

نوشتاری بر سازه های بتنی از منظر خصوصیات و اجرا

ناصر فرجی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۳/۲۰

چکیده

بدرستی قدمت استفاده بشر از سرپناه یا بطور کلی به مفهوم امروزی قدمت استفاده بشر از مسکن معلوم نیست ولی تقریباً آنرا می توان همزمان با پیدایش بشریت دانست، زیرا چنین گمان می رود که بشر از همان ابتدا برای مصون ماندن از برف و باران و سرما و گرما و حمله حیوانات و همچنین حمله سایر اقوام به غارها پناه برده و این غارها را می توان اولین محل سکونت برای بشر دانست و از آن زمان تاکنون انسانها همیشه به فکر آن بوده اند که مسکنی راحت تر و بهتر برای برای خود تهیه نمایند. در قرون اخیر که رشد جمعیت در دنیا به طور چشمگیری روبه ازدیاد نهاد و بشر از لحاظ علمی و فنی مشکلات بسیاری را حل نموده در ساختن مسکن نیز مانند سایر امور تحولات عمده ای بوجود آورد و دیگر ساختن خانه های تک واحدی جوابگوی احتیاجات جوامع بشری نبوده و به همین علت سیستم خانه سازی به کلی دگرگون شده و استفاده از مصالح مقاوم نیز مانند فولاد و سیمان در ساختمان رایج گردید و در اثر دسترسی به این مصالح و امکانات دیگر گسترش شهرها از افقی به عمودی تبدیل شد و امر آپارتمان سازی در ساختمانهای چندین طبقه متداول گردید.

واژگان کلیدی

بتن، سازه بتنی، خصوصیات فیزیکی

۱. کارشناسی عمران، شهرداری داراب.

مقدمه

سال ها قبل، انسان به این کشف مهم و ارزنده نائل آمد و دریافت که وقتی مواد سیلیسی بسیار ریز با آهک مخلوط می شود، سیمان های دارای خواص هیدرولیکی تولید می نماید. یک نوع از این مواد، خاکستر آتشفشانی تحکیم یافته یا توف بود که در حوالی پوزولی ایتالیا پیدا شد. پس از آن، واژه پوزولان به هر نوع ماده ای با خاصیت مشابه فوق صرف نظر از منشأ زمین شناسی آن، اطلاق گردید.

ASTM-C618 پوزولان را به این صورت تعریف می کند: «ماده سیلیسی یا سیلیسی آلومیناتی که به خودی خود ارزش چسبندگی ندارد، اما به شکل ذرات بسیار ریز و در مجاورت رطوبت با درجات حرارت معمولی با هیدروکسید کلسیم واکنش شیمیایی داشته و ترکیباتی را به وجود می آورد که خاصیت سیمانی و چسبندگی دارد.» بنابراین، پوزولان یک ماده طبیعی یا مصنوعی است که حاوی سیلیس فعال است. لازم است که ماده پوزولانی به شکل پودر شده باشد، زیرا فقط در این صورت سیلیس می تواند در حضور آب با آهک (که بر اثر هیدراتاسیون سیمان پرتلند ایجاد می گردد) سیلیکات های کلسیم پایدار را که دارای خواص چسبندگی اند، تشکیل دهند. ضمناً در بررسی کلی پوزولون ها باید متذکر شد که سیلیس آنها باید بی شکل (آمورف) باشد، زیرا قابلیت ایجاد واکنش سیلیس متبلور بسیار کم است. سیمان پرتلند پوزولانی به مخلوط های توأم آسیاب شده یا مخلوط شده سیمان پرتلند و مواد پوزولانی اطلاق می گردد. غالباً مواد پوزولانی از سیمان پرتلندی که جایگزین آن می شوند ارزانترند.

ولی امتیاز عمده آنها در هیدراتاسیون کند و بنابراین، روند توسعه حرارت کم نهفته است. در ساختمان های انبوه بتنی این امر اهمیت زیادی دارد و دقیقاً در این نوع ساختمان هاست که غالباً سیمان پرتلند پوزولانی با جایگزینی بخشی از سیمان پرتلند با مواد پوزولانی مصرف می شود. همچنین سیمان های پرتلند پوزولانی در برابر حمله سولفات ها و بعضی دیگر از عوامل مخرب مقاومت خوبی از خود نشان می دهند. این امر به دلیل واکنش پوزولانی است که مقدار کمتری آهک به جا می گذارد تا به خارج راه یابد و نیز نفوذپذیری بتن را کاهش می دهد. لیکن مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن تا سنین بعدی که واکنش عمده پوزولانی تخلخل خمیر سیمان را کاهش داده است، نمی تواند ایجاد شود. باید به خاطر داشت که آثار خوب و بد مواد پوزولانی بسیار متغیرند و بدین جهت توصیه می شود که هر ماده پوزولانی آزمایش نشده ای در ترکیب با سیمان و سنگدانه هایی که در ساختمان واقعی مصرف خواهند شد، مورد آزمایش قرار گیرد. به علت کنش آهسته پوزولان ها باید عمل آوردن پیوسته مرطوب و دمای عمل آوردن مناسب برای مدتی بیشتر از آنچه به طور معمول لازم است، فراهم شود.

طبقه بندی و مشخصات استاندارد برای پوزولان ها

پوزولان ها را از لحاظ منشأ وجودی به پوزولان های طبیعی و مصنوعی تقسیم می کنند. پوزولان های طبیعی شامل خاک های دیاتمه، چرت های اپالینی و شیل ها، توف ها و خاکستر آتشفشانی است. منابع اصلی پوزولان های مصنوعی عبارتند از کوره های استخراج فلزات تولید کننده آهن خام، فولاد، مس، نیکل، سرب، سیلیس و آلیاژهای فروسیلیس و

نیروگاه هایی که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می کنند. امروزه این مواد مصنوعی که با قیمت کم عمدتاً قابل دسترس اند، به عنوان جایگزین بخشی از سیمان پرتلند مصرفی در بتن مورد استفاده وسیعی قرار گرفته است. به علاوه، بدیهی است که بیشتر این مصنوعات قادرند مقاومت نهایی و دوام بتن با سیمان پرتلند را بهبود بخشند.

یکی از اولین طبقه بندی ها برای پوزولان های طبیعی توسط میلز پیشنهاد گردید. در این سیستم طبقه بندی، پوزولان های طبیعی بر اساس شش نوع فعالیت دسته بندی شدند. جدیدترین طبقه بندی که توسط ماسازا پیشنهاد گردید، پوزولان های طبیعی را به سه دسته تقسیم می نماید. گروه اول، شامل سنگ های پیروکلاستیک که مواد با منشأ آتشفشانی اند. توف های پوزولانی و تراس از این دسته محسوب می شوند. گروه دوم، مواد تغییر یافته با درصد سیلیس زیاد است که طی یک روند شامل ته نشین ساختن مواد با منشأهای متفاوت، شکل داده شده اند. گروه سوم، موادی با منشأ کلاستیک، شامل رس ها و خاک های دیاتمه است.

ASTM-C618 طبقه بندی زیر را برای پوزولان ها ارائه می دهد:

- پوزولان رده N: پوزولان های طبیعی خام یا کلسینه شده شامل خاک های دیاتمه، چرت های اپالین و شیل ها، توف ها و خاکسترهای آتشفشانی یا پومیسیت ها، بعضی شیل ها و رس های کلسینه شده.
- پوزولان رده F: خاکستر بادی با منشأ زغال سنگ قیری.
- پوزولان رده C: خاکستر بادی، خاکستر لیگنیت با منشأ زغال سنگ قیری.
- پوزولان رده S: هر نوع مواد دیگر شامل پومیسیت های عمل شده، بعضی دیاتمه ها، رس ها و شیل های کلسینه شده و آسیاب شده.

مشخصات استاندارد و روش های آزمایش برای انواع مختلف پوزولان ها توسط آیین نامه های مختلف بیان شده است. تمام کدهای استاندارد مشخصات فیزیکی و شیمیایی پوزولان ها را جهت تشخیص مناسب یا نامناسب بودن آنها مورد بحث قرار می دهند. براساس مطالعات و تحقیقات انجام گرفته در زمینه مواد افزودنی مصنوعی این نتیجه حاصل شده است که ترکیبات کانی شناسی و مختصات ذرات مواد، تعیین کننده خاصیت پوزولانی و سیمانی بودن یک پوزولان اند. اخیراً نامبرده برخی از کدهای استاندارد در خصوص خاکستر بادی (PFA) گرد سیلیس، سرباره کوره آهنگدازی و پوزولان های طبیعی را نیز مورد بررسی قرار داده است.

برخی از کدهای استاندارد از جمله ASTM-C618, BS3892 ضوابط خاصی را برای خواص شیمیایی و فیزیکی خاکستر بادی (PFA) جهت مصرف در بتن ارائه داده اند؛ اما برای گرد سیلیس (دود سیلیس) که یک ماده پوزولانی نسبتاً جدید است، تنها در آیین نامه کانادایی CSA2 محدودیت هایی برای مقدار SO₂، مقدار SO₃ افت سرخ شدن، میزان ذرات باقی مانده روی الک ۴۵ میکرون، اندیس فعالیت پوزولانی مقدار آب لازم جهت مصرف در بتن بیان شده است.

بیشتر استانداردها از جمله ASTM-C618 برای پوزولان‌های طبیعی یک حداقل ۷۰ درصد را برای مجموعه اکسید اصلی شامل $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ مقرر داشته است. همچنین یک حداکثر برابر با ۱۰ درصد برای افت سرخ شدن و ۳ درصد برای درصد رطوبت دو محدودیت مفید برای خواص شیمیایی هستند که توسط استانداردها بیان شده‌اند. از دیدگاه خواص فیزیکی نیز برای استفاده از پوزولان‌های طبیعی در بتن، بیشتر کدهای استاندارد محدودیت‌هایی در مورد میزان ذرات مانده روی الک ۴۵ میکرون، اندیس فعالیت پوزولانی و مقدار آب را توصیه کرده‌اند.

خواص بتن با مواد پوزولانی

بسیاری از خواص بتن، بر اثر استفاده از مواد پوزولانی بهبود می‌یابد. بعضی آثار ناشی از خواص فیزیکی ذرات شامل ریزبودن و شکل ذرات و بقیه ناشی از فعل و انفعال شیمیایی با سیمان است.

