیر نسبت به سازه های فولادی ارجحیت دارند:

- ۱) شکل پذیری بتن از فولاد بهتر و بیشتر است.
- ۲) مصالح اولیه بتن در اکثر نقاط یافت می شود.
- ۳) سازه های بتنی در برابر آتش سوزی مقاومت خوبی دارند و حتی تا ۲۴ ساعت دوام می آورند (بدیهی است در ظرف مدت مذکور حتی بزرگترین آتش سوزی ها را می توان مهار کرد) در حالیکه سازه های فولادی زمان بسیار کوتاهی در برابر آتش سوزی مقاومت می کنند.
- ۴) مقاومت فشاری قابل قبول: بتن دارای مقاومت فشاری خوب و قابل قبول بوده و تنها ضعف آن عدم مقاومت کافی در برابر کشش می باشد.

۲-۲- مواد ساختاری بتن

مواد ساختاری بتن عبارتند از:

- ۱) سیمن : حدود ۷ الی ۱۵ درصد از حجم بتن را تشکیل می دهد.
- ۲) آب : ۱۴ الی ۲۱ درصد از حجم بتن را تشکیل می دهد.
- ۳) دانه های سنگی : حدود ۶۰ الی ۷۵ درصد از حجم بتن را تشکیل می دهد.
- ۴) هوا:
- الف) در بتن بدون هوا میزان حجم هوای موجود بین ۰.۵ تا ۳ درصد است.
- ب) در بتن هوادار میزان هوای حجم موجود بین ۴ الی ۸ درصد است.

۵) مواد مضاف: مواد شیمیایی هستند که به میزان جزئی و به صورت درصدی از وزن سیمان به مخلوط اضافه می شوند تا خواص مطلوب مورد نظر را در بتن ایجاد کنند.

بتن عمدتاً از دو قسمت تشکیل شده است:

۱) مصالح سنگی: حدود ۶۰ تا ۷۵ درصد حجم بتن از مصالح سنگی تشکیل می شود.

۲) خمیر سیمان: حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد حجم بتن با خمیر سیمان پر می شود.

۲-۲-۱- نوع سیمان

میزان ازدیاد مقاومت بتن بستگی به نوع سیمان مصرفی دارد. مثلاً سیمان زودگیر بعلاوه انجام فعل و انفعالات شیمیایی سریعتر مقاومت بالاتری در ابتدا ایجاد می کند.

۲-۲-۱-۱- مقاومت سیمان

بغیر از تغییرات در مقاومت بتن های ساخته شده با انواع مختلف سیمانها، تفاوتی نیز در مقاومت بتن های ساخته شده بر اساس تغییرات مقاومت خود سیمانها ایجاد می گردد. این تفاوت به خاطر تفاوت خود سیمان از یک کارخانه به کارخانه دیگر و نیز تغییر در کیفیت سیمان یک کارخانه در زمانهای مختلف می باشد. نوعاً در بررسی مقاومت ۲۸ روزه سیمانها، انحراف معیار مقاومت سیمان پرتلند معمولی در کارخانجات مختلف 5 N/mm^2 و برای فرآورده سیمان یک کارخانه حدود 3 N/mm^2 برآورد می شود. [۱۷]

۲-۲-۱-۲- مقدار سیمان

جهت اطمینان از حصول کار آبی مناسب، دوام، حفاظت میلگرد داخلی در مقابل زنگ زدن و پیوستگی، مقدار سیمان اغلب نباید کمتر از ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بتن متراکم باشد. افزایش مقدار سیمان سبب افزایش مقاومت بتن های سبک سازه ای می شود، اما نه به همان میزان بتن معمولی. در بتن با مصالح معمولی ازدیاد ۱۰ درصد مقدار سیمان اغلب مقاومت را حدود ۱۵ درصد بالا می برد. در بتن سبک، افزایش متناظر مقاومت ممکن است به ۵ تا ۱۰ درصد یا حتی کمتر محدود شود. [۱۴]

به علت وزن مخصوص بالای سیمان (حدود ۳۱۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب)، بدیهی است که ازدیاد مقدار سیمان سبب افزایش وزن مخصوص بتن می گردد. این بدین معنی است که خمیر سیمان سخت شده سنگین تر از مصالح سبک می باشد.

۲-۲-۲- آب آزاد

کل آب در یک مخلوط بتن شامل:

- ۱ - آبی است که توسط دانه های سنگی برای رساندن سطح آنها به حالت اشباع خشک، لازم است.
- ۲ - آب آزاد که به منظور انجام هیدراتاسیون سیمان و روان کردن بتن بکار می رود.

در عمل دانه های سنگی اغلب به صورت مرطوب بوده و شامل آب جذب شده و آب آزاد روی سطح خود می باشند. بنابراین آبی که به مخلوط اضافه می شود کمتر از آب آزاد لازم می باشد. از آنجا که کارایی بتن در حد بالایی به میزان آب آزاد موجود در مخلوط بستگی دارد، بنابراین

اگر يك ميزان آب در مخلوط استفاده شود بعلت جذب متفاوت دانه هاي سنگي خشك كارائيهاي متفاوتي نتيجه خواهد شد. بطور مشابه مقاومت بتن در ارتباط با ميزان نسبت آب آزاد به سيمان مي باشد و نبايد به ميزان آب جذب شده توسط دانه هاي سنگي بستگي داشته باشد. نسبت آب به سيمان ذكر شده در اين پروژه در همه جا به نسبت وزن آب آزاد به سيمان در مخلوط اطلاق مي شود و اين در صورتي است كه دانه هاي سنگي در حالت اشباع با سطح خشك در نظر گرفته شوند.

۲-۲-۳- نوع و دانه بندي مصالح سنگي

نوع مصالح سنگي بر روي مقاومت فشاري بتن ساخته شده با آن تأثير دارد. در شرايط يكسان دانه هاي درشت نشكسته (معمولا گرد با سطح صاف) بتني با مقاومت کمتر نسبت به دانه هاي درشت شكسته ايجاد مي كنند.

۲-۳- تغييرات مقاومت بتن حين توليد

عوامل اصلي موثر بر مقاومت و كارائي بتن مورد بحث و بررسي قرار گرفت. در صورت تغيير اين عوامل حين كار خواص بتن نيز الزاما تغيير مي كند. كل تغييرات در مقاومت اندازه گيري شده حين يك كار معمولا داراي سه منشا زير مي باشد:

۱ - تغييرات در كيفيت مصالح مصرفي

۲ - تغييرات در نسبت هاي مواد مخلوط

۳ - تغييرات در نمونه گيري و آزمایش بتن

در حين كار تغييرات اجتناب ناپذيري در مشخصات مصالح بوجود مي آيد، مثلا كيفيت سيمان تحويلي ممكن است عوض شود يا دانه بندي و شكل دانه هاي سنگي ممكن است تغيير يابد. در اين حالات لازم است ميزان

نسبت آب به سیمان جهت ثابت نگهداشتن سطح کارایی تغییر کند. همچنین روشن شده است که در هر مخلوط بتن تغییر در نسبت مصالح نیز ایجاد می شود که این امر ارتباط با نوع سیستم پیماننه کردن و طرز عمل ماشین های فوق دارد. نهایتاً تغییراتی در مقاومت بتن در اثر تغییرات در مراحل نمونه گیری، ساختن، عمل آوردن و آزمایش بتن ایجاد می گردد اگر چه سعی می شود از استاندارد BS 1881 در این موارد استفاده شود. متأسفانه اطلاعات کمی در مورد نحوه تاثیر هر یک از این سه گروه عامل بطور مجزا روی تغییرات مقاومت بتن در دست است لیکن در خصوص بزرگی این تغییرات اطلاعات قابل ملاحظه ای بدست آمده است. [۱۴]

۲-۴- تاثیر درجه حرارت بر مقاومت بتن

مشاهده شده که افزایشی در درجه حرارت عمل آوردن باعث تسریع واکنشهای شیمیایی یا هیدراتاسیون می گردد. و بنابراین بدون اینکه اثرات نامساعدی بر مقاومت بعدی داشته باشد بر مقاومت اولیه اثر مفید خواهد داشت. گو اینکه ممکن است یک درجه حرارت زیادتر طی درجا ریختن و گیرش باعث مقاومت اولیه خیلی بیشتری گردد ولی امکان دارد بطور نامطلوبی بر مقاومت از ۷ روز به بعد اثر بگذارد. توجه این موضوع آن است که بنظر می رسد هیدراتاسیون سریع اولیه تشکیل محصولاتی با ساختمان فیزیکی ضعیف تر و احتمالاً تخلخل بیشتر بدهد بطوریکه همیشه نسبت زیادی از منافذ پر نشده باقی می ماند.

