

مواد افزودنی در پروژه های سد سازی

(کاربرد، مکانیزم واکنش، عوامل موثر بر عملکرد، معیارهای انتخاب)

محمود ایراجیان

چکیده :

امتیازات فیزیکی و اقتصادی قابل ملاحظه ای که مواد افزودنی برای بتن ایجاد می کند و همچنین در بسیاری موارد، مزایای فنی موجب رشد روز افزون کاربرد این مواد در بتن شده است.

این مواد نه تنها امکان به کار بردن بتن را در شرایط پیچیده فراهم کرده اند که پیش از آن امکان استفاده از بتن در این شرایط به دلایل مختلف فنی وجود نداشت، بلکه امکان استفاده از گستره وسیع تری از مواد متشکله در مخلوط بتن را نیز به وجود آورده اند. سدها به علت نقش اساسی که در سیستم اقتصادی، اجتماعی، سیاسی کشور دارند و نیز به علت سرمایه گذاری کلانی که برای

ساخت آنها می شود، جز سازه های استراتژیکی محسوب می شوند که لازم است از عملکرد و دوام مناسبی در دراز مدت برخوردارمی باشند.

ملاحظات اقتصادی مانند استفاده از مصالح در دسترس و کاهش مصرف سیمان، ضوابط پایایی از جمله هوایی، کاهش نفوذ

پذیری، آب بندی و کاهش نسبت آب به مواد سیمانی، استفاده از مواد کمک سیمانی مانند پوزولانها ، سرباره و دوده سیلیسی برای بهبود خواص و پایایی بتن که عموما منجر به افزایش آب مورد نیاز مخلوط می شوند، بهبود شرایط اجرایی مانند حمل و نقل، ریختن و متراکم کردن بتن، بهبود خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بتن و امکان ادامه عملیات اجرایی و بتن ریزی در شرایط آب و هوایی مختلف از جمله مواردی هستند که استفاده از مواد افزودنی در پروژه های سد سازی را اجتناب پذیر می کند.

با توجه به اندرکنش مواد افزودنی با مواد سیمانی و سایر اجزای تشکیل دهنده بتن و از آنجا که گستره وسیعی از مواد افزودنی با نامهای تجاری گوناگون موجود و در دسترس می باشند، آگاهی از خصوصیات کلی، مکانیزم واکنش و عوامل موثر بر عملکرد این مواد می تواند در انتخاب آنها برای یک پروژه خاص، به ویژه پروژه سد سازی، سودمند باشد.

در این مقاله پس از بررسی کاربرد، مکانیزم واکنش و عوامل موثر بر عملکرد مواد افزودنی متدالول در پروژه های سد سازی، راهکارهایی برای انتخاب این مواد برای یک پروژه سدسازی ارایه می گردد.



عملکرد مواد افزودنی مکانیزم واکنش کلمات کلیدی : مواد افزودنی

۱- مقدمه

بتن یکی از مهمترین یکی از فرآگیرترین مصالح ساختمانی است که مصرف آن در پروژه های مختلف عمرانی همگام با پیشرفت تکنولوژی رشد روزافزونی دارد. امروزه برای بهبود خواص بتن ، بالابردن کیفیت آن، کاهش نارسایی ها و تغییر بعضی از مشخصه های بتن از مواد افزودنی موادی تغییر از آب سنگدانه سیمان هیدرولیکی و الیاف هستند که (R116ACI) استفاده می شود. مواد افزودنی بنا به تعریف درست پیش از اختلاط یا در حین اختلاط به بتن افزوده می شوند.

مواد افزودنی به دو دسته کلی

۱. مواد معدنی

۲. مواد افزودنی شیمیایی

تقسیم می شوند.

مواد افزودنی شیمیایی نیز بر حسب نوع عملکرد خود به گروه های مختلف (مانند هوازا، کاهنده های آب، کنگدگیرنده ها و ...) آورده شده است. R212.۳ ACI و PCA تقسیم می شوند. دسته بندی مبسوط تری از مواد افزودنی در نظریه در این مقاله کاربرد، مکانیزم واکنش، و عوامل موثر بر عملکرد مواد افزودنی شیمیایی متدائل در پروژه های سد سازی، مانند

روان کننده ها، دیرگیر کننده ها، هوازاها و مواد کمکی تزریقی مورد بررسی قرارخواهد گرفت. در انتها ملاحظاتی درباره کاربرد این نوع افزودنی ها و راهکاری برای انتخاب مناسب آنها برای یک پروژه سدسازی ارایه می گردد.

۲- دلایل کاربرد مواد افزونی در بتن سدها امتیازات فیزیکی و اقتصادی قابل ملاحظه ای که مواد افزودنی برای بتن ایجاد می کنند از یک سو و در بسیاری موارد مزایای فنی از دیگر سو، موجبات رشد روزافزون کاربرد، این مواد را در بتن فراهم آورده اند بلکه امکان استفاده وسیع تری از مواد متشکله در مخلوط را نیز بوجود آورده اند.

بطور کلی دلایل و مزایای حاصل از استفاده مواد افزودنی در بتن مصرفی در پروژه های

سدسازی را می توان به شرح زیر

دسته بندی کرد:

ملاحظات اقتصادی:

اغلب سعی می شود که سنگدانه مورد نیاز پروژه سدسازی را از منابع قرضه های نزدیک به ساختگاه سد تامین شود. دستیابی به مشخصات مورد نظر سنگدانه پرهزینه و در شرایطی بسته به خصوصیات قرضه، ممکن است غیر عملی باشد با استفاده از مواد افزودنی می توان بر بسیاری از نارسایی های فیزیکی و شیمیایی سنگدانه موجود غلبه کرد و از همان مصالح در دسترس برای ساخت بتن استفاده کرد. تحقیقات انجام شده توسط پرهیزکار و همکاران بیانگر این واقعیت ایت که دوده سیلیسی به عنوان یک افزودنی معدنی می تواند به میزان قابل توجهی انبساط ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه را کاهش دهد. با استفاده از مواد افزودنی شیمیایی نیز می توان بر بسیاری از نقایص فیزیکی سنگدانه ها مانند کمبود ریز دانه ها غلبه کرد. بدیهی است که در این موارد باید بین هزینه دستیابی به مشخصات مورد نظر از طریق تغییر قرضه، نصب تجهیزات اضافی، طولانی تر کردن فرایند تولید سنگدانه از یک سو و بهبود خواص سنگدانه موجود با استفاده از مواد افزودنی از سوی دیگر یک مقایسه اقتصادی انجام گیرد.

بهبود خواص بتن سخت شده:

استفاده از مواد افزودنی خواص فیزیکