

سئوالات متداول بتن خودتراکم از محضر استاد گرامی، آقای دکتر تدین

۱- برخی آیین نامه ها مانند آیین نامه بتن آمریکا، برای بتن خودتراکم مقدار حداقل اسلامپ فلو را برابر با ۵۵ سانتی متر اعلام کرده است، این درحالی است که تجربه نشان داده که بتن خودتراکم ساخته شده در ایران با توجه به نوع مصالح (مانند انواع مختلف مواد سیمانی) معمولاً در اسلامپ فلوهای بین ۵۵ تا ۶۰ سانتیمتر دارای کارایی کافی نمیباشند و بعضاً نیاز به متراکم کردن با دستگاه لرزاننده برای آنها احساس میشود. به نظر حضرت عالی، میزان مطلوب اسلامپ فلوی بتن های خودتراکم در کارگاه های ایران، که دارای روانی کافی باشد، حداقل چه مقدار باید باشد؟

۲- در فصل تابستان، به دلیل بالا رفتن دمای بتن خودتراکم، لزجت بتن افزایش می یابد که متعاقب آن از روانی بتن کاسته میشود. تجربه نشان داده است که اگر بتن خودتراکم، دمای حدود ۲۰ درجه سانتیگراد و اسلامپ فلوی حدود ۶۸ سانتیمتر داشته باشد، بتن دیگری با همان طرح مخلوط و اسلامپ فلو، در دمای بین ۲۷ الی ۳۰ درجه سانتیگراد، دارای لزجت بالا و روانی بسیار کمتری از بتن ساخته شده با دمای ۲۰ درجه است که البته این موضوع از امور بدیهی بتن میباشد. اما در کارگاه ها در فصل تابستان، نهایتاً میتوان حدود ۲ الی ۷ درجه سانتیگراد، دمای بتن را از حدود ۳۵ یا ۳۷ درجه سانتیگراد در فصل تابستان در شهری مانند تهران پایین آورد. که این میزان هم برای ساخت یک بتن خودتراکم با روانی مناسب کافی نیست. تجربه آزمایشگاهی نشان داده است که حتی با آب یخ و مصالح خنک شده در آزمایشگاه و با دمای بتن در حدود ۲۵ درجه نیز باز هم مشکل کاهش روانی وجود دارد.

با توجه به توضیحات فوق، به نظر حضرت عالی راه مقابله با مشکل کاهش روانی به دلیل افزایش دمای بتن خودتراکم در فصل گرما چیست؟ آیا میتوان با افزایش مواد سیمانی، اسلامپ فلوی مورد نظر را حدود ۳ الی ۵ سانتیمتر افزایش داد تا با کاهش روانی روبه رو نشویم؟ یا توصیه دیگری دارید؟

۳- نیاز آبی مواد سیمانی چه طبیعی و چه غیر طبیعی با یکدیگر متفاوت است، بطور مثال نیاز آبی سیمان پرتلند با پومیس و یا پومیس با سرباره کوره آهن گدازی، متفاوت است (این مسئله شامل مواد پودری خنثی نیز میشود). اما با این حال در بتن خودتراکم میزان سیمان در نسبت W/C برای مجموع مواد سیمانی در نظر گرفته میشود. آیا اختلاف در نیاز آبی مواد سیمانی اخلاقی در طرح

مخلوط، مخصوصا میزان آب آزاد یا آب موثر ایجاد نمیکنند؟ آیا بهتر نیست که به یک نحوی نسبت W/C بر اساس نیازهای آبی مواد سیمانی بدست آید؟

۴- برخی از دانشمندان اعلام کرده اند که میزان آب کل بهینه در بتن مخصوصا بتن خودتراکم حدود ۱۷۰ لیتر میباشد. با توجه به انواع مختلف مصالح ساخت بتن خود تراکم، اعم از سیمانی و غیر سیمانی، و باتوجه به اینکه در کشورهای غربی اکثرا از پوزولان های غیر طبیعی با نیازهای آبی کم استفاده میکنند، در حالی که در ایران از پوزولان های طبیعی با نیاز آبی بالا استفاده میشود، آیا میتوان مقدار ۱۷۰ لیتر آب کل در بتن را در کارگاه های ایران نیز یک حد مطلوب دانست؟

۵- برای نوشتن طرح مخلوط بتن خودتراکم، نتایج آزمایشها و مشاهدات عینی طراح، چه درجه اهمیتی نسبت به محدودیت های اعلام شده در آیین نامه ها و استانداردهای مختلف دارد؟