رفتار بتن تازه و درجه هیدراتاسیون سیمان پرتلند را می‌توان از خواص فیزیکی دانست که به اندازه ذرات پوزولان وابسته‌اند. مقاومت و نفوذپذیری بتن سخت شده، مقاومت در مقابل بروز ترک‌های حرارتی، واکنش قلیایی دانه‌ها و خرابی سولفاتی از خواص بسیار مهمی هستند که از فعل و انفعال شیمیایی پوزولان با سیمان ناشی می‌شوند. در این بخش بعضی از آثار مواد پوزولانی بر روی خواص بتن به طور خیلی کلی بیان می‌گردد و در بخش‌های بعدی به تفصیل آثار مهم چند ماده پوزولانی که در انجام دادن تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته‌اند، جداگانه تشریح خواهند شد.

الف) تأثیر پوزولان‌ها بر روی خواص بتن تازه عموماً به صورت یک اثر پایدار کننده ظاهر می‌شود. این بدان معناست که افزودن ذرات خیلی ریز به مخلوط بتن باعث کاهش اساسی در ابعاد لوله‌های مویینه در بتن، تمایل مخلوط به جدایی را کاهش داده و مشخصات پرداخت پذیری بتن را بهبود می‌بخشد. کارآیی یکی دیگر از خواص بسیار مهم بتن تازه است و اساساً به میزان چسبندگی مخلوط بستگی دارد. بر طبق گزارش‌های داده شده، افزودن پوزولان‌ها به مخلوط بتن با سیمان معمولی اساساً چسبندگی مخلوط را افزایش می‌دهد، به جز بعضی از انواع خاکستر بادی (PFA) با درصد کربن کم که کارآیی بتن را افزایش می‌دهد. اضافه نمودن دوده سیلیس به بتن سبب افزایش چسبندگی و پایداری مخلوط می‌گردد. به علاوه آب انداختن و جدایی مخلوط به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. افزایش چسبندگی مخلوط بدین معناست که جهت رسیدن به کارآیی معمول در بتن‌های با دوده سیلیس اسلالمپ بالاتری لازم است. با افزودن مقادیر خیلی کم دوده سیلیس به بتن معمولی، به آب بیشتر با استفاده از مواد مضاف کاهش دهنده آب به منظور تثبیت کارآیی نیازی نیست ولی با افزودن مقادیر بیشتر، معمولاً آب بیشتری جهت تأمین اسلالمپ معین مورد نیاز است.

گزارش‌های منتشر شده در خصوص اثر پوزولان‌های طبیعی بر روی کارآیی ملات‌ها و بتن‌ها بسیار اندک است. بررسی‌های مختلف نشان داده است که مخلوط‌های با سیمان پرتلند و پوزولان‌های طبیعی نسبت به بتن‌های با سیمان پرتلند معمولی هت حصول کارآیی ثابت، آب بیشتری را طلب می‌کند و مقدار آب لازم با افزایش میزان پوزولان جایگزین شده به جای سیمان به دلیل ریزی بیشتر دانه‌ها و سطح مخصوص زیادتر بیشتر خواهد شد. زمان گیرش اولیه و

نهایی بتن های با سیمان پرتلند و پوزولانی به مقدار پوزولان جایگزین شده به جای سیمان و ریزی و درجه فعال بودن پوزولان بستگی دارد.

ب) حرارت هیدراتاسیون مخلوط های حاوی سیمان پرتلند عموماً بیشتر از مخلوط های دارای سیمان پرتلند به اضافه پوزولان است. اولین گزارش ها از کاهش حرارت هیدراتاسیون توسط دیوکسید ارانه گردید و پس از آن محققان بسیار این یافته را مورد تأیید قرار دادند. کاهش حرارت هیدراتاسیون به کند شدن هیدراتاسیون تری کلسیم آلومینات C3A و تتراکلسیم آلومینوفریت C4AF مربوط است.

ج) اثر پوزولان ها بر روی مقاومت بتن طی مقالات بسیار زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. هم سرعت افزایش مقاومت و هم میزان مقاومت نهایی توسط هیدراتاسیون سیمان و مواد پوزولانی کنترل می گردد، زیرا میزان مقاومت تابعی از روند پر شدن منافذ توسط محصولات ایجاد شده بر اثر هیدراتاسیون است. بنابراین به دلیل کندی واکنش های بیشتر پوزولان ها، مقاومت بتن با مواد پوزولانی در سنین کم معمولاً از مقاومت بتن معمولی کمتر است.

مطالعات انجام شده در مورد تأثیر پوزولان های طبیعی بر روی مقاومت ملات ها و بتن ها نشان می دهد که مقاومت بتن های حاوی مقدار پوزولان زیاد، در سنین کم یک کاهش جزئی دارد، اما مقاومت نهایی این بتن ها ممکن است از بتن معمولی بیشتر باشد.

ماسازا تأثیر بعضی از پوزولان های طبیعی ایتالیا بر روی مقاومت فشاری ملات ها را بررسی کرده است و ی دریافته است که افزودن بیش از ۲۰ درصد از بعضی پوزولان ها، مقاومت ملات را کاهش خواهد داد. علاوه بر این، مقاومت ملات های حاوی سیمان پرتلند و مواد پوزولانی تا ۲۸ روز، از مقاومت ملات های معمولی کمتر و این نتیجه برای تمامی درصد های پوزولان جایگزین سیمان صادق بوده است. در فاصله ۲۸-۹۰ روز فعالیت پوزولانی بسیار مهم است زیرا مقاومت سیمان با ۲۰ درصد پوزولان بیشتر از بتن کنترل در سن ۹۰ روزه است.

د) مدول الاستیسیته و خزش بتن اساساً بستگی به مقاومت بتن و سختی دانه ها دارد. در بتن های حاوی سیمان پرتلند و پوزولان طبیعی با مقاومت اولیه پایین، به طور کلی مدول الاستیسیته به مقدار خیلی جزئی کمتر و خزش به مقدار خیلی جزئی بیشتر از بتن بدون پوزولان است. اطلاعات زیادی در مورد خواص مربوط به مدول الاستیسیته و خزش بتن با دوده سیلیس وجود ندارد، اما با توجه به توانایی دوده سیلیس در افزایش مقاومت اولیه بتن واضح است که مدول الاستیسیته را افزایش داده و خزش را کم می کند. با آزمایش های انجام شده بر روی بتن با ۲۵ درصد دوده سیلیس جایگزین شده به جای بخشی از سیمان پرتلند این نظریه تأیید شده است.

ه) یکی از مهمترین خواص پوزولان ها وقتی به عنوان جایگزین بخشی از سیمان پرتلند استفاده می شوند، عبارت از توانایی قابل ملاحظه آنها در کاهش منافذ بزرگ و نفوذ پذیر بتن است. بررسی های مختلف نشان داده است که پوزولان ها مؤثرترین کاهش دهنده نفوذپذیری در مخلوط های کم مایه اند. از یک بررسی بر روی مقاومت و نفوذپذیری (به روش آب) سیمان پرتلند به اضافه مواد پوزولانی، این نتیجه حاصل شده که در مراحل مختلف روند عمل آوردن بتن،

حجم منافذ بزرگ با قطر بیشتر از ۱۰۰۰ آنگستروم (و نه کل تخلخل خمیر هیدراته شده) به طور معکوس با مقاومت و نفوذپذیری بتن ارتباط دارد. نتایج برخی تحقیقات حاکی از آن است که افزودن پوزولان‌هایی چون PFA و سرباره کوره ذوب آهن دانه ای به سیمان پرتلند باعث ایجاد منافذ خیلی ریز با تبدیل منافذ بزرگ به منافذ ریز می گردد.

ساختمانهای بتنی

ساختمانهای بتنی ساختمانی است که برای اسکلت اصلی آن از بتن آرمه (سیمان، شن، ماسه، و فولاد به صورت میله گرد ساده یا آجدار) استفاده شده باشد. در ساختمانهای بتنی سقفها به وسیله تاوه (دال) های بتنی پوشیده می شود، و یا از سقفها تیرچه و بلوک و سایر سقفهای پیش ساخته استفاده می گردد. و برای دیوارهای جدا کننده (پارتیشن ها) ممکن است از انواع آجر مانند سفال تیغه ای، آجر ماشینی سوراخ دار، آجر معمولی کوره ای و یا تیغه گچی و یاچوب استفاده شده و ممکن است از دیوار بتون آرمه هم استفاده شود.

در هر حال در این ساختمانها شاه تیر ها و ستونها از بتن آرمه (بتن مسلح) ساخته می شود.

قسمتهای مختلف ساختمانهای بتونی

اجزاء تشکیل دهنده یک ساختمان بتونی بشرح زیر میباشد:

۱. پی
۲. ستون
۳. تیرهای اصلی
۴. سقف
۵. دیوار

برای اجراء ساختمانهای بتونی به کارگاههای زیر نیاز داریم.

۱. کارگاه قالب بندی یا کارگاه نجاری
۲. کارگاه آماتوربندی
۳. کارگاه تهیه بتن
۴. کارگاه تهیه شن و ماسه

کلیات اجرا: مراحل مختلف ساختمان

قالب بندی

همانطوریکه می دانیم در کارگاه های ساختمانهای بتونی سه کارگاه وجود دارد که هم زمان به کار خود ادامه میدهند این سه کارگاه عبارتند از کارگاه بتن سازی – آماتور بندی و قالب بندی از آنجای که بتن قبل از سخت شدن روان می باشد لذا برای شکل دادن به آن احتیاج به قالب داریم. قالبهایی که برای بتن ساخته میشود اغلب چوبی می باشد برای کارهای سری سازی از قالبهای فلزی نیز استفاده میشود.

قالبها و داربستهای زیر علاوه بر شکل دادن به بتن وزن آنرا نیز تا زمان سخت شدن تحمل می نمایند. بدین لحاظ اگر در اجرای آن دقت کافی نشود ممکن است در موقع بتن ریزی واژگون شده موجب خسارت شود در ساختمانهای بزرگ برای قالب بندی نیز باید محاسبه انجام گرفته شود و نقشه اجرایی تهیه گردد ولی در ساختمانهای کوچک بعلت کمی حجم بتن احتیاج به محاسبه و تهیه نقشه برای قالب بندی و داربست آن ندارد.

شکل قطعات بتونی با اندازه آنها که باید ریخته شود باید بوسیله قالب تهیه شود. تخته و چوبی که برای قالب بندی مصرف میشود باید کاملاً خشک بوده و در برابر رطوبت تغییر شکل ندهد زیرا تغییر شکل قالب موجب تغییر شکل تیرها و ستونها و همچنین ممانهای وارده بر آنها موثر می باشد در ایران معمولاً از تخته ای که به نام چوب روسی معروف می باشد برای قالب بندی استفاده مینمایند.