توجه اثرات نامساعدیک درجه حرارت اولیه زیاد بر مقاومت بعدی بتن توسط Verbeck و Helmuth (۱۹۷۰ م) که پیشنهاد نموده اند روند سریع هیدراتاسیون اولیه در دماهای زیاد باعث کند شدن هیدراتاسیون بعدی می گردد و محصولات هیدراتاسیون اولیه در دماهای زیاد باعث کند شدن

هیدراسیون بعدی می گردد و محصولات هیدراسیون در داخل خمیر بطور غیر یکنواخت پخش می شوند، بسط داده شد. دلیل آنها این بود که با روند سریع هیدراسیون اولیه زمان کافی جهت نفوذ محصولات هیدراسیون پودر از ذرات سیمان و بصورت یکنواخت رسوب نمودن در فضای بین ذرات (مانند حالت درجات حرارتی کمتر) وجود نخواهد داشت و در نتیجه غلظت زیادی از محصولات هیدراسیون در حوالی ذراتی که هیدراته می شوند بوجود می آید و باعث کند شدن هیدراسیون بعدی می گردد و بالاخره بر مقاومت دراز مدت اثر نامطلوب خواهد داشت. بعلاوه توزیع غیر یکنواخت محصولات هیدراسیون نیز به خودی خود بنحو نامطلوبی بر مقاومت اثر خواهد گذاشت زیرا نسبت ژل به فضا در بین ذرات کمتر از حالت توزیع یکنواخت و با درجه هیدراسیون یکسان خواهد داد، نقاط موضعی ضعیف تر باعث پایین آوردن کل مقاومت خمیر می گردند.

آزمایشهای انجام شده بر روی دو سری از نمونه های استوانه ای که در ۲۴ ساعت اول پس از ریختن در قالب در رطوبت و در دماهای ۲۰ و ۱۸ درجه سانتی گراد نگهداری شده و سپس در دمای ۱۸ هنگام آزمایش عمل آورده شدند نشان دادند که در عمر ۲۸ روزه مقاومت نمونه های سری اولی (نگهداری شده در ۲۰ درجه سانتی گراد) ده درصد بیشتر از نمونه های دیگر است. [۱۷]

برخی از آزمایشهای کارگاهی تاثیر دمای بتن ریزی بر مقاومت را مورد تایید قرار داده اند. بطور نمونه برای يك افزایش ۵ درجه سانتی گراد در دمای بتن در هنگام ریختن در قالب مقاومت آن بمیزان ۱۰.۹ مگا پاسگال کاهش یافت.

مقاومت فشاری بتن مستقیماً تحت تاثیر نوع مخلوط کن بتن قرار ندارد. البته بعضی از انواع مخلوط کن ها برای کار کردن با راندمان مناسب نیاز به درجه کارایی بالاتری دارند و این مساله ممکن است اثر مستقیمی روی نسبت مواد مختلف بتن جهت نسبت خواسته شده مثلاً آب به سیمان داشته باشد. بهر حال مخلوط کردن با دست معمولاً مقاومت ضعیف تری نسبت به مخلوط کردن ماشینی برای یک نسبت مصالح به بتن می دهد.

۲-۶- آب انداختن

آب انداختن بتن از نظر یک پدیده ظاهری ، اینگونه تجلی می کند که پس از بتن ریزی و پرداخت سطحی بتن، یک لایه نازک آب آغشته به سیمان ، روی سطح بتن ظاهر می شود .

این آب از قسمتهای زیرین بتن به دلیل خاصیت موئینگی به قسمت های سطحی بالا آمده و در مسیر خود احتمالاً سیمان را نیز با خود شسته و همراه می کند. لذا قسمتهای بالای بتن ، مقدار آب موجود، از آبی که در طراحی در نظر گرفته شده بیشتر خواهد شد. و به عکس، در قسمت های پایین بتن مقدار آب کمتر خواهد گردید که دارای مشخصات نامطلوب به شرح زیر می شود:

۱) سخت شدن نامرغوب بوده و به مقاومت مطلوب و مورد نظر نخواهد رسید.

