

توصیه‌های عمومی در جهت استفاده صحیح سیمان

در تهیه و نگهداری ملات و بتن

تهیه کننده : مهندس اکبر آمري
رئيس آزمایشگاه و کنترل کیفیت شرکت سیمان فارس

پیشگفتار :

بتن یکی از مهمترین مصالح ساختمانی می باشد که امروزه بصورت گسترده در ساخت انواع سازه ها از جمله ساختمان، پل، سد، کانال های آب، جاده و بسیاری دیگر مورد استفاده قرار می گیرد. بتن مسلح، همراه با فولاد، اساس ساخت و ساز مهندسی را در دنیای امروز تشکیل می دهند. این دو مصالح در مواردی مکمل یکدیگر بوده - به گونه ای که بعنوان مثال از فولاد برای مسلح کردن بتن استفاده گردیده و بعضاً از بتن برای محافظت از اعضای فولادی استفاده می شود - و در موارد دیگر در رقابت با یکدیگر در نظر گرفته می شوند، زیرا که می توان ساختمان هایی از نوع و کاربرد مشابه با هریک از این مصالح بنا نمود.

مهندسين طراح (محاسب) در محاسبات خود نیاز به در نظر گرفتن مفروضاتی از خواص مصالح از جمله مقاومت آنها دارند. با توجه به اینکه کلیه محاسبات مهندسين براساس این فرضها انجام می پذیرد، لذا در ساخت این مواد و بخصوص بتن باید به گونه ای عمل نمود که مقاومت و دوام مورد نظر در عمل برآورده گردد. در غیر این صورت محاسبات و طراحی انجام گرفته ارزش خود را از دست داده و ساختمانی ضعیف حاصل می گردد.

ساخت و تولید بتن و فولاد بعنوان مصالح مهندسی نیاز به آگاهی از دانش فنی و استفاده از تکنولوژی ساخت مربوطه دارد. در این رابطه فولاد در انواع و اندازه های گوناگون در کارخانه و با استفاده از تکنولوژی جهانی و اعمال کنترل های کیفیت لازم تولید می گردد. در صورتی که بسیاری از دست اندرکاران ساخت و ساز با حداقل دانش لازم و بدون توجه به تکنولوژی ساخت و تنها با مخلوط

نمودن مقداری سیمان، آب و سنگدانه ماده‌ای بنام بتن تولید می‌نمایند. از مواد تشکیل‌دهنده بتن تنها سیمان است که مشابه فولاد در شرایط کنترل شده در کارخانه تولید می‌گردد. هرچند که شرط لازم ساخت یک بتن خوب استفاده از سیمان با کیفیت مطلوب می‌باشد ولی کیفیت مناسب سیمان به هیچ‌عنوان شرط کافی محسوب نمی‌شود، زیرا سیمان تنها یکی از مواد تشکیل‌دهنده بتن می‌باشد جدا از کیفیت اجزای تشکیل‌دهنده، عوامل متعدد دیگری نیز در تولید یک بتن خوب مؤثر می‌باشد که مجموعه این عوامل به‌عنوان تکنولوژی ساخت بتن مطرح می‌گردد.

قطعات بتنی اغلب در محل ساختمان و در جای خود توسط کارگران ساختمانی ساخته می‌شوند. کیفیت بتن ساخته شده در نتیجه بستگی تام به اجرای استانداردهای شناخته شده در تعیین کیفیت، نوع و نسبت مصالح از یک سو و اجرای صحیح بتن‌ریزی از سوی دیگر دارد. نظر به اینکه کارگران ساختمانی عموماً اطلاعات محدود و ناقصی در این خصوص دارند، اهمیت کنترل و نظارت مستقیم و مستمر مهندس ناظر در کارگاه هنگام بتن‌ریزی بیشتر نمایان می‌گردد.

از گفته‌های فوق نباید نتیجه گرفت که ساخت یک بتن خوب کار دشواری است و یا اینکه مستلزم صرف هزینه بیشتر می‌باشد. بتن (بد) ماده‌ای است غیریکدست، کرم و ضعیف که با نسبت ناصحیح اجزا، روانی نامناسب توأم با رعایت نکردن اصول صحیح بتن‌ریزی تولید می‌گردد. شاید تعجب‌آور باشد که ترکیبات یک بتن خوب نیز همین می‌باشد و فقط رعایت و یا عدم رعایت اصول، بدون دربرداشتن هزینه اضافی، مسئول اختلاف بین این دو نوع بتن می‌باشد.

بتن خوب چه خصوصیاتی باید داشته باشد؟

یک بتن خوب باید دارای چهار خصوصیت زیر باشد:

مقاومت:

همانگونه که اشاره گردید، طراحی سازه‌های بتن آرمه بر مبنای یک فرض مقاومت حداقل برای بتن انجام می‌پذیرد. لذا در عمل مقاومت بتن ساخته شده باید از مقاومت پیش‌فرض شده بیشتر باشد. با انجام محاسبات لازم و اجرای دستورالعمل‌های آیین‌نامه‌های معتبر بصورت نظری، و با برداشتن نمونه از بتن و انجام آزمایش مقاومت در عمل، می‌توان اطمینان لازم را جهت رسیدن به مقاومت موردنظر کسب نمود.

تراکم:

یک بتن خوب بتنی است متراکم با وزن مخصوص معین. معمولاً تراکم بیشتر، به منزله مقاومت بیشتر بتن و همچنین دوام بیشتر آن در برابر اثرات سوء محیط و مواد مضر می‌باشد. استفاده از نسبت صحیح اجزاء اختلاط، بتن‌ریزی و ویبره کردن صحیح بتن از عوامل مؤثر در تراکم مناسب آن می‌باشند.

یکدستی:

علیرغم تشکیل شدن از مواد ناهمگن، بتن سخت شده باید در عمل یکدست باشد. یکدستی بتن به معنی تراکم مناسب و مقاومت خوب آن می‌باشد. استفاده از سنگدانه با دانه‌بندی مناسب، اختلاط، بتن‌ریزی و ویبره کردن صحیح، از تجزیه اجزاء تشکیل دهنده و عدم یکدستی بتن جلوگیری می‌نماید.

دوام:

علاوه بر مقاومت لازم بتن باید دارای دوام موردنظر نیز باشد. معمولاً عوامل سوء طبیعی و موادشیمیایی مضر باعث خوردگی بتن و در نتیجه عمر کوتاه آن می‌گردند. استفاده از سیمان‌های مخصوص، سنگدانه و آب مناسب، همراه با تولید بتنی متراکم و یکدست، اثرات سوء یادشده را در بتن به حداقل می‌رساند.

چگونه می‌توان یک بتن خوب بعمل آورد؟

تولید بتن در مراحل مختلفی انجام می‌پذیرد. این مراحل شامل انتخاب مصالح، بدست آوردن فرمول اختلاط (طرح اختلاط)، انجام اختلاط، حمل، بتن‌ریزی و نگهداری از بتن ریخته شده می‌باشد. عدم دقت در انجام هر کدام از این مراحل می‌تواند در نتیجه نهایی که تولید یک بتن خوب می‌باشد اثر منفی بگذارد. در زیر به تعدادی از موارد که توجه به آنها برای ساختن یک بتن خوب لازم می‌باشد اشاره شده است.

۱) مصالح :

- آب مصرفی باید آب لوله‌کشی و در صورت عدم دسترسی به آب لوله‌کشی، آب تمیز چاه با حداقل مواد مضر چون سولفات و کلراید باشد.
- هرگز با پس‌آب‌های صنعتی، فاضلاب‌ها و آب‌های روان بتن نسازید. جز اینکه آزمایشات مربوطه در آزمایشگاه عدم آلودگی آن را نشان دهند.
- همواره بر حسب نوع، زمان و محل مصرف بتن از سیمان‌های استاندارد شده استفاده نمایید.
- در نحوه و میزان استفاده از سیمان‌های متفاوت و یا مواد افزودنی به دستورالعمل‌های تولیدکننده و طرح اختلاط بتن توجه نمایید.
- سیمان چه بصورت کیسه و یا فله باید به دور از رطوبت نگهداری شود. رطوبت باعث فاسد شدن سیمان می‌گردد.
- سیمان باید به گونه‌ای انبار گردد که هنگام ساختن بتن بیش از اندازه سرد و یا گرم نباشد. سردی و یا گرمی سیمان بر روی سرعت گیرش بتن تأثیر می‌گذارد.
- از سنگ‌شکسته و یا سنگ معدن که دارای گوشه‌های تیز و سطوح ناهموار می‌باشند استفاده نمایید. سنگ‌های گرد و صیقلی مانند سنگ‌های بستر رودخانه بر روی مقاومت بتن اثر منفی می‌گذارند.
- ترجیحاً از سنگ‌های سیلیسی استفاده شود.