این تخته باید به اندازه کافی نرم باشد تا در موقع نجاری دچار مشکل نشویم و از طرفی باید آنچنان محکم باشد که بتن وزن بتن و آرماتورها و کارگران بتن ریزی و وسایل بتن ریزی از قبیل چرخ دستی - ویراتور و غیره را بخوبی تحمل کند.

ضخامت تخته های مورد مصرف در مورد ستونها و کف تیرها حداقل ۳ سانتیمتر و ضخامت تخته های گونه تیرها و قالب دالها حداقل ۲ سانتیمتر می باشد و پهنای تخته ها متناسب با ابعاد قطعه های می باشد که قالب برای آن ساخته میشود مثلاً برای تیری به پهنای ۳۰ سانتیمتر باید از دو عدد تخته به پهنای ۱۵ سانتیمتر استفاده نمود.

ولی معمولاً در قالب بندی از تخته هایی به پهنای ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتری و طول ۴ متر استفاده می نمایند معمولاً سطح تماس بتون و تخته قالب بندی را بوسیله روغن های معدنی خنثی شده (بدون اسید و قلیا) چرب می نمایند در هر حال باید از روغنی استفاده نمود که در واکنشهای شیمیایی سیمان دخالت نداشته باشد.

مالیدن روغن به روی قالب بدان علت است که اولاً تخته که در ابتدا کاملاً خشک است آب بتون مجاور خود را نمکیده و موجب فساد بتون نشود و در ثانی در موقع باز کردن قالب تخته ها به راحتی از بتن جدا شوند و در صورت مناسب بودن برای قالب بندی بعدی مورد استفاده قرار گیرند زیرا از یک قطعه تخته برای چیدن بار قالب بندی میتوان استفاده نمود در برآورد هزینه ساختمان معمولاً ۱/۳ قیمت تخته را برای هر بار قالب بندی منظور می نمایند.

ولی معمولاً عملاً از یک تخته بیش از ۵ الی ۶ بار نیز میتوان استفاده کرد. در موقع مالیدن روغن باید کاملاً دقت نمود که آرماتورها به روغن آغشته نشود زیرا در این صورت روغن مانع چسبیدن بتن به دور میلگرد گردیده و جسم یکپارچه تشکیل نداده و بتن و آرماتور هر یک به تنهایی کار میکنند و موجب ضعف در همگن بودن فولاد و بتن میگردد.

زیرا فرض بر این است که فولاد و بتون یکپارچه بوده و تنشها و کرنشهای آنها مساوی است. برای بهم بستن تخته ها به همدیگر از چوبهایی که در اصطلاح قالب بندی به آنها چهار تراش میگویند استفاده میشوند. کوچکترین بعد مقطع این چهار تراشها که به آن پشت بند هم میگویند نباید از ۸ سانتیمتر کمتر باشد.

انواع قالب

قالب پی

معمولا برای قالب بندی پی ها از آجر استفاده میکنند. بدین طریق که بعد از خاکبرداری و تعیین محورها اندازه پی ها را با آجر چیده و بعد شناژ ها را نیز به آن متصل می نمایند ضخامت این آجر چینی حتی میتواند ۱۰ سانتیمتر هم باشد بهتر است برای این آجر چینی از ملات گل استفاده شود زیرا در اینصورت بعد از سخت شدن بتون میتوان آجرها را برداشته و مجددا استفاده نمود ولی در این طریق (دیوار ۱۰ سانتیمتری و ملات گل) ممکن است در موقع بتن ریزی دیوارهای قالب تحمل وزن بتون را ننموده و از همدیگر متلاشی شود که در این صورت می باید قبل از بتون ریزی پشت کلیه قالبها با خاک و یا آجر و یا مصالح دیگر بسته شود بطوریکه به خوبی بتواند وزن بتون را بنماید. مشکل اساسی در این نوع قالب بندی آنست که آجر، آب بتون مجاور خود را مکیده و آنرا خشک نموده و فعل و انفعالات شیمیائی را در آن متوقف می نماید و در نتیجه به ضخامت ۵ سانتیمتر بتون مجاور خود فاسد میکند برای جلوگیری از این کار بهتر است رویه آجر با یک ورقه نایلون پوشانیده شود تا آجر و بتون مستقیما در تماس نباشند مزیت دیگر این ورقه نایلون آنست که بعد از سخت شدن بتون آجرها به راحتی از قالب جدا شده و می تواند در محلهای دیگر مورد استفاده قرار گیرد. بهیچ وجه نباید تصور نمود که قبل از بتن ریزی می توان دیوارهای قالب آجری را با پاشیدن آب سیراب نمود بطوریکه آجرها آب بتن را نمکند زیرا اولاً با پاشیدن آب آجر کاملاً سیراب نمیشود و در ثانی مقدار زیادی آب در قالب جمع شده که خارج کردن آن از قالب بسیار مشکل و حتی غیر ممکن می باشد و این آب داخل پی جای بتون را گرفته و موجب پوکی قطعه میشود.

قالب بندی ستونها

اغلب ستونها به صورت چهار ضلعی (مربع یا مستطیل) میباشد گاهی اوقات برای زیبایی از مقاطع دیگری را از جمله دایره - بیضی و غیره استفاده می شد. برای قالب بندی ستونها ابتدا ابعاد ستون را از روی نقشه تعیین نموده و دو ضلع قالب را به همان میزان از تخته های مناسب بریده و به چوبهای چهار تراش که به آن پشت بند می گویند میخ می نمایند. با توجه به اینکه در قالب ستونها دو ضلع مقابل داخل دو ضلع دیگر قرار می گیرند در نتیجه پهنای دو ضلع دیگر قالب باید به اندازه کلفتی تخته از ابعاد قید شده در نقشه بیشتر باشد تا از داخل ابعاد مورد نظر را به ما بدهد. باید توجه نمود که پشت بندهای اضلاع مقابل اولاً در حدود ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر از پهنای قالب بیشتر باشد در ثانی پشت بندهای اضلاع مقابل درست مقابل همدیگر قرار بگیرد تا در موقع اتصال چهار ضلع ستون به یکدیگر با بستن سیم نجاری به این زائده ها امکان اتصال آنها به یکدیگر به سهولت انجام پذیر باشد. حداکثر فاصله این پشت بندها از همدیگر نباید از ۸۰ سانتی متر تجاوز نماید این پشت بندها باید به وسیله میله گرد و مهره یا سیم نجاری بهم اتصال پیدا کند.

در مورد ستونها معمولا به محض آنکه بتن حالت روانی خود را از دست بدهد و بتواند شکل هندسی خود را حفظ کند قالب آنرا باز میکنند و این در حدود ۴۸ ساعت بعد از بتون ریزی می باشد در موقع باز کردن قالب باید توجه شود که

قالب را با احتیاط طوری جدا نمایند که گوشه های تیز ستون خراب نشود برای جلوگیری از اینکار بهتر است در گوشه های قالب فتله هائی مثلثی شکل نصب نمایند تا در داخل قالب پخی هائی ایجاد گردد تا بتون ریخته شده در قالب تیز گوشه نبوده و در نتیجه شکننده نباشد. قالب ستون باید حتما بعد از ۴۸ ساعت باز شود زیرا در غیر اینصورت آب دادن به بتون به راحتی میسر نیست و ممکن است بتون خشک شده و بسوزد.

باید توجه نمود که در موقع نصب، قالب ستونها باید کاملاً شاقولی نصب شود زیرا اگر ستون کاملاً شاقول نباشد بارهای وارده محوری نبوده و ممانهای محاسبه نشده در آن بوجود آمده و موجب تخریب ساختمان می گردد. صفحات داخل قالب باید کاملاً صاف و بدون ناهمواری باشد تا ابعاد ستون در تمام طول آن یکنواخت باشد.

حداقل ضخامت تخته مورد استفاده برای قالب بندی ستونها ۳ سانتیمتر می باشد باید در پای هر ستون سوراخی به ابعاد 10×10 سانتیمتر تعبیه گردد تا تراشه های چوب و مواد اضافی را از آنجا نموده و در موقع بتن ریزی آن سوراخ را مسدود نمود. تثبیت موقعیت ستون باید تنها به وسیله تیرهای چوبی که در چهار جهت در پای ستون روی کف قرار داده شده انجام گیرد و ریختن بتن به ابعاد ستون برای تثبیت موقعیت آن بهیچوجه مجاز نیست قالب بندی هر ستون باید مستقیماً دارای ایستایی کافی باشد و تکیه دادن قالب بندی یا داربست آن به ستونها مجاور مجاز نیست.

قالب تیرهای اصلی

در اغلب موارد بتون تیرهای اصلی و سقف یکپارچه ریخته میشود و آرماتورهای سقف و تیرهای اصلی بیکدیگر متصل می باشد. اگر ضخامت تیرهای اصلی از سقف بیشتر باشد اغلب این تفاوت ضخامت را از پائین منظور نموده و آنگاه آنرا با سقف کاذب اصلاح می نمایند و گاهی نیز این تفاوت ضخامت را از بالا منظور نموده برای همه سطح کردن کف و فرش نمودن اطاقها این اختلاف ارتفاع را با بتون سبک پر می نمایند.

در مورد اول تیرهای اصلی از دو قسمت تشکیل میشود که این دو قسمت عبارتند از کف و گونه های چپ و راست ولی اگر ضخامت تیرهای اصلی و سقف مساوی باشد و یا اختلاف ضخامت در بالا منظور شود در نتیجه تیرهای اصلی فقط احتیاج به کف دارد و ساختن قالب آن بدین طریق است که پایه هائی با کلاهک به تعداد لازم بین دو ستون قرار داده و کف و تیر اصلی را به پهنای تعیین شده در نقشه که از قبل ساخته شده است روی این پایه ها نصب می نمایند و به آن میخ می کنند تعداد این پایه ها باید آنقدر باشد که بخوبی بتواند وزن آماتور و بتن و کارگران و وسائل بتن ریزی را تحمل نماید. در مورد ایستایی قالب و باربری آن بهتر است در هر مورد از نظرات مهندس محاسب و مهندس ناظر کارگاه استفاده شود. در هر حال فاصله این پایه ها نباید از ۸۰ سانتیمتر تجاوز نماید. / باید کاملاً دقت شود که کلیه قسمتهای تیر در یک تراز باشد در ساختمانهای مهم و کارگاههای بزرگ برای تراز کردن تیرها از دوربین نقشه برداری استفاده می نمایند و در هر مورد ابتدا و انتها و نقاط مختلف وسط تیر را بوسیله دوربین قرائت نموده و اختلاف را اصلاح می نمایند ولی در ساختمانهای کوچک که به دوربین دسترسی نیست به وسیله شلنگ تراز ارتفاع معینی را روی تمام ستونها علامت گذاری نموده و کلیه ارتفاعات ابتدا و انتهای تیر را با این علامت مشخص نموده و بقیه نقاط را بوسیله ریسمان یا

تراز بنائی در یک سطح قرار می‌دهند. در قالب بندی تیرهایی که دهانه آنها بیش از ۴ متر است بازاء هر متر طول دهانه ۳ ملیتر بطرف بالا در وسط دهانه خیز داده می‌شود از دهانه ده متر به بالا مقدار خیز طبقه نقشه اجرایی باید انجام شود حداقل ضخامت تخته کف تیرها ۳ سانتیمتر و حداقل ضخامت تخته دالها و گونه‌ها ۲ سانتیمتر است.