۶- با توجه به میزان زیاد مواد سیمانی در بتن خودتراکم، یقینا دمای مغز بتن سخت شده در سنین اولیه در حد بالایی قرار خواهد گرفت. باتوجه به این دمای بالا، آیا میتوان همواره بتن خودتراکم را بعنوان یک بتن حجیم در نظر گرفت؟ آیا باید مقاطع بتن ریزی شده دارای مشخصات خاصی باشند، تا با توجه به استفاده از بتن خودتراکم در آنها، بگوییم بتن خودتراکم مورد استفاده در فلان مقطع در رده بتن های حجیم است؟

۷- برای نگهداری بتن سخت شده خودتراکم، آیا باید همواره از عایق رطوبتی و حرارتی بطور همزمان استفاده کرد؟ مدت زمان پیشنهادی شما برای این نگهداری چقدر است؟

۸- یکی از مزایای بتن خودتراکم، بدست آوردن نمای ظاهری خوب است. در برخی از مقاطع به دلایل مختلف (مثل مشکلات عدیده در شیوه استاندارد برای بتن ریزی) امکان این وجود دارد که سطح ظاهری بتن خودتراکم سخت شده زیاد مطلوب نشود، از همین رو از ویبره سطحی که روی قالب سوار میشود استفاده میکنند. استفاده از این ویبره باعث افزایش اجتماع خمیر سیمان در حدفواصل بین دیواره داخلی قالب و سنگدانه ها میشود، به نظر حضرت عالی این اجتماع خمیر سیمان در منطقه مورد اشاره، باعث افزایش جمع شدگی در بتن نمیشود؟

آیا میتوان گفت که بدست آوردن نمای ظاهری در بتن خودتراکم همواره از مزایای این نوع بتن نیست و تغییری در تعریف این نوع بتن ایجاد کرد؟ هرچند که نمیتوان این موضوع را بصورت مطلق بیان کرد!

تجربه کارگاهی نشان داده است، که در صورت کنترل کیفیت بتن خودتراکم و ایجاد لرزش های بسیار دقیق روی قالب به وسیله چکش دستی، میتوان به یک سطح بسیار ایده آل با حداقل ترک های حاصل از جمع شدگی رسید. اما انجام این مهم در کارگاه ها بسیار کار سختی میباشد که نیاز به دقت بالا و شناخت کافی از ماهیت بتن مورد استفاده دارد

۹- آیا تنها با نگهداری صحیح از بتن خودتراکم میتوان با جمع شدگی مقابله کرد؟

با احترام

سید حسین عابدی

جناب آقای مهندس سید حسین عابدی

باسلام و احترام، با توجه به پرسش های مورخه ۱۳۹۲/۹/۵ جنابعالی، سعی می شود تا پاسخ درخوری در حد توان ارائه نمایم. امید است قبول افتد.

۱- جریان اسلامپ یکی از آزمایش های کارائی و روانی برای بتن خودتراکم است و همه ابعاد کارائی را نشان نمی دهد. بنابراین گاه ضرورت دارد یا همواره این ضرورت احساس می شود که آزمایش های دیگری انجام گردد. از جمله آزمایش جعبه L یا U یا کیف V، اندازه گیری T50 یا حلقه ژاپنی (J) را می توان نام برد.

بنظر می رسد ممکن است جریان اسلامپ ۵۵ سانتی متر نیز بتواند در مواردی بکار رود. بهرحال درجات کارائی مختلف از جریان اسلامپ ۵۵ سانتی متر تا حدود ۸۰ سانتی متر وجود دارد و هر تراز کارائی کاربردی را دارد. نباید پنداشت که همه قطعات و اعضاء سازه ها شبیه به یکدیگر هستند و یا از درجه تراکم و انبوهی میلگرد یکسانی برخوردارند.

از طرفی باید گفت که ممکن است بتنی با جریان اسلامپ ۵۵ سانتی بهتر از بتن دیگری با جریان اسلامپ ۶۰ سانتی متر عمل کند که نتیجه کمتر بودن لزجت آن باشد.