- ریزدانه (ماسه) و درشت‌دانه (شن) باید دارای دانه‌بندیهای استاندارد باشند. دانه‌بندی مناسب سنگدانه مهمترین عامل مؤثر در تراکم مطلوب بتن و در نتیجه مقاومت و دوام آن می‌باشد.
- سنگدانه‌ها باید عاری از ناخالصی‌هایی چون مواد آلی، خاک رس و ذرات ریز دیگر (لای) باشد. شستن دانه‌های سنگی تا حدی این ناخالصی‌ها را کاهش می‌دهد.
- در شستن سنگدانه‌ها، بخصوص ماسه، باید دقت شود که ذرات ماسه همراه با ناخالصیها از مجموعه خارج نشوند. هرگز با استفاده از آب پرفشار اقدام به شستن ماسه ننمایید. ماسه باید در کارگاه ماسه‌شویی باتوجه و دقت زیاد و با استفاده از روش شناور کردن ناخالصیها شسته شود. زیان ناشی از شستشوی غلط ماسه می‌تواند از زیان ناشی از وجود ناخالصی بیشتر باشد.

(۲) طرح اختلاط:

- طرح اختلاط بتن، تعیین نسبت اجزای تشکیل دهنده بتن یعنی آب، سیمان، ماسه و شن برای ساخت بتنی با مقاومت و دوام موردنظر می‌باشد. برای این منظور استانداردهای مختلف از جمله استاندارد بتن ایران جداول و دستورالعمل‌هایی جهت تعیین نسبت لازم اجزای ارائه داده‌اند. ساخت بتن بدون طرح اختلاط مناسب به معنی ساخت بتن (بد) می‌باشد.
- نسبت آب در طرح اختلاط بتن معمولاً براساس میزان کارآیی (روانی) موردنظر تعیین می‌گردد. در هوای گرم و یا زمانی که تراکم آرماتور در عضو امکان فشرده کردن مطلوب بتن را نمی‌دهد و یا فاصله محل اختلاط با محل بتن‌ریزی زیاد باشد از روانی (آب) بیشتر و در هوای سرد و بتنهایی که به خوبی قابل تراکم هستند از روانی کمتر استفاده می‌شود.
- نسبت سیمان در طرح اختلاط بتن، پس از نسبت آب، براساس مقاومت فشاری موردنظر مهندس طراح تعیین می‌گردد. مقاومت بتن اساساً به میزان سیمان بستگی ندارد بلکه پارامتر مهم در تعیین مقاومت بتن نسبت آب به سیمان (W/C) می‌باشد. براساس این نسبت و پس از مشخص شدن میزان آب، اندازه سیمان موردنیاز محاسبه می‌گردد. لذا در صورت افزایش و یا کاهش آب جهت روانی مناسب‌تر حتماً باید نسبت سیمان را نیز تغییر داد تا نسبت آب به سیمان همواره ثابت باقی بماند.

- استفاده از سیمان، کمتر از مقادیر بدست آمده در طرح اختلاط باعث کاهش مقاومت گردیده و استفاده از سیمان بیشتر نیز باعث بروز مشکلات بتن ریزی ناشی از گیرش سریع سیمان از جمله عدم تراکم مناسب بتن و ایجاد ترک در سطح آن می گردد.
- نسبت ماسه و شن در طرح اختلاط اصولاً براساس وضعیت دانه بندی این دو ماده و کارآیی مورد نظر محاسبه می گردد.

۳) نحوه اختلاط :

- یکدستی بتن و در نتیجه مقاومت آن بستگی زیاد به نحوه و مدت اختلاط دارد. بجز در بتن ریزی های محدود، اختلاط باید توسط دستگاه مخلوط کن (میکسر) انجام پذیرد.
- در صورت انجام اختلاط با دست برای اختلاط های کم حجم باید حتماً از سطحی تمیز، صاف و نفوذناپذیر استفاده نمود. جهت اختلاط باید اول ماسه را بر روی سطح تمیز پخش نموده و سپس بصورت گسترده و یکدست بر روی آن سیمان ریخته و درجا بصورت برگردان این دو را مخلوط نمود. با استفاده از همین روش متعاقباً شن به مخلوط اضافه شده و مخلوط می گردد. نهایتاً با آبیاش به اندازه لازم (از اندازه کم شروع شود) آب بر روی مجموعه پاشیده و مجدداً در جا و بصورت برگردان مخلوط نموده تا بتنی یکدست با روانی مناسب بدست آید. باید از اختلاط بتن بصورت آبخوری جداً پرهیز شود.
- هر چه مدت زمان اختلاط بیشتر باشد یکدستی بتن بیشتر می گردد. اختلاط ناقص در میکسر باعث جدایی اجزا و نهایتاً ضعف و تخلخل (کرمو بودن) بتن می گردد.