قالب بندی سقف

در مورد سقف ساختمانهای بتونی آنچه که در ایران معمول است اغلب تیرچه بلوک می‌باشد. گاهی نیز از دال بتونی پیش ساخته و یا بتون ریخته شده در محل استفاده مینمایند در مورد دال بتونی پیش ساخته احتیاج به قالب بندی نیست زیرا کارخانه سازنده با توجه به دهانه و بارهای مرده وزنده دالهای مورد لزوم را به عرض حدود یک متر ریخته و با جرثقیل در محل روی تیرهای اصلی که قبلا ریخته شده و کاملاً سخت گردیده است قرار می‌دهند ولی در مورد سقفهای بتونی ریخته شده در محل و سقفهای تیرچه بلوک هر کدام احتیاج به قالب بندی مفصل تر و محکم تر دارد معمولاً از بهم میخ کردن تخته‌ها و تشکیل صفحه‌ای به ابعاد مورد نیاز استفاده می‌کنند که این تخته‌ها را روی داربست های چوبی قرار داده آنگاه شبکه فلزی (آرماتوربندی) را روی آن قرار می‌دهند و بتن ریزی می‌نمایند در مورد داربست سقف و تیرهای اصلی در طبقه همکف که پایه های چوبی روی زمین قرار می‌گیرد و حتی ممکن است که این پایه‌ها روی خاک دستی واقع شود در اثر وزن بتن که به پایه‌ها منتقل می‌شود این پایه‌ها نشست کرده و تیر بتونی و یا سقف از جای خود حرکت نموده و از تراز خارج شده و در نتیجه شکم برمی‌دارد برای جلوگیری از این مطلب باید حتماً زیر این پایه‌ها تخته‌هایی به ضخامت ۴ تا ۵ سانتیمتر به عرض حدود ۲۰ سانتیمتر و طول حدود ۴ متر قرار داد تا فشار وارده از تیر یا سقف در اثر وزن بتن نقطه‌ای نبوده و به سطح منتقل شده و خطر نشست پایه‌ها را کمتر بنماید به این تخته‌ها تخته زیر سری میگویند برای تنظیم قالب بندی و سهولت در قالب برداری از گوه استفاده می‌نمایند بدین طریق که دو عدد گوه زیر هر پایه قرار می‌دهند و بوسیله چکش آنها را در جای خود محکم نموده و آنگاه آنها را بوسیله گچ در محل خود ثابت می‌نمایند تا خطر هرگونه جابجائی پایه به حداقل برسد. بوسیله همین گوه‌ها تراز تیر و یا سقف را نیز تکمیل می‌نمایند زیرا هر قدر گوه به داخل برود پایه‌ها در سطح بالاتری قرار می‌گیرد گوه باید از چوب سخت مانند بلوط یا گردو باشد و بوسیله یک عدد میخ ۷/۵ سانتیمتری تثبیت شود حداکثر شیب گوه یک به چهار می‌باشد و حداقل ضخامت انتهای باریک آن یک سانتیمتر است و حداقل عرض آن مساوی تیری است که روی آن قرار میگیرد. گذاشتن پایه روی آجر خشکه مجاز نیست.

گوه قطعه چوب کلفت با سطح شیب دار است که در قالب بندی ساختمانهای بتونی زیر تیرهای چوبی قرار میدهند. برای پایه های داربست بعضی مواقع از لوله های فلزی استفاده می‌کنند که بوسیله اهرمی بالا و پائین می‌رود و به آن اصطلاحاً جک می‌گویند در ساختمانهای سری سازی برای سقف‌ها از قالب فلزی استفاده می‌نمایند و آن به صورت میزی است که بلندی پایه‌های آن به اندازه ارتفاع هر طبقه میباشد و بعد از ریختن ستونها میزها را در محل خود قرار داده و به آرماتوربندی و بتن ریزی اقدام می‌نمایند.

در مورد سقفهای تیرچه بلوک احتیاج به بستن تمام سقف با تخته فقط باید کمر تیرچه ها با فاصله های حدود ۱/۵ تا ۲ متر بسته شود تا از شکم دادن آنها جلوگیری شود برای داربست سقفهای تیرچه بلوک نیز باید همان مطالبی که در مورد سقفهای بتونی گفته شد رعایت گردد در قسمت سقف تیرچه بلوک در این مورد توضیح داده خواهد شد.

آرماتور بندی

آرماتور بندی از حساس ترین و با دقت ترین قسمتهای ساختمانی بتونی میباشد. زیرا همانطور که می دانیم کلیه نیروهای کششی در ساختمان بوسیله میله گردها تحمل میشود بدین لحاظ در اجراء آرماتوربندی ساختمانهای بتونی باید نهایت دقت بعمل آید. برای تعیین قطر و تعداد میله گردهای هر قطعه بتونی دو منبع تعیین کننده وجود دارد اول محاسبه - دوم آئین نامه در مورد اول مهندس محاسب با توجه به مشخصات قطعه بتونی قطر میله گرد را تعیین نموده و در نقشه های مربوطه مشخص می نماید.

کارگاه آرماتور بندی باید در قسمتی جدا از کارگاه اصلی تشکیل گردد. در کارگاههای کوچک آرماتورها را با دست (آچارگوساله و کارگاه) خم مینمایند ولی در کارگاه بزرگ خم کردن آرماتور بوسیله ماشین انجام میشود مسئول کارگاه آرماتور بندی باید از روی نقشه تعداد و شکل هر آرماتور را تعیین نموده و به کارگران مربوطه داده و خم کردن هر سری را دقیقاً زیر نظر داشته باشد تا طول آرماتور و محل خم کردن و زاویه خم کردن و طول قلابها طبق نقشه انجام شود. میله گردها باید از نوع ذکر شده در نقشه باشد.

در کارگاههای بزرگ باید حد روانی تاب کشش و ازدیاد طول نسبی کسبختگی و غیره میله گردها بوسیله آزمایشگاه تعیین و به اطلاع مهندس محاسب و مهندسین کارگاه برسد ولی در کارگاههای کوچک که مصرف کل آرماتور آن از ۵۰ تن بیشتر نیست این کار لازم نمی باشد اگر میله گرد خمیدگی موضعی داشت میباید این خمیدگی ها قبلاً صاف گردیده بعد اقدام به شکل دادن آرماتور بشود. برای صاف کردن میله گردها چکش کاری مجاز نیست آرماتورها تمیز بوده و در موقع کار فاقد گل و مواد روغنی و مواد رنگی باشد. میله گردهای نمره پایین مثلاً ۸ و ۱۰ که گاهی بصورت کلاف به کارگاه آورده میشود این میله گرد ها را باید قبلاً بطول های مناسب بریده و بوسیله کشیدن صاف نموده و آنگاه مصرف نمائیم.

آرماتورها باید طوری بهم بسته شوند تا در موقع بتون ریزی از جای خود تکان نخورد و جابجا نشود و فاصله آنها از یکدیگر باید طوری باشد که بزرگترین دانه بتون براحتی از بین آنها رد شده و در جای خود قرار گیرد.

پیش بینی تغییرات خصوصیات فیزیکی بتن

در تماس با آب قرار می گیرد به این دلیل اتفاق می افتند که مواد تحت این شرایط در اثر جدا شدن از هم و یا ترکیب شدن با هم مبادله می شوند. هر چند که تا کنون روش خاصی برای اندازه گیری مقدار تغییرات خواص یافت نشده است. نویسنده در این مقاله سعی دارد تا کارایی آزمایشات سیمان در شرایط مایع و دقت سازه های بتنی ۳۴ تا ۱۰۴ ساله را مورد

مطالعه قرار دهد و مدلی برای تضعیف خصوصیات فیزیکی به دلیل نشت مواد هیدراته و بر اساس نتایج این مطالعات طراحی کند.

سازه های بتنی مانند مخازن، تانکرها، سدها، لوله های ذخیره آب در طولانی مدت در تماس با آب می باشند و به همین خاطر ممکن است بخشی از مواد آن جدا شده و شسته شود همانند مشکلات محیطی بنابراین نشت مواد هیدراته دلیل اصلی افزایش تحقیقات در این زمینه بوده است. بخشی از اطلاعاتی که اکنون درباره افزایش غلظت مایع به خاطر نشت موادی مانند کلسیم از هیدراتهای سیمانی بدست آمده نتیجه تحقیقات گذشته می باشد، همچنین تحقیقات بسیاری برای مدل سازی و اندازه گیری تغییرات شیمیایی حاصل از نشت مواد صورت گرفته است. هرچند که تاکنون روش و راه حل خاصی برای اندازه گیری کاهش غلظت مواد شیمیایی و تحلیل این تغییرات بدست نیامده است که این مسئله حاصل روند بسیار کند واکنشهای تجزیه حاصل از نشت مواد می باشد. به همین ترتیب نتایج بدست آمده از آزمایش خمیر در آب و رزین عایق و تغییرات خصوصیات فیزیکی حاصل از نشت مواد هیدراته سیمان مورد مطالعه قرار گرفتند و به طور هم زمان این نتایج با داده های سازه های حقیقی در بازه سنی ۳۴ تا ۱۰۴ سال مقایسه شدند. حاصل این تحقیقات شایان توجه می باشد زیرا کارآمدی و وسعت روشهای مطرح شده را در تخمین و اندازه گیری تغییرات خواص فیزیکی در اثر نشت مواد نشان می دهد، افزون بر آنکه مدلی برای پیش بینی کمی این تغییرات و بر اساس نتایج این اکتشافات ابداع شد.