۲ - اصولاً مایعات مختلف با افزایش دما دچار کاهش لزجت می شوند و بتن (آب درون آن) نیز از این قاعده مستثنی نیست اما وجود سیمان و گذشت زمان و هیدراته شدن تدریجی آن در گرماء، لزجت بتن را افزایش می دهد و از روانی آن می کاهد. کاهش دمای بتن در کارگاهها می تواند بیش از ۷ درجه سانتی گراد نیز باشد اما لازم است خنک سازی سنگدانه یا پیشگیری از داغ شدن آن را نیز در دستور کار قرار داد. بهرحال ممکن است با توجه به امکانات یک کارگاه، توان خنک سازی بیشتر وجود نداشته باشد اما نمی توان گفت که ساخت بتن خود تراکم امکانپذیر نیست. بهرحال با افزایش فوق روان کننده و هم چنین مواد پودری و مقدار کمی آب می توان جریان اسلامپ را افزایش داد. مواد افزودنی دیرگیرکننده نیز می تواند کمک مؤثری را داشته باشد و یا فوق روان کننده دیرگیرتر و با حفظ اسلامپ بیشتری را می توان بکار برد.

۳- در همه بتن ها منجمله بتن خودتراکم، مقدار مواد سیمانی در محاسبه نسبت آب به سیمان منظور می شود. برای بنده مشخص نیست که چرا تصور نموده اید فقط مقدار سیمان منظور می گردد. بدیهی است مواد پودری خنثی شامل این مواد چسباننده یا سیمانی نمی باشد.

مسلماً تفاوت در ریزی یا جنس سیمان و مواد پوزولانی یا سرباره ای موجود، نیاز به آب برای ایجاد روانی را تغییر می دهد ولی نسبت آب به مواد سیمانی با ثابت بودن مواد سیمانی افزایش یا کاهش می یابد اما می توان با تغییر میزان مواد سیمانی آنرا ثابت نگهداشت و طرح مخلوط با توجه به این موارد ارائه می شود و لذا اخلال در طرح مخلوط معنائی ندارد. مگر اینکه فرض کنیم طرح مخلوطی وجود داشته است و نوع سیمان یا مواد سیمانی آن تغییر یافته است و این تغییر قاعدتاً به تغییر در طرح منجر می گردد که نام آن را نباید اخلال در طرح نامید.

بدیهی است که نمی توان در هیچ بتنی منجمله بتن خودتراکم، W/C را براساس نیاز به آب مواد سیمانی بدست آورد و امری بی معنا تلقی می گردد.

۴- هیچ فردی مقدار خاصی را برای آب بهینه بتن و هم چنین بتن خودتراکم اعلام ننموده است و نمی دانم این عدد از کجا آمده است. تغییر در حداکثر اندازه سنگدانه ها، دانه بندی، شکل سنگدانه ها، و بافت سطحی آنها، نوع و میزان سیمان و مواد پوزولانی اعم از طبیعی یا مصنوعی و سایر موارد مانند درصد مواد گذرنده از الک ۷۵ میکرون در سنگدانه ها به تغییر در میزان آب مورد نیاز برای ایجاد روانی بستگی دارد. همچنین نوع مواد فوق روان کننده و میزان آن نیز بر مقدار آب مورد نیاز موثر است. معمولاً پوزولان های طبیعی ایران نیاز به آب بتن را بالاتر می برند و در این رابطه شباهت زیادی به پوزولانهای طبیعی سایر کشورها دارند. بنابراین در مجموع باید گفت حد مطلوبی وجود ندارد اما در مورد بتن خودتراکم، محدوده هائی توسط سازمانهای مختلف اعلام شده است. مثلاً ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب از جمله این محدوده هاست اما این محدوده ها صرفاً جهت راهنمایی برای طرح مخلوط اولیه بتن خودتراکم کاربرد دارد و ارزش دیگری ندارد.

۵- برای تهیه طرح مخلوط بتن خودتراکم و سایر بتن ها، نتایج آزمایش ها و مشاهدات عینی طراح مخلوط نسبت به هر نوع محدودیت یا محدوده های اعلام شده در آئین نامه ها و دستورالعمل های مختلف اولویت و ارجحیت دارد. مسلم است هیچ آئین نامه یا دستورالعمل یا استاندارد خاصی نمی تواند در این امر مداخله نماید مگر اینکه محدودیتی برای نسبت آب به سیمان یا حداقل و حداکثر عیار مواد سیمانی و یا حداکثر اندازه سنگدانه و یا نوع سیمان قائل شود که این محدودیت ها در ارتباط با دوام بتن یا کاربرد آن در قطعه خاصی در شرایط محیطی ویژه می باشد و طراح مخلوط به این محدودیت ها باید توجه نماید، اما در سایر موارد محدودیت خاصی وجود ندارد.

۶ - بدیهی است که بدلیل مواد سیمانی یا سیمان بیشتر در بتن خودتراکم، این بتن در مقایسه با سایر بتن ها، گرمزائی بیشتری دارد و در سنین اولیه دمای مغز بتن افزایش می یابد اما حجیم بودن بتن به ایجاد تنش حرارتی زیاد در حدی که بتواند ترک ایجاد کند مربوط می شود. بنابراین نمی توان بتن خودتراکم را بتن حجیم دانست و شرایط قطعه در این رابطه نقش مهمی را ایفا می کند اما نمی توان ضخامت خاصی را برای آن ذکر کرد. بدیهی است زمانی که ضخامت قطعه بیش از ۶۰ سانتی متر باشد باید احتمال داد که ممکن است بتن حجیم داشته باشیم.

۷ - استفاده از عایق رطوبتی و حرارتی توام برای عمل آوری بتن خودتراکم ضرورت ندارد مگر اینکه بتن حجیم باشد و نتوانیم دمای مغز بتن را کاهش دهیم و لذا با عایق حرارتی در سطح بتن سعی می کنیم تا باعث بالا رفتن دمای سطح بتن شویم و گرادیان حرارتی را کم کنیم تا امکان ترک خوردگی به حداقل برسد. بدیهی است در این حالت لازم نیست حتماً از عایق رطوبتی استفاده کنیم و می توان به بتن آب رسانید اما سعی می کنیم جلوی تبخیر را از سطح بتن بگیریم تا سطح بتن خنک نشود.

در رابطه با مدت زمان عمل آوری بتن خودتراکم (از نظر رطوبتی) می توان از جدول حداقل مدت عمل آوری موجود در آبا یا مبحث نهم مقررات ملی و یا نشریه ۱۰۱ استفاده نمود اما به جهت بالا بودن حجم خمیر و کمتر بودن حجم سنگدانه ها و پرهیز از بروز ترکهای ناشی از خشک شدگی و جمع شدگی بتن بهتر است طول مدت عمل آوری را حداقل به میزان ۵۰ درصد نسبت به جدول مزبور افزایش داد (با رعایت نوع سیمان و مواد سیمانی و دمای سطح بتن و شرایط محیطی موجود پس از خاتمه عمل آوری)

۸- بدیهی است که در بسیاری از موارد، نمای ظاهری بتن ها از اهمیت برخوردار است. گاه سرعت زیاد بتن ریزی و یا ارتفاع بتن ریزی بیش از ۵ یا ۶ متر می تواند موجب حبس هوا در بتن یا جداره قالب گردد. لرزش جزئی می تواند حبابهای هوای سطحی را کم و نمای آن را بیشتر مطلوب کند. ایجاد لرزش الزاماً به افزایش خمیر سیمان در سطح قالب منجر نمی گردد و الزاماً باعث جمع شدگی بیشتر نمی شود بلکه هوای حبس شده سطحی را کاهش می دهد.

در تعریف بتن خودتراکم، داشتن نمای مطلوب نیست اما بهر حال یکی از اهداف استفاده از بتن خودتراکم است و براحتی نمی توان از آن صرفنظر کرد مگر اینکه بتن نمایان نداشته باشیم و سطح بتن پوشیده شود. بدیهی است با دقت در ایجاد تراکم لرزشی یا ضربه ای می توان سطح بهتری داشت به شرطی که لرزشها شدید و طولانی نباشد و به جداشدگی منجر نگردد.

۹- مسلم است که با نگهداری صحیح رطوبتی و افزایش مدت آن می توان جمع شدگی را کاهش داد زیرا جمع شدگی ناشی از خشک شدگی به میزان حفرات مؤئینه بتن بستگی دارد. از طرفی با نگهداری طولانی تر، هیدرات و ژل بیشتری تولید می شود از حجم حفرات مؤئینه می کاهشد. هم چنین مقاومت کششی بتن با نگهداری صحیح و طولانی تر افزایش می یابد و می تواند تنش ناشی از جمع شدگی را تحمل نماید. بنابراین راه حل بسیار مؤثری در کاهش جمع شدگی و کاهش احتمال ترک خوردگی است.

در ابتدای بتن ریزی نیز جمع شدگی خمیری ناشی از تبخیر از سطح بتن خمیری داریم که با حفاظت سریع از سطح بتن و جلوگیری از تبخیر، کاهش ترک های خمیری ناشی از تبخیر را شاهد خواهیم بود.

بهر حال توصیه می شود تا حد امکان از حجم خمیر در بتن خودتراکم کاست به نحوی که به کارائی آن لطمه نزند. کاهش خمیر و مواد سیمانی آن می تواند از جمع شدگی بکاهد و ترکها را به حداقل رساند.

با احترام

محسن تدین

جناب آقای دکتر تدین

۱- آیا ترک در سطح بتن می تواند موجبات زنگ زدگی شبکه آرماتور را فراهم کند؟

۲ - آیا استفاده از میلگرد زنگ زده در بتن مجاز است؟ بعضی از اساتید می گویند اکسیداسیون آهن برای حفاظت از میلگرد مفید است؟

۳ - آیا استفاده از بلوک فوم در سقف مناسب است؟ زیرا هیچگونه چسبندگی بین این بلوک های پلی استایرن و بتن بوجود نمی آید؟

۴ - اگر دو ساختمان هر دو از لحاظ طراحی و اجرا بهینه باشند. به نظر شما مقاومت کدامیک (بتنی یا فولادی) در هنگام زلزله بهتر است؟ یا بهتر بگویم عملکرد مناسب تری دارند؟

باتشکر

حامد کوشش کار

جناب آقای مهندس کوشش کار

باسلام و احترام،

با توجه به پرسش های مورخه ۱۳۹۲/۹/۱۴ جنابعالی، پاسخ های زیر به استحضار می رسد.

۱- ترک در سطح بتن مسلماً می تواند به نفوذ رطوبت و هوای بیشتر (اکسیژن) در بتن منجر شود و با توجه از بین رفتن لایه انفعالی (محافظ) سطح میلگرد در محل ترکی که به میلگرد رسیده باشد موجب زنگ زدگی سریع میلگرد می گردد.

در صورتی که ترک به میلگرد نرسد صرفاً موجب می گردد تا CO₂ ، بتن مجاور میلگرد را سریعتر کربناته کند و PH بتن را کم نماید و لایه انفعالی را از بین ببرد. هم چنین اگر یون کلرید در محیط مجاور باشد می تواند از محل ترک نفوذ کند و غلظت یون کلرید در بتن اطراف میلگرد زودتر به حدی می رسد که لایه انفعالی را نابود می نماید و خوردگی میلگرد می تواند با حضور رطوبت و اکسیژن انجام گردد.

۲ - استفاده از میلگرد زنگ زده در بتن مجاز است مشروط بر اینکه زنگ آن به حد پوسته شدن زنگ نرسد این ضابطه از نظر سازه ای مهم است زیرا زنگ زیاد، پیوستگی بتن و میلگرد را کاهش می دهد و هم چنین زنگ زیاد سطح مقطع میلگرد را کم می کند. از دیدگاه دوام محور، زنگ زیاد موجب می شود تا الکترولیت حفرات خمیر سیمان و بتن نتواند در سطح فولاد، لایه انفعالی را ایجاد کند. پس از همان ابتدای بتن ریزی، با وجود اکسیژن و رطوبت، میلگرد زنگ خواهد زد. بهر حال برای بنده مشخص نیست که چگونه اکسید آهن جهت حفاظت از میلگرد می تواند مفید باشد اما لایه انفعالی که مانع زنگ زدن می گردد یک نوع زنگ خاصی است که با زنگ معمولی آهن تفاوت دارد. بهر حال چنانچه اکسید آهن معمولی به اکسید آهن خاص (لایه انفعالی) تبدیل شود می تواند مثبت و مفید تلقی گردد.

۳- بلوک های فوم پلی استایرن (یونولیت) برای سقف مشکل خاصی ندارد و نقش قالب را ایفاء می کند. در این جا هیچگونه نیازی به چسبندگی بین این بلوک ها وجود ندارد. بدیهی است موارد دیگری باید منظور شود که یکی از آنها مسئله عملکرد این مواد در هنگام آتش سوزی است. مورد دیگر اجرای نازک کاری بر روی این مواد است که در اینجا موضوع چسبندگی اهمیت دارد.

۴ - با توجه به فرضهای جنابعالی از نظر صحت طراحی و اجرا و بهینه بودن، قاعدتاً تفاوت خاصی بین سازه فولادی و بتنی وجود ندارد و عملکرد هر دو می تواند مناسب باشد. مسلماً سازه بتنی در این حالت ارزان تر خواهد بود. امروزه در هیچیک از کشورهای دنیا برای ساختمانهای معمول مسکونی، تجاری، اداری، آموزشی و بهداشتی و ساختمانهای عمومی و حساس دیگر از سازه فولادی استفاده نمی شود و سازه بتنی مقبولیت و برتری های خاصی دارد.