۴) بتن ریزی:

- پس از اختلاط و یکدست شدن بتن باید دقت نمود که در حین بتن ریزی تجزیه اجزا اتفاق نیفتد. در این رابطه به موارد زیر باید توجه شود.
- فاصله بین محل اختلاط با محل بتن ریزی باید محدود باشد. در غیر این صورت ارتعاش ناشی از حمل بتن باعث تجزیه اجزا و در نتیجه کرموشدن بتن می گردد.

- هرگز از فاصله زیاد بصورت آزاد و یا با استفاده از سرسره (شوت) بتن به پایین ریخته نشود. سقوط آزاد بتن و سرسره‌های طویل باعث تجزیه اجزای بتن می‌گردد.
- اگر بتن‌ریزی با پمپ انجام می‌پذیرد باید حتماً از طرح اختلاط مخصوص بتن‌ریزی با پمپ استفاده شود. بتن با طرح اختلاط معمولی در طول لوله پمپ تجزیه می‌گردد.
- بتن باید به آرامی در همان قسمت از قالب که می‌باید قرار گیرد ریخته شود. پس از ریختن بتن در قالب از پخش کردن و انتقال آن به نواحی دیگر قالب با استفاده از بیل و یا ویراتور خودداری شود.
- پس از بتن‌ریزی باید بوسیله ابزار مناسب از جمله ویراتور بتن را متراکم نمود. در بتن‌ریزی‌های معمولی بتن تحت وزن و حرکت خودش توان تراکم مناسب را ندارد.
- استفاده بیش از حد ویراتور در یک جا از بتن باعث تجزیه اجزا بصورت کشیده شدن شیره بتن (دوغاب سیمان) می‌گردد. هرگز ویراتور را در یک محل بیش از چند ثانیه و یا زمانی که برای فروبردن و بلافاصله بیرون کشیدن آن لازم است قرار ندهیم.
- هرگز موتور ویراتور را در تماس و یا بر روی قالب و یا میلگردها قرار ندهیم. ارتعاش ناشی از موتور از طریق قالب یا آرماتور به نواحی بتن‌ریزی شده - که گیرش بتن در آنجا اتفاق افتاده - منتقل گردیده و باعث ترک خوردن بتن می‌گردد.
- از بتن‌ریزی در هوای گرم و یا سرمای شدید خودداری شود.

۵) محافظت:

- با توجه به اینکه بتن بصورت تدریجی و در طی مدت طولانی به مقاومت نهایی خود می‌رسد، محافظت از آن پس از بتن‌ریز امری الزامی است. در غیر این صورت بتنی با مقاومت کم و ترک‌های متعدد خواهیم داشت.
- بتن ساخته شده از سیمان تیپ I, II, V باید بلافاصله پس از گیرش، ترجیحاً به مدت ۲۸ روز و یا حداقل به مدت ۱۴ روز بطور مناسب محافظت شود. اما برای سیمانهای پرتلند - پوزولانی این مدت به ۴۲ و یا ۲۱ روز افزایش می‌یابد.
- محافظت از بتن اصولاً در برابر عوامل سوء طبیعی که باعث از دست رفتن آب بتن گردیده و یا

باعث یخ زدگی آن می شود، می باشد. عوامل مؤثر در از دست رفتن آب بتن، باد، گرما و خشکی هوا می باشد.

- مناسب ترین روش محافظت در جانگهداشتن قالب و استفاده از پوشش پلاستیکی در سطوح آزاد می باشد. این مسئله جلوی تبخیر آب را گرفته و نیاز به استفاده از آب اضافی را به حداقل می رساند. در صورت امکان، غرقاب کردن بتن (بتن پی، کف و دال) بصورت کامل یا غرقاب کردن سطح آن با ایجاد دیواره های کوتاه در محیط سطح بتن ریزی شده که به آسانی در حین بتن ریزی امکان پذیر می باشد، مناسب ترین روش محافظت برای این اعضای بتنی می باشد. در این رابطه باید توجه داشت که از آب تمیز استفاده نمود و خاک محیط دارای مواد مضر مانند سولفات نباشد.

- آب دادن به بتن با استفاده از لوله تنها زمانی مؤثر می باشد که سطح بتن همواره مرطوب بماند. خشک شدن سطوح بتن، حتی برای مدت کوتاه در طول دوره نگهداری باعث آسیب دیدگی از جمله ایجاد ترک و ضعف عمومی آن می گردد. S-9910