نمونه های خمیر مورد آزمایش در ۴ نوع که از نظر میزان آب سیمان با یکدیگر متفاوتند آماده شده و همانطور که مشاهده می شود نتایج آزمایشات کیفیت سیمان به کار برده شده در نمونه آورده شده است. سیمان معمولی پورتلند (Portland) که برای این تحقیق در نظر گرفته شده است دارای ۱۰۰٪ OPC می باشد و هیچ ماده زائدی مانند کربنات کلسیم همراه خود ندارد، از این سیمان برای تهیه نمونه استفاده شده است و آب یونیزه شده برای مخلوط کردن آن به کار برده شده است. برای تهیه این مخلوط از مخلوط کن چرخشی استفاده شد و دمای حفره و رطوبت فضای مخلوط کن برابر با 30°C و $\text{RH}/60$ می باشد. بعد از یک روز که خمیر مورد نظر در شرایط آزمایش قرار داده شد مدت ۵۶ روز زیر آب و در دمای 40°C قرار می گیرد این کار به جهت افزایش میزان هیدراتاسیون آن در شروع آزمایش و در طول انجام آن می باشد و پس از این مدت آزمایشات انجام شده جهت تثبیت خواص نمونه تکمیل شده است. سرانجام شش نمونه یک اندازه از قسمت هسته قطعه اصلی جدا شده و برای آزمایش کنار گزارده می شوند. در آزمایشهای اولیه سعی در تثبیت خواص فیزیکی است و این آزمایشها بر اساس JIS R5210 انجام شده اند. در تمامی این آزمایشها سختی آب به صورت تصادفی در نقاط مختلف اندازه گیری شده و برای هر نمونه ایت کار ۳۰ بار انجام گرفته است. همچنین آزمایشهای خمیر در مایع و در دمای 20°C انجام شده است و آب حاصل از تبادل یونها و کاتیونها با میزان غلظت اسیدی بالا در واکنش با سولفات کلسیم با کمترین خسارت در مقایسه با یونهای سیلیس قرار داده شده و بر این اساس تمام کلسیم موجود در خمیر نمونه دارای یونهای تغییر یافته بود برای آماده سازی آب در تهیه

خمیر نمونه و سرانجام پس از مدت زیاد و با ادامه این آزمایشات میزان سختی و خوردگی را می توان در کنار هم بدست آورد. از نتایج این آزمایشات مشاهده شد که درجه هیدرات F را می توان ۹,۷۷ در نظر گرفت و در اینصورت نتایج آزمایش فرقی نخواهد کرد. همچنین مشاهده شد که به طور تجربی تغییرات خطی در میان درصد آب سیمان است. همانگونه که از نتایج بر می آمد، نیروی قوی در این آزمایشها وجود دارد و واکنشی که سبب تضعیف بود به جهت نشت مواد بسیار کند پیش رفته و به همین خاطر تعیین نیروی پس از تضعیف دشوار است.

سیمان چیست؟

سیمان ها مواد چسبنده ای هستند که قابلیت چسباندن ذرات به یکدیگر و بوجود آوردن جسم یک پارچه از ذرات متشکله را دارند. این تعریف از سیمان دارای آن چنان جامعیتی است که می تواند شامل انواع چسبها از جمله چسبهای مایع که در چسباندن قطعات سنگ یا سنگ و فلزات به یکدیگر بکار می روند نیز بشود.

نمونه ای از این چسبها در صنعت سیمان در کار گذاشتن آجر نسوز در کوره سیمان مورد مصرف دارد و خاصیت اصلی آن این است که آجر نسوز (که یک جسم سرامیکی است) را به بدنه کوره (آهن) می چسباند، همچنین انواع سیمان های دیگر که در دندانپزشکی مورد مصرف دارند، از جمله چسب ها می باشد. آنچه که از کلمه سیمان در این متن مورد نظر است، آن نوع از سیمان ها است که دارای ریشه **آهکی** می باشند. به عبارت دیگر سیمان هایی که ماده اصلی تشکیل دهنده آنها آهک و ماده اولیه اصلی آنها سنگ آهک است. بر این اساس سیمان ترکیبی است از اکسید کلسیم (آهک) با سایر اکسیدها نظیر اکسید آلومینیم، اکسید سیلیسیم، اکسید آهن، اکسید منیزیم و اکسیدهای قلیایی که میل ترکیب با آب داشته و در مجاورت هوا و در زیر آب بمرور سخت می گردد و دارای مقاومت می شود.

با توجه به مشخصه فوق سیمان می تواند دارای ترکیبات متفاوتی باشد و اصولاً جزو **ملاتهای آبی** محسوب می گردد. ملاتهای آبی از دوران گذشته شناخته شده بودند، از جمله این ملاتها آهک است که مصری ها و یونانی ها با مخلوط کردن آن با خاکستر آتش فشانی، خاک آجر و آب به نوعی آهک آبی دست می یافتند که خاصیت سخت شدن و فشار پذیری داشت. با بکار بردن این ساروج رومی ها توانسته اند ساختمانهای عظیمی بسازند که هنوز بقایای آنها پس از گذشت چند هزار سال پا بر جا و قابل مشاهده است.

تاریخچه سیمان

- ریشه کلمه سیمان

در رم قدیم مخلوطی از خرده سنگ و آهک پخته درست می کردند که از ترکیب این مخلوط با آب، بتن حاصل می گردید و از این بتن برای کارهای ساختمانی استفاده می شد. این نوع ساختمانها را (Opus Cimentitium) می نامیدند. به مرور کلمه **Cementum** به مخلوطهای مورد استفاده در این نوع ساختمان سازی اطلاق گردید. منظور از **Cementum** نوع خاصی خرده سنگ بود که وقتی پودر آنها با آهک مخلوط می گشت دارای خاصیت هیدرولیکی بیشتر و به مرور در مجاورت هوا و در زیر آب سخت می گشت و دارای مقاومت قابل توجهی می شد.

این خرده سنگ ها یا از باقیمانده های آتشفشان (خاکستر آتشفشانی) بودند و یا از خرده آجرهای کوره آجرپزی.

- تاریخچه کشف سیمان

با توجه به اشاره ای که به ریشه کلمه سیمان شد و با توجه به اینکه سابقه ساخت آهک به زمانه قدیم (بیش از دو هزار سال پیش) بر می گردد، می توان ریشه و سابقه تولید سیمان (منظور سیمان طبیعی) را چیزی در حد تاریخ تولید آهک دانست. در سیمان طبیعی از گرد حاصل از خاکستر آتشفشان و سنگهای آتشفشانی (Volcanic Tuff or Pozzolana) و مخلوط کردن این گرد با آهک شکفته استفاده می شود.

تا پایان نیمه اول قرن هجدهم، عواملی که ایجاد خاصیت هیدرولیکی و چسبندگی در برخی مواد می کرد در پرده اسرار بود تا اینکه یک مهندس انگلیسی به نام جان اسمیتون به خواص مهم ترکیبات موجود در خاک رس و خاصیت سخت شدن این ترکیبات پی برد. این اکتشاف در سال ۱۷۶۵ و در موقعی که نامبرده بدنبال پیدا کردن مصالحی بود که دارای چسبندگی و مقاومت کافی در مقابل آب باشند، حاصل ماده این مصالح برای تجدید بنای فانوس دریایی (Eddystone) در نزدیکی پلیموت بود.

اسمیتون در ساختن ملاتهای آزمایشی خود، چند جور آهک مصرف کرد و از هر یک نمونه هایی ساخت، پس از آنکه نمونه ها خود را گرفت، آنها را زیر آب گذاشت و با هم سنجید و به این نتیجه رسید که بهترین آهک از پختن نوعی سنگ آهک به نام Glamorgan بدست می آید. از تجزیه این سنگ آهک روشن شد که حاوی مقداری خاک رس است. این نکته سر نخ اکتشاف خواص هیدرولیکی ترکیبات خاک رس بود. در حقیقت علت کشف فوق این بود که اسمیتون در ضمن تجزیه انواع آهک ها متوجه شد آن نوع آهکی که دارای باقیمانده محلول بیشتری در اسید نیتریک باشد، دارای خاصیت هیدرولیکی بیشتری می باشد. این باقیمانده ها (Insoluble Residue) به علت وجود کوارتز و خاک رس در سنگ آهک مورد استفاده جهت پخت آهک می باشند.

در سال ۱۷۷۶ یک نفر انگلیسی دیگر به نام James Parker سیمان هیدرولیکی دیگری ساخت و نام آنرا سیمان رومی (Roman Cement) گذاشت. این سیمان (آهک آبی) از پختن قلوه سنگ های آهکی رسی (گلاهمک Septaria) بدست آمد. این سیمان در همان سال در انگلستان به ثبت رسید.

اولین اقدام بشر که در زمینه تهیه مخلوط مصنوعی از سنگ آهک و خاک رس برای تهیه سیمان (آهک آبی) صورت گرفت در فرانسه و توسط ویکات (Vicat) در ابتدای قرن نوزدهم بود. ویکات، سنگ آهک و خاک رس را با هم مخلوط کرد و سپس به همراه آب این مخلوط را آسیاب نمود و دوغاب حاصله را پخت. گرچه نتیجه حاصله موفقیت آمیز بود، ولی عملاً در فرانسه این روش ادامه داده نشده تا اینکه در انگلستان یک بنای آجرچین به نام (Joseph

Aspdin) موفق شد از پختن مخلوطی از سنگ آهک و خاک رس (به نسبت متفاوت و به صورت دوغاب) در درجه حرارت بالا به نوعی آهک آبی فوق العاده جالب دست یابد. وی نام این محصول به دست آمده را سیمان پرتلند (Port Land Cement) گذاشت و در ۲۱ اکتبر ۱۸۲۴ سیمان اختراعی خود را به ثبت رسانید.

علت این نام گذاری هوشیارانه این بود که بتن (سنگ مصنوعی) حاصل از این آهک آبی و خرده سنگ شباهت های زیادی (خصوصا از نظر رنگ) با نوعی سنگ آهک داشت که در جنوب انگلستان و در جزیره پرتلند یافت می شد. البته این سیمان با آنچه هم اکنون به نام سیمان پرتلند معروف است تفاوت دارد و کاملاً مشابه نیست.