با احترام

محسن تدین

جناب آقای دکتر محسن تدین

باسلام

احتراما جهت افزایش کیفیت اجرایی یک پروژه مسکونی- تجاری در تهران سوالات خود را به شرح ذیل عرض می رسانم:

- ۱- آیا در طرح مخلوط بتن به روش ملی درصد شکستگی ماسه ها را باید در نظر گرفت یا خیر؟
- ۲- نوع سقف در این پروژه سقف تیرچه بلوک با بلوک پلی استایرن می باشد. ضخامت بتن روی سقف ۵۰ میلیمتر است که آرماتور حرارتی در آکس ۲۵ میلیمتر آن کار شده است. آیا در انتخاب حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ها جهت طرح مخلوط (۳/۴ پوشش بتن) میزان پوشش ۲۵ میلیمتر یا ۵۰ میلیمتر اختیار شود؟ در اینگونه سقف ها باتوجه به اینکه بتن ریزی سقف ها و تیرها با هم انجام می گیرد، حداکثر سایز سنگدانه ها چند میلیمتر در نظر گرفته شود؟
- ۳- چراگاهی اوقات مقاومت فشاری بلندمدت بتن هادر برخی از موارد کمتر از مقاومت کوتاه مدت آنها می شود؟ (مثلا چرا مقاومت فشاری نمونه های ۹۰ روزه گاهی کمتر از ۲۸ روزه اش می شود)
- ۴- طبق این تفکر رایج که اگر سیم های آرماتور بندی بیرون زده از بتن بریده نشوند به نوعی زنگ زده و دروازه ورود مواد مخرب به داخل بتن می باشند. این درحالیست که در درون جسم بتن اکسیژنی وجود ندارد که به زنگ زدگی و اکسیداسیون منجر شود. حال سوال اینجاست که آیا اساسا این نظریه صحیح است یا خیر؟
- ۵- باتوجه به انتشار ویرایش جدید مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، تغییرات صورت گرفته در ویرایش جدید را مختصرا اعلام فرمایید.

با سپاس فراوان

بهنام عرب

جناب آقای مهندس بهنام عرب

با سلام و احترام

با توجه به نامه شماره ۳۸/م۸۰۳۱۸ مورخ ۹۲/۱۱/۲۳ جنابعالی و پرسش های مندرج در آن، بدینوسیله پاسخ آن در حد امکان تقدیم می گردد.

۱- در طرح ملی مخلوط بتن لازم است درصد شکستگی ماسه برای محاسبه معادل متوسط درصد شکستگی سنگدانه ها جهت محاسبه مقدار آب آزاد اولیه مخلوط بتن بکار رود. با توجه به اینکه در حال حاضر روش آزمایش استاندارد برای تعیین درصد شکستگی ماسه وجود ندارد، لازم است درصد شکستگی تقریبی ماسه بصورت چشمی در هنگام آزمایش دانه بندی حدس زده شود و در محاسبات مربوطه بکار رود و تاثیر زیادی نیز دارد. بدیهی است اگر اینکار انجام نشود و یا خطای عمده ای در این تخمین حاصل شده باشد، نتیجه آن در ساخت مخلوط آزمون بروز و ظهور خواهد داشت و در تعدیل طرح مخلوط بتن اصلاح لازم صورت خواهد گرفت.

۲- حداکثر اندازه سنگدانه طبق مبحث نهم مقررات ملی و آبا باید مساوی یا کمتر از یک سوم ضخامت دال باشد. چنانچه ضخامت دال سقف تیرچه و بلوک به ۶۰ میلی متر برسد، حداکثر اندازه ۱۹ میلی متری مجاز خواهد بود. بدیهی است در این حالت پوشش ۲۵ میلی متری قابل قبول است و سنگدانه با حداکثر اندازه ۱۹ میلی متر نیز مناسب می باشد.