۲) لایه رویی بتن آب انداخته، پس از سفت شدن (سخت شدن) به مرور زمان و با استفاده های ترافیکی از آن، پودر شده و به صورت گرد و خاک در می آید و به این جهت سطح رویی ناصاف شده و پدیده « پودر شدگی » اتفاق می افتد. چنین بتنی اولاً بدنما شده و ثانیاً نقطه ضعفی برای شرایط یخ زدگی و هوازدگی خواهد بود. مهمترین دلیل آب

انداختن بتن، اسلامپ بیش از حد است. بنابراین کارایی و اسلامپ کم در کنار مزایای دیگر احتمال آب انداختن را نیز کاهش می دهد. دلایل دیگری از جمله ویبره بیش از حد و نیز نامناسب بودن دانه بندی، احتمال آب انداختن بتن را افزایش می دهند.

۲-۷- جدا شدن دانه ها

جدا شدن از پدیده هایی است که در بتن تازه اتفاق می افتد. به این ترتیب که دانه های درشت مخلوط نشست کرده و به سمت پایین حرکت می کنند و دانه های ریزتر به سمت بالا منتقل می شوند، بنابراین بتن حالت یکنواختی خود را از دست داده و توزیع دانه بندی به هم می خورد.

جدا شدن دانه ها در بتن تازه یک پدیده نامطلوب محسوب می شود و ناظرین و مهندسين کارگاه همواره باید سعی کنند تا از عواملی که منجر به بروز این حالت شود، جلوگیری نمایند. بتنی که دانه های آن جدا شده از نظر مقاومت فشاری و خمشی ضعیف شده و به حد مطلوب نخواهد رسید.

مهمترین دلیل جدا شدن دانه ها در بتن تازه اسلامپ بالا و بیش از حد است. دلایل دیگری از قبیل ویبره بیش از حد، جابجا کردن بتن در قالب بوسیله بیل و یا ویبراتور، ریختن بتن از ارتفاع نیز ممکن است به جدا شدن دانه ها منجر شود.

۲-۸- تراکم بتن تازه

تراکم بتن یعنی به حرکت در آوردن ذرات بتن، کم کردن اصطکاک بین آنها و خارج کردن حباب های هوا از بین بتن، مکانیزمی که برای تراکم

بتن به کار می رود، ارتعاش است. هدف از متراکم کردن بتن و خارج کردن حبابهای هوا، آنست که بتن توپرتري بدست آید تا در نتیجه آن بتن از مقاومت بهتري برخوردار شده و در مقابل عوامل مخرب محیطي از خود دوام بهتري نشان دهد. از طرفي تراکم بتن، با افزایش سطح بين بتن و میلگرد، چسبندگی بهتري بين آنها فراهم کرده و نیز سبب می شود که پس از باز کردن قالبها سطح ظاهري صاف و بدون خلل و فرج براي بتن حاصل شود. قدیمی ترین روش براي ويبره ضربه زدن به بتن است. طبیعی است که این نحوه ويبره براي کارهاي کوچک و کم اهمیت می تواند تا حدودي مناسب باشد. انواع ويبره اي که در بتن ريزي استفاده می شود عبارتند از : ويبره دستی، ويبره لرزاننده قالب و ويبره زميني. لازم است جهت متراکم کردن بتن و چسبندگی بهتر آن به فولاد، همیشه از ويبره استفاده شود تا امکان استفاده از نسبت آب به سیمان کمتری در ساخت بتن فراهم شود.

۲-۹- زمان آزمایش و شرایط نگهداري

افزایش مقاومت بتن ساخته شده با مصالح و نسبت هاي داده شده تحت شرایط مناسب و مطلوب ماهها ادامه می یابد . لیکن در اکثر استانداردها مقاومت ۲۸ روزه مشخص می گردد. افزایش مقاومت بتن ساخته شده با انواع مختلف سیمان بستگی به درجه حرارت و رطوبت در مدت عمل آوردن دارد. درجه حرارت بالا سبب تسريع فعل و انفعال شیمیایی سیمان و آب و در نتیجه باعث افزایش سریعتر مقاومت می گردد. بمنظور دست یابی به مقاومت بالاتر در زمان طولانی می باید از تبخیر آب بتن جلوگیری نمود. براي انجام آزمایش مقاومت بتن، نمونه ها معمولاً در آب



Faculty of engineering
Department of civill engineering
Consideration of leca light weight concrete

Supervisor:

Ph.D. seyed hossen gasemzade
Musavi najad

Ph.D . Hushyar imani

Advisor:

Ph.d. yusef zandi

By:

Raheb amiri
University of Mohaghegh Ardabili
Jan.2009