کار اسپدین توسط پسرش ویلیام (William) پیگیری شد و نامبرده موفق گردید در سال ۱۸۴۳ با دست یابی به تکنیک استفاده از درجات حرارت بالاتر و ایجاد حالت عرق کردن در حین پخت به محصولی دست یابد که درصد قابل توجهی از مواد مورد استفاده به صورت گداخته شده (Sintered) و مابقی به صورت پخته شده درآید. منظور از گداخته شدن (Sintering) همان پختن در درجات حرارت بالاست، به طوریکه بخشی از مواد در حال پخت به صورت گداخته (مذاب) درآیند. سیمان ساخته شده توسط ویلیام اسپدین واقعاً بهتر و عالی تر از سیمان های قبلی بوده و دارای مقاومت بیشتری بود. از این سیمان در ساختمان جدید پارلمان انگلستان (۱۸۴۰-۱۸۵۲) استفاده گردید

روشهای ساخت سیمان

روشهای مختلفی برای تولید سیمان وجود دارد. اصولاً چهار روش برای تولید سیمان وجود دارد:

۱- روش تر

۲- روش نیمه تر

۳- روش نیمه خشک

۴- روش خشک

- روش تر و نیمه تر

در روش تر و نیمه تر خاک رس مصرفی در دستگاه دوغاب ساز (Wash mill)، تبدیل به دوغاب می گردد. سپس دوغاب خاک رس به همراه سنگ آهک در آسیاب مواد خام مخلوط و نرم گشته و تبدیل به دوغاب با غلظت بیشتری می شود. پس از تنظیمات لازم توسط آزمایشگاه، بعنوان خوراک کوره مورد مصرف قرار می گیرد. در روش نیمه تر، مواد خروجی از آسیاب مواد به صورت دوغاب است و قبل از ورود به کوره بوسیله فیلتر پرس آب آن گرفته می شود و بصورت کیک یا آماج (حبه) به کوره تغذیه می گردد.

- روش نیمه خشک

در روش نیمه خشک مواد اولیه بصورت خشک با یکدیگر مخلوط گشته و به آسیاب مواد خام تغذیه می گردند. مواد خروجی از آسیاب مواد به صورت پودر است. قبل از تغذیه این پودر به کوره مقداری آب روی آن پاشیده می شود و آن را به صورت آماج یا حبه در آورده و به کوره تغذیه می نمایند.

- روش خشک

در روش خشک مواد اولیه خشک وارد آسیاب می شود. پودر خروجی از آسیاب مواد، پس از تنظیم، به عنوان خوراک کوره مصرف می گردد.

روشهای مختلفی برای تولید سیمان های مختلف وجود دارد که عمدتاً بستگی به تکنولوژی مورد استفاده و جنس سیمان دارد، تکنولوژی مورد استفاده برای تولید سیمان به مرور دستخوش تحول و پیشرفت بوده است. هم اکنون صنعت سیمان با برخورداری از آخرین تکنیک های اعجاب انگیز، با استفاده از روش خشک و به کمک سیستم های اتوماتیک، شاهد پیشرفت های شگرف در طول تاریخ ۱۶۰ ساله تولید صنعتی خود می باشد. روش تولید برخی سیمان ها نظیر

پوزولان های ایران

شناسایی کلی

با توجه به آتشفشان های مختلفی که در نقاط مختلف ایران وجود دارد، اساساً پوزولان های طبیعی زیادی را می توان یافت. وجود گسترده مواد پوزولانی در ایران با فعالیت نسبتاً خوبی که دارند، می تواند کمک شایان توجهی به صنعت سیمان و بتن کشور نموده و همچنین به عنوان راه حل های اساسی در حل مشکلات مربوط به خرابی های شیمیایی بتن در مناطق حاشیه خلیج فارس، به کار گرفته شوند. روش یافتن، آسیاب نمودن پوزولان به مدت تقریبی ۴ ساعت و گذراندن آنها از الک نمره ۲۰۰ است که بعداً با روش بلین میزان سطح مخصوص آنها اندازه گیری می شود.

ارزیابی خاصیت پوزولانی دیاتمه

نتایج جذب آهک نسبت به زمان که با روش ترموگراویمتری به دست آمده است. اگر نتایج را مورد بررسی دقیق قرار دهیم، درمی یابیم که نمونه های دیاتمه به قدری قوی بوده که ظرف مدت ۳ روز تمام آهک محیط را جذب کرد، در صورتی که دوده سیلیس هنوز موفق به این عمل نگردیده است. بقیه خاک ها دارای خاصیت جذب آهک یکسانی بوده و با آهنگ تقریباً همانند، آهک جذب کرده اند، خاک های دیاتمه فعالیت تقریباً یکسانی را در طول مدت آزمایش از خود نشان می دهند، اما وقتی ریزدانه های آن نسبت به دوده سیلیس که تقریباً نصف آن است در نظر گرفته شود خود دلیل دیگری بر مرغوبیت این خاک است. به عبارت دیگر، اگر این خاک را تا اندازه ای آسیاب نماییم که به اندازه دوده سیلیس برسد، باید عملکرد بسیار قابل ملاحظه ای را انتظار داشت.

ارزیابی خاصیت پوزولانی تراس

ماده پوزولانی تراس که در ایران نیز مورد استفاده قرار گرفته از توف های آتشفشانی است. به طور کلی توف ها، سنگ های پیروکلاستیک هستند که از خروج مواد آتشفشانی ناشی می شوند. ذخایر بزرگی از تراس همانگونه که در جداول بخش قبلی مشاهده شد در نقاط مختلف جهان وجود دارد. با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه دماوند مشاهده می گردد که ناحیه وسیعی از این منطقه توسط توف سبز پوشیده شده که ضخامت آن در جنوب به ۱۵۰۰ متر می رسد ولی هر چه به سمت شمال می رویم از ضخامت آن کاسته می شود.

تأثیر تراس بر مقاومت بتن

مقاومت بتن های ساخته شده از سیمان تراس کمتر از سیمان معمولی است ولی این نقصان با کم کردن آب بتن و استفاده از مواد تقلیل دهنده آب برطرف می گردد. همچنین بتن ساخته شده با تراس در دراز مدت شروع به ازدیاد

مقاومت می‌نماید و این مقاومت حتی فراتر از بتن معمولی نیز هست. در نمونه های ساخته شده از تراس، نگاهداری بتن در محیط مرطوب نقش به سزایی در افزایش مقاومت دارد. شکل ۵-۳۷ به خوبی نشان می‌دهد که نگاهداری بتن، در محیط با ۱۰۰ درصد رطوبت نسبی و ۲۰ درجه سانتیگراد باعث ایجاد مقاومت بالا در بتن ها، نسبت به شرایط دیگر عمل آوری شده است.

تأثیر تراس بر تخلخل و نفوذپذیری بتن

از آنجا که استفاده از تراس جهت ساختن بت با کارآیی و اسلامپ ثابت باعث افزایش آب مورد نیاز بتن نسبت به بتن معمولی با همان اسلامپ می‌گردد، لذا بدون استفاده از ماده روان کننده، تخلخل بتن افزایش می‌یابد. جهت ارتباط میزان نفوذپذیری ملات ها و تخلخل آنها آزمایش نفوذ گاز در بتن انجام شده است. قابل توجه است که نفوذپذیری در ملات های ساخته شده از تراس با به کار بردن مواد تقلیل دهنده آب بتن، تقلیل یافته است. در ارتباط نفوذپذیری با تخلخل، حفره های با قطرهای مشخص در تغییر نفوذپذیری دخالت دارند. لذا عامل مهم تر از تخلخل کل بتن در تغییرات نفوذپذیری، نحوه پخش فضاهاى خالی و منحنی توزیع این حفره هاست. در آزمایش های انجام شده ارتباط نزدیکی بین نفوذپذیری حفره های با قطر بزرگتر از ۰/۱ میکرون به دست آمده است. بدین معنی که افزایش حجم حفره های با قطر بزرگتر از ۰/۱ میکرون باعث افزایش نفوذپذیری در ملات شده است.

نکات فنی و اجرایی در سازه های بتن آرمه

انواع نقشه های ساختمانی

نقشه های اولیه معماری که بنا را به شکل سه بعدی (پرسپکتیو) نشان می‌دهد، برای تفهیم به مجریان بسیار سودمند است. معمولاً نقشه های فنی و اجرایی در سه فاز تهیه می‌شوند:

الف) نقشه های معماری:

این نقشه ها به منظور مشخص کردن ابعاد بنا جزئیات ظاهری و بنا سازه های داخلی و خارجی برای تفهیم مسائل به سازندگان و مجری ساختمان تهیه می‌شود. آنها می‌توانند پس از اجرای یک سلسله مسائل فنی، بنای مورد نظر را در چهار چوب طرح معماری بسازند.

ب) نقشه های اجرایی:

این نقشه ها با جزئیات گوناگون مانند پلانهای موقعیت، پی سازی تیر ریزی، شیب بندی، برش، نما و... با مشخصات هر چه دقیق تر جهت اجرای دقیق و اصولی تهیه می‌شود که سازندگان با استفاده از نقشه های جزئیات که از نقشه های ذکر شده تهیه می‌شود، کار دقیق. اصولی اجرا می‌کنند.

همچنین با توجه به دفترچه مشخصات ریز مقادیر اسکلت ساختمان به شکل سفت کاری و نازک کاری ساخته می‌شود. در بناهای بزرگ، وجود مهندسان معمار، محاسب و همکاری نزدیک آنها با همدیگر باعث می‌شود که طراحی به وجود آید. بدون این همکاری مسئله ساختن بنای عظیم غیر ممکن است.

ج) نقشه های تاسیسات:

این نقشه ها نیز جدا از نقشه های معماری و استراکچر، شامل کلیات و جزئیات آبرسانی، فاضلاب تهویه، دستگاه های گرم کننده و سرد کننده و به ویژه روشنایی برق است.

این نقشه ها به هنگام تعمیرات بسیار مفید است. بخصوص در هنگام زلزله، سیل و حریق که قسمتی از بنا از بین می رود، با استفاده از این نقشه های موجود در شناسنامه می توان ضایعات پدید آمده در ساختمان را نوسازی کرد.

روشهای انبار کردن سیمان

در کارگاه ساختمانی محلهای مشخصی را برای دپو سیمان، ماسه، شن و غیره تعیین می کنند. برای دپو سیمان ابتدا یک سری بلوک در سطحی مربع شکل روی زمین می چینند تا کیسه ای سیمان روی بلوکها قرار گرفته و با زمین در ارتباط نباشد، بعد از قرار دادن کیسه های سیمان روی بلوکها، یک پلاستیک بزرگ روی کیسه ها می کشند تا در صورت بارندگی با وجود رطوبت هوا کیسه های سیمان خراب نشود، این محلها جهت دپو مصالح طوری تعیین می شود که به دستگاه میکسر دسترسی آسان داشته باشد و براحتی و در کوتاهترین زمان ممکن به دستگاه میکسر رسانده شود و بتن مورد نیاز تهیه شود.

روش انبار کردن میله گردها:

میله گردها باید در محلی از کارگاه قرار گیرد که راحتی جهت قطع و خم به محل مورد نظر رسانده شود، سعی می شود که میله گرد در قطرهای متفاوت به صورت جداگانه قرار بگیرند تا به راحتی در دسترس باشند.

خم کردن میله گردها:

این آرماتورها به این صورت خم می شوند که یک سری تخته روی پایه هایی قرار دارد و روی این تخته ها سه یا چهار پایه فلزی محکم، در فاصله های مشخص سوار شده است که میله گرد بین این پایه ها قرار گرفته و در اندازه ها توسط یک سری میخ ریز که روی تخته نصب شده است، کاملاً مشخص است. البته برای خم کردن آرماتورهای با ضخامت بالاتر از یک سری اهرم استفاده می شود تا براحتی در محل مورد نظر خم شود.

در باره بتن:

بتن مصالحی شبیه به سنگ است که از مخلوط کردن مقدار متناسبی از سیمان، شن، ماسه، آب و افزودنی های دیگر بدست می آید. توده اصلی بتن، سنگ دانه های درشت و ریز (شن و ماسه) است و فعل و انفعال شیمیایی بین آب و سیمان که به صورت شیره ای اطراف سنگدانه ها را پوشانده است، باعث یکپارچه شدن و چسبیدن سنگدانه ها به یکدیگر می شود. این سنگدانه ها اسکلت اصلی بتن را تشکیل داده و نیروی وارد بر بتن را تحمل می کنند، آب نیز در این مخلوط موجب ایجاد واکنش شیمیایی در سیمان می شود که سخت شدن مخلوط بتن را پس از طی دوره حدود بیست و هشت روز و رسیدن به مقاومت نهایی بتن به همراه دارد. شن و ماسه حدود ۶۵ درصد مخلوط بتن و مابقی را خمیر سیمان و درصد بسیاری کمی هوا تشکیل می دهد.

در نیمه دوم قرن نوزدهم برای غلبه بر این محدودیت مقاومت کششی بتن، اقدام به استفاده از میلگردهای فولادی که دارای مقاومت کششی بالایی هستند در قسمت های تحت کشش در بتن شد؛ چسبندگی عالی فولاد به بتن در این ترکیب یکی دیگر از مهم ترین عوامل استفاده از فولاد در بتن است. ترکیب بدست آمده "بتن مسلح" خوانده می شود که اغلب مزایای خوب دو ماده مختلف را به تنهایی داراست و همین مشخصه مطلوب، استفاده بتن مسلح را در انواع مختلف سازه ها نظیر، ساختمان ها، پل ها، سدها و... امکان پذیر می کند؛ اما در سازه هایی نظیر پل های قوسی، پوشش گنبدی، پوشش های پلیسه ای و مخازن استوانه ای به علت دخیل بودن عامل خمش در سازه از نوع دیگری از بتن با نام "بتن پیش تنیده" استفاده می شود. در این روش فولاد که بصورت مفتول یا کابل است تا نزدیکی حد جاری شدن کشیده می شود، پس از بتن ریزی و گرفتن بتن و در نتیجه ایجاد چسبندگی لازم بین فولاد و بتن، عامل کشش در فولاد حذف شده و کلیه نیروی کششی فولاد به صورت فشاری در بتن وارد می شود که قابلیت باربری سازه را در برابر نیروهای ناشی از خمش زیاد می کند.

در فرایند استفاده از بتن دو عامل نقش اساسی دارند که در رسیدن بتن به مقاومت نهایی آن که مهندسین طراح سازه طبق آیین نامه های موجود برای سازه های مختلف و با در نظر گرفتن پارامترهای طراحی اعلام می دارند بسیار موثرند.

۱) ساختن بتن

۲) بتن ریزی

در فرایند ساخت بتن طراح با استفاده از آیین نامه های موجود و در نظر گرفتن مقاومت نهایی لازم، درصد هر یک از مواد تشکیل دهنده بتن را اعلام و شرکت سازنده نیز بوسیله این دستورالعمل اقدام به ساخت بتن می کند. در مرحله دوم نیز مجری طرح با رعایت کامل ضوابط آیین نامه های اجرایی بتن ریزی اقدام به بتن ریزی و نگهداری از آن تا رسیدن به مقاومت نهایی آن

می کند. عدم رعایت هر یک از این ضوابط موجب می شود تا بتن در هنگام بارگذاری و مواقع بحرانی دچار آسیب شده و خسارات جبران ناپذیری را موجب شود.

لذا باید مبادی ذیربط با نظارت کامل نسبت به اجرای صحیح ضوابط موجود توسط طراحان، شرکت های سازنده بتن و پیمانکاران و بازرسی های منظم و آزمایشات مقاومت بتن در تمامی مراحل ساخت و اجرا از بروز خسارات ناشی از اجرای ناصحیح این ضوابط جلوگیری کند.

اختلاط بتن:

از آنجاییکه عیار بتن مصرفی طبق محاسبات انجام شده در نظر گرفته شده، باتوجه به اندازه بزرگترین دانه سنگی و باتوجه به درصد آب به سیمان و دیگر معیارهای اختلاط بتن و با توجه به حجم دستگاه بتنیر، مقدار سیمان و آب و مصالح ریزدانه و درشتدانه آنرا باتوجه به پیمانانه بیل به کارگران اعلام کرده و مطابق با این اندازه بتن ساخته میشود.

خصوصیات مخلوط بتن:

مقاومت بتن بستگی به نسبت سیمان، سنگدانه های درشت و ریز، آب، و افزودنیها دارد. نسبت آب به سیمان مهمترین عامل در مقاومت بتن میباشد زیرا هرچه نسبت آب به سیمان بیشتر باشد مقاومت بتن کمتر خواهد شد. آب دادن بتن پس از اینکه بتن به خود گرفت باعث افزایش کارایی بتن میشود. ضخامت مناسب بتن روی آرماتورها باعث میشود که کارایی بتن افزایش یابد زیرا در اثر خوردگی آرماتور ممکن است پکیدن و قلوه شدن سطوح بتن روی دهد.

آرماتوربندی ستونها:

پس از بتن ریزی پی نوبت به آرماتوربندی ستونها میرسد. عضوی راکه وظیفه حمل نیروی محوری فشاری را دارا باشد، ستون گویند. اماستونی که تحت تاثیر نیروی محوری فشاری خالص باشد، بندرت یافت میشود. تقریباً تمام ستونها تحت تاثیر لنگر میباشند، این لنگرها میتوانند ناشی از اتصال صلب تیر به ستون و یاناشی از برون محوری های اتفاقی به واسطه عدم قرارگیری صحیح محورها و یا تغییرات در سطح مقطع یا خواص مصالح باشد.

قالب بندی ستونها:

برای بتن ریزی ستونها از قالب فلزی استفاده میشود. قبل از بستن قالبها آنها را روغنکاری میکنند تا در موقع قالب برداری، قالبها به بتن ستون نچسبد. این قالبها به صورت پانلهای جدا از هم است و باتوجه به ابعاد ستون مونتاژ میشود و به وسیله پین و گوه به هم متصل میشوند. قالبها از سه طرف تا بالا به صورت کامل بسته شده و از یک وجه تا فاصله ۱٫۵ متری بسته شده و در دو مرحله دیگر تکمیل میشوند. پس از اینکه قالب بسته شد قالب راتراز میکنند تا ستون به صورت کاملاً عمودی باشد، زیرا در غیر اینصورت ستون دچار خروج از مرکزیت شده و این امر باعث کاهش ظرفیت باربری میشود. پس از تراز شدن قالب، قسمت پایین ستون با گچ پوشانده میشود تا شیر بتنی از این قسمت خارج نشود.

ویبره زدن بتن:

برای کمک به تراکم بهتر بتن مصرفی از ویبراتور استفاده شده و پس از ریختن هر دو فرقون بتن داخل قالب یکبار و ویبره زده میشود (به مدت ۳ الی ۴ ثانیه) تا بتن متخلخل و به اصطلاح کرمو نشود.

عمل آوری ستونهای بتنی:

برای جلوگیری از تبخیر سریع آب بتن در معرض آفتاب تابستان بلافاصله پس از باز کردن قالب روی ستونها گونی کشیده میشود و گونی ها به وسیله آبپاشی خیس شده و اینکار تا چند روز بعد تکرار میشود، بدینوسیله ستون عمل آوری میشود.

تیرچه:

تیرچه هادر محل کارگاه ساخته شده و در همان محل جوشکاری میگردهای طولی و میلگردهای مونتاژ انجام میشود و بتن ریزی آنها در قالبهای ناودانی شکل با پهنای ۱۰ سانتیمتر انجام میشود. قبل از بتن ریزی قالبها را روغنکاری میکنند پس از خشک شدن بتن تیرچه ها، آنها را در یک استخر آب قرار میدهند تا عمل آوری شود. البته زمان در آب ماندن تیرچه

ها نباید از چند روز بیشتر شود زیرا باعث زنگ زدگی میلگردها میشود. تیرچه ها با فاصله آکس به آکس ۵۰ سانتیمتر از هم قرار میگیرند.

بلوک:

بلوکهای توخالی باشکلی خاصی که دارند بین تیرچه ها قرار میگیرند و پرکننده فاصله بین تیرچه ها و همچنین حجم قابل ملاحظه ای از سقف میباشند.

مزایای سقف تیرچه بلوک:

در زیر مهمترین ویژگیهای این نوع سقف در مقایسه با سقف تیرآهن - طاق ضربی و دال بتنی یکپارچه آمده است:

- (۱) به علت مصرف بلوک تو خالی و حذف بتن ناحیه کششی در مصرف بتن صرفه جویی می شود.
- (۲) به علت تولید تیرچه و بلوک در کارخانه نیروی انسانی کمتری مورد نیاز است.
- (۳) وزن تیرچه ها کم است به طوریکه توسط کارگران قابل نصب است و در طبقات کم نیاز به جرثقیل نیست.
- (۴) به علت پیش ساخته بودن تیرچه و بلوک نصب سقف بسیار آسان و سریع خواهد بود.
- (۵) قالب بندی زیر سقف فقط به شمع بندی و نصب چهار تراش در فاصله های معین جهت تامین تکیه گاههای موقت تیرچه ها محدود می شود.
- (۶) به طور یکپارچه بتن ریزی می شود و بتن کمتری نسبت به مصرف کم فولاد از نظر اقتصادی مناسب است.

انواع پله های بتن مسلح:

۱. پله طره ای: این پله بصورت طره ای به دو گونه یک دیوار قائم متصل می باشد.
۲. پله دو خم: متداول ترین نوع پله است که در آن شمشیری پله همانند تیری مورب در حد فاصل پاگرد هر دهانه می زنند.
۳. پله های پیش ساخته: شمشیری راه پله، به صورت پیش ساخته بوده و در روی تکیه گاههای مناسب در روی پاگرد ها تکیه می نماید.

دالها:

وظیفه دال در یک سازه بتن مسلح، ایجاد یک سطح تخت قابل استفاده میباشد. دال بتن مسلح غالباً دارای ضخامتی ثابت است. دالها ممکن است که روی دو لبه مقابل تکیه داشته باشند که در آن صورت رفتار سازه ای دال اساساً یکطرفه میباشد. اگر در هر چهار طرف دال تیر وجود داشته باشد رفتار دال دوطرفه میباشد. در یک دال دوطرفه اگر نسبت طول به عرض چشمه دال بزرگتر از ۲ باشد اکثراً بارها در امتداد دهانه های کوتاهتر دال حمل میشوند و به تیرهای دهانه بزرگتر انتقال داده میشوند. در چنین حالتی حتی با وجود تیرهای تکیه گاهی در چهار طرف، رفتار دال یک طرفه را خواهند داشت.

دال بتنی یک طرفه اساساً یک تیر مستطیلی با نسبت عرض به ارتفاع بزرگ است. از انجایی که تمام بارهای دال باید بر تیرهای تکیه گاهی وار دشوند میتوان نتیجه گرفت که تمام میلگردها باید در امتدادی عمود بر امتداد تیرهای تکیه گاهی قرار گیرند.

البته آرماتورهای در امتداد دیگر برای یک پارچگی و مقابله با ترکهای ناشی از حرارت و جمع شدگی لازم سطح مقطع فولاد موجود در عرض واحد، بر سطح موثر مقطع به دست می آید. بنابراین دال یکطرفه ترکیبی از تیرهای مستطیلی پهلوی به پهلوی می باشند. در دالها نسبت فولاد از تقسیم در دالهای دوطرفه بار به نسبت مشخصی بین دو امتداد باربر تقسیم می شود.

دیوارها:

دیوارهای بتن مسلح بصورت مختلف در ساختمانها مورد استفاده قرار میگیرند:

دیوارهای حایل، دیوارهای باربر، دیوارهای زیرزمین، دیوارهای غیرباربر، دیوارهای برشی

دیوارهای حایل:

دیواری هستند از بتن غیر مسلح، عامل پایداری و مقاومت این نوع دیوار در مقابل فشارهای جانبی وزن دیوار میباشد.

دیوارهای باربر:

دیواری که علاوه بر وزن خودش نیروی خارجی قائمی را که ناشی از عکس العمل سقف و یا غیره است را حمل می کند. جنس این دیوار می تواند از مصالح بنایی، بتن مسلح در جا ریخته و پیش ساخته باشد به این دیوارها دیوارهای غلتی نیز میگویند

دیوارهای زیرزمین:

در تعیین ضخامت دیوارهای زیر زمین، علاوه بر نیروهایی که از طریق اجزای مختلف سازه بر آن وارد می شود باید فشار جانبی ناشی از خاک نیز در نظر گرفته شود. حداقل ضخامت دیوارهای زیر زمین ۲۰۰ میلیمتر است که در مناطق مرطوب، حداقل ۳۰۰ میلیمتر توصیه می شود. به منظور جلوگیری از ورود رطوبت، قبل از خاک ریزی سطح دیوار زیر زمین را در طرف تماس با خاک توسط دولا قیر و گونی عایق می نمایند و روی عایق یک تیغه آجر به ضخامت ۱۰۰ میلیمتر اجرا می شود.

دیوارهای غیرباربر:

دیوارهای غیرباربر شامل دیوارهای محیطی ساختمان، دیوارهای جدا ساز داخلی و دیوارهای دور محوطه می باشد. جنس آن از بتن پیش ساخته و آجر می باشد. آیین نامه بتن ایران حداقل دیوارهای غیر باربر را مساوی ۱۰۰ میلیمتر ولی نه کمتر از یک سی ام فاصله بین اعضای که تکیه گاه جانبی دیوار را تشکیل می دهند، تعیین می کند.

دیوارهای برشی:

با نیروی جانبی موثر بریک سازه (در اثر باد وزلزله) به طرق مختلف مقابله می کند. عناصر مقاوم در مقابل نیروهای جانبی بخصوص اگر نیروهای جانبی در اثر زلزله باشد احتیاج به رعایت جزئیات خاصی دارد که شکل پذیری کافی قاب را تامین نماید. باید دقت نماییم که دیوارهای برشی در پلان تا حد امکان متقارن باشند و مرکز ثقل هر طبقه در حوالی مرکز صلیب دیوارهای برشی باشد.

دیوارها باید برای بارهای برون محور و هر گونه بار جانبی یا سایر بارهایی که در معرض آن قرار می گیرند، طراحی شوند در صورتی که دیوار تحت بار متمرکز قرار گیرد عرض موثر دیوار مساوی با عرض سطح اتکا به اضافه چهار برابر ضخامت دیوار در نظر گرفته می شود. برای تامین پایداری، دیوارها باید به اعضای متقاطع با آنها مانند کفها، بامها، یا به ستونها، پایه ها، پشت بندهای دیوار و دیوارهای متقاطع وپی ها مهار شوند.

وقتی در هنگام محاسبه نیروهای زلزله ضریب کاهشی به علت جذب انرژی در اثر شکل پذیری منظور گردد، باید با رعایت جزئیات خاصی از شکل پذیری آن مطمئن شد. یکی از عناصر مقاوم نیروهای زلزله قاب خمشی می باشد که در آیین نامه های زلزله با نام قاب خمشی شکل پذیر کمترین نیروی زلزله را به خود اختصاص می دهد.

ستون:

عضوی که وظیفه حمل نیروی محوری فشاری را دارا می باشد، ستون میگویند. نسبت ارتفاع به بعد حداقل مقطع آن مساوی و یا بزرگتر از ۳ می باشد. اعضای فشاری که نسبت ارتفاع به بعد آنها کوچکتر از ۳ باشد ستونک یا پایه خوانده می شود ستونهای بتن مسلح به دودسته، ستونهای تنگ دار و دورپیچ می باشند. ستونی را که ابعاد مقطع آن در مقایسه با طولش کم باشد را لاغر میگویند.

این بخش از سازه نقش اساسی و کلیدی در تحمل بارهای وارده بر سازه را دارد. بسته به نوع طراحی ستون، ستون برای بارهای مختلفی طراحی می شود مثلاً در سازه ای که به صورت قاب خمشی طراحی می شود ستونها علاوه بر نیروی فشاری و برشی باید قادر به تحمل مقدار قابل توجهی از لنگر وارده به سازه باشد. ستونها یکی از اجزای سازه ای است که وظیفه انتقال بار به پی را دارد و پی نیز بار را به زمین منتقل می کند.

نتیجه گیری

چرا بتن در بسیاری از سازه ها به خوبی که باید باشد نیست؟ اول اینکه یک سری تحقیقات دانشگاهی نامتجانس در شرایط مفید واقعی و روی نمونه های مصنوعی برای پژوهش در آزمایشگاه انجام می شوند و از طرفی این آزمایش ها توسط افرادی بعمل می آیند که هیچ تجربه ای از شرایط واقعی در زندگی ندارند. در تجربیات آنها، رشته متغیرها بسیار محدود است شرایط آسیب رسان بطور غیر واقعانه ای مبانعه می شوند تا رسیدن نتیجه سرعت داشته باشند، از تغییر شکل در بتن بر اثر انقباض یا دم هم با استفاده از نمونه های کوچک و دیگر محدودیت های ساختگی جلوگیری می شود. بیشتر

دانشگاهیان علاقه ای به تحقیق و بررسی در یک پروژه واقعی ندارند و ترجیح می دهند در یک آزمایشگاه با تهویه هوای عالی بمانند و چکمه و کلاه ایمنی بپوشند.

دوم اینکه دانشجویان دوره لیسانس مهندسی عمران کمتر چیزی در باره بتن به عنوان یکی از مصالح یاد گرفته اند. بنابر این وقتی پس از فارغ التحصیلی و شروع به کار با مهاسبات طراحی بخصوص محاسبه به حالت کامپیوتری درگیر می شوند. کمیت های ثابتی برای خصوصیات بتن در نظر می گیرند. کمیت هایی چون ضریب ارتجاعی، جمع شدگی بتن در اثر از دست دادن آب، ضریب خزش، انبساط حرارتی و دیگر کمیت ها، آنها به ندرت از خود درباره اینکه آیا یک مخلوط واقعی با کمیت های در نظر گرفته شده با محاسبات طراحی مطابقت دارند یا خیر، سؤال می کنند. در واقع کمتر کسی به اینطور سازگاری ها توجه دارد.

سوم اینکه رویهمرفته، نیروی کار در تولید بتن که شامل پیمانه کردن، مخلوط کردن، حمل و نقل، بتن ریزی، متراکم کردن، پرداخت و پروراندن بتن است، از نیروهای کار در دیگر زمینه ها از قبیل چوبکاری، نجاری، کارهای الکتریکی، لوله کشی یا حتی آجر چینی، تحصیلات و دوره های آموزش کمتری دارند.

منابع و مآخذ

- P.Chang Huang,Yaau T.Hse,Antonio Nanni-“ASSESSMENT AND PROPOSED STRUCTURAL REPAIR STRATEGIES FOR BRIDGE PIERS IN TAIWAN DAMAGED BY THE JI-JI EARTHQUAKE“
- J.G.Teng,J.F.Chen,L.Lam-“FRP Strengthened RC Strictures”
- T.E.Ringelstetter,Lawrence.C Bank,Fabio Matta,Antonio Nanni-“Development of a Cost-Effective Structural FRP Stay-In-Place Formwork System for Accelerated and Durable Bridge Deck Construction“
- A.Lopez,N.Galati,T.Alkhardaji, Antonio Nanni-“ Strengthening of a reinforced concrete bridge with externally bonded steel reinforced polymer (SRP)

An essay on concrete structures from the point of view of characteristics and execution

Naser Faraji¹

Date of Receipt: 2022/05/09 Date of Issue: 2022/09/11

Abstract

In fact, the age of human use of shelter or in general the age of human use of dwelling is not known, but it can be considered to be approximately the same time as the emergence of humanity, because it is believed that from the very beginning, human beings used to protect themselves from snow, rain, cold, heat, animal attacks, etc. The attack of other tribes took refuge in the caves and these caves can be considered as the first place of residence for mankind, and since then, humans have always thought of providing a more comfortable and better dwelling for themselves. In recent centuries, when the growth of the population in the world has increased significantly, mankind has solved many problems scientifically and technically, and has created major developments in the construction of housing, as in other matters, and the construction of single-unit houses has not met the needs of human societies, and for this reason, the house system Construction has completely changed and the use of resistant materials such as steel and cement became common in the building, and due to access to these materials and other possibilities, the expansion of cities changed from horizontal to vertical, and apartment construction became common in multi-story buildings.

Keywords

Concrete, concrete structure, physical properties

1. Bachelor of Civil Engineering, Darab Municipality.