۳- در این رابطه با این سوال، بارها پاسخ های مختلف داده شده است. بدیهی است از نظر تئوری، مقاومت ۹۰ روزه کمتر از ۲۸ روزه نخواهد شد هر چند در موارد استثنائی برای بتن های میکروسیلیس دار چنین گزارشهایی وجود دارد. در پروژه های عمرانی و هم چنین در کارهای تحقیقاتی بدلائل خطاهای معمول نمونه گیری و یا خطاهای اندازه گیری ممکنست چنین پدیده ای مشاهده شود. بویژه در بتن های پرمقاومت و با نسبت آب به سیمان کم و با عیار سیمان زیاد و استفاده از بتن هائی با دمای اولیه زیاد و سیمانهای با C_3S و ریزی زیاد، احتمال مشاهده این پدیده بیشتر خواهد بود.

۴- سیم آرماتوربندی و قالب بندی نباید از بتن بیرون بزند و لازم است رعایت پوشش بتنی آئین نامه ای روی میلگرد و اولین فلز موجود در بتن صورت گیرد. بدیهی است در مناطق خورنده غالباً "زنگ زدگی از این ناحیه شروع می شود. وقتی سر سیم یا مفتول بیرون باشد زنگ می زند و به وجود یا عدم وجود اکسیژن در بتن ربطی ندارد. زیرا در هوا می باشد. لازم به ذکر است که اکسیژن و رطوبت در بتن وجود دارد و چنانچه لایه انفعالی تشکیل نشده باشد و یا پس از تشکیل لایه انفعالی بنا به دلایل مختلف این لایه از بین برود، زنگ زدگی شروع می شود مگر اینکه بتن درون خاک یا آب زیرزمینی یا آب دریا و دریاچه ساکن باشد و اکسیژن موجود در آن ناچیز باشد که در این حالت خوردگی به کندی پیش می رود اما در هر حال شروع می شود.

۵- در ویرایش جدید مبحث نهم مقررات ملی که در سال ۹۲ منتشر شده است تغییرات وسیعی صورت گرفته است و ذکر آنها در این نوشته نمی گنجد و بهتر است به این مبحث مراجعه گردد و تغییرات در مقایسه با ویرایش ۱۳۸۸ بدست آید و مشاهده شود.

با احترام

محسن تدین

جناب آقای دکتر محسن تدین

باسلام و احترام، پیرو مذاکره تلفنی انجام شده با جنابعالی در خصوص نتیجه آزمایشات پتروگرافی بر روی سنگدانه های بتن، به استحضار می رساند که نتایج آزمایشات نشان دهنده وجود سنگ فلدسپاتیک و لکارنایت با کوارتزهای مونوکریستال و پلی کریستال با خاموشی دودی، وجود خرده سنگ های ولکانیکی با سیمان ضعیف رسی و ماتریکسی بیش از ۱۵٪ می باشد. با توجه به انجام آزمایشات تکمیلی در خصوص واکنش پذیری سنگدانه ها، در صورت واکنش زا بودن مصالح، خواهشمند است راهکارهایی جهت استفاده از این مصالح به عنوان سنگدانه بتن در اختیار این مهندسین مشاور ارائه فرمائید.

باتشکر

وحید اکرامپور

جناب آقای مهندس اکرامپور

عضو محترم حقوقی انجمن بتن ایران

بازگشت به پرسش جنابعالی درباره واکنش زائی سنگدانه ها با قلیائی ها طی نامه شماره ۲۴/۴/۱۹۷۳ مورخه ۱۳۹۲/۱۲/۲۶ موارد زیر به استحضار می رسد:

۱- همواره طبق روال توصیه شده در منابع معتبر و بویژه در ACI 221.1R لازم است پتروگرافی (سنگ نگاری) انجام گردد تا وضعیت سنگدانه ها از نظر کانی های واکنش زا و نوع آنها (سیلیسی یا کربناتی) مشخص شود. بهر حال اعلام واکنش زا بودن یا نبودن برای اطمینان از این امر کافی نیست و نیازمند آزمایشهای دیگر هستیم.

۲- در صورت مشکوک بودن به واکنش زائی از نوع سیلیسی، لازم است آزمایش ASTM C1260 یا ASTM C1293 انجام شود که اولی کوتاه مدت (۱۶ روزه و گاه ۳۷ روزه) و دومی بلند مدت (۶ ماه و یکسال) می باشد.

۳- در صورت وجود سنگدانه های کربناتی واکنش زا لازم است آزمایش ASTM C586 یا ASTM C1105 انجام گردد که هر دو به نوعی طولانی مدت است.

۴- بهر حال در نهایت، یکطرف از دو حالت فعال بودن سنگدانه ها از نظر واکنش زائی یا کم فعالیت بودن آنها را شاهد خواهیم بود. بدیهی است اگر بتوان از نظر اقتصادی و امکان تامین سنگدانه جایگزین، از مصرف سنگدانه واکنش زا با قلیائی ها پرهیز نمائیم کاری به مصلحت خواهد بود. اما در بسیاری از موارد ممکن است در منطقه مورد نظر سنگدانه مناسب دیگری یافت نشود و یا تامین سنگدانه جایگزین دارای هزینه گزافی باشد. بنابراین راه حل هائی وجود دارد که با سنگدانه واکنش زا، بتن پروژه را تولید کنیم.

لازم بذکر است که گاه مصرف سنگدانه واکنش زا با قلیائی ها هیچ مشکل جدی را بوجود نمی آورد. زیرا رطوبت بصورت دائمی یا بصورت مکرر در بتن وجود ندارد (مانند اغلب ساختمانهای بتنی که در برابر رسیدن رطوبت به بتن محافظت می شوند).

۵- در صورت واکنش زا بودن سنگدانه ها با قلیائی ها، می توان از سیمانهای با قلیائی کم استفاده نمود به نحوی که قلیائی های بتن کم شود. برای این منظور اینگونه معروف است که درصد معادل قلیائی سیمان باید کمتر از ۰/۶ درصد باشد گاه لازم است این مقدار از ۰/۴ درصد نیز کمتر باشد.

گفته می شود که کاهش قلیائی های بتن و رساندن آن به کمتر از ۲/۴ کیلوگرم در هر متر مکعب بتن برای این منظور کافی است اما بهرحال توافقی در این مورد وجود ندارد زیرا میزان واکنش زائی سنگدانه ها و نوع و مقدار کانی های واکنش زا با قلیائی ها در مشخص کردن این مقدار آستانه ای کاملاً موثر است و حتی در مواردی که میزان معادل قلیائی در حدود ۱/۸ کیلوگرم در متر مکعب بتن بوده است نیز مشکل انبساط و تخریب دیده شده است. در حالی که در برخی منابع کشور انگلیس اگر میزان قلیائی به کمتر از ۳/۰ کیلوگرم در متر مکعب برسد مشکل تا حدود زیادی حل شده تلقی می گردد.

لازم به ذکر است که میزان عیار سیمان بتن در این رابطه از اهمیت برخوردار می باشد و صرفاً نمی توان درصد قلیائی معادل سیمان را موثر دانست. لذا کاهش عیار سیمان بتن یک راه حل مناسب محسوب می گردد و کاهش روانی یا مصرف افزودنی روان کننده و فوق روان کننده یکی از گزینه هاست و بنظر می رسد با توجه به نیاز مبرم به روانی زیاد برای پمپ کردن بتن، راه حل دوم یعنی مصرف روان کننده یا فوق روان کننده ارجح می باشد.

۶ - استفاده از نسبت آب سیمان کمتر از ۰/۴۵ یکی از راه حل های موثر ذکر می شود. بویژه اگر از مواد حبابزا استفاده شود می تواند بروز مشکل را با تاخیر قابل ملاحظه ای روبرو کند و عمر سازه را طولانی تر نماید.

۷- استفاده از افزودنی های پودری معدنی پوزولانی یا سرباره ای نیز یک راه حل جدی و پرکاربرد است. برای مثال استفاده از میکروسیلیس به میزان ۵ تا ۱۰ درصد وزن سیمان و یا استفاده از پوزولانهای طبیعی (حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد وزن سیمان) و یا بکارگیری سرباره کوره آهنگدازی (حدود ۳۵ درصد به بالا) می تواند موثر واقع شود. بهرحال باید با آزمایش هائی مانند ASTM C441 از عملکرد این مواد یا با آزمایش هائی مانند ASTM C1567 از عملکرد کل مواد سیمانی اطمینان حاصل نمود.

۸- استفاده از برخی مواد افزودنی خاص مانند نمکهای لیتیم یا باریم نیز موثر قلمداد شده است اما در ایران یک روش شناخته شده و معمول به حساب نمی آید و بهتر است از راه حل های فوق یا ترکیب آنها استفاده کرد. راه حل های دیگری مانند استفاده از سنگدانه های آهکی (کربنات کلسیمی) به همراه سنگدانه های سیلیسی واکنش زا نیز وجود دارد که در ایران چندان رایج نیست. در پایان به استحضار می رساند که استفاده از مشاور مطمئن و آزمایشهای متناسب برای ارائه راه حل اقتصادی و موثر از اهمیت جدی برخوردار است.

بااحترام

محسن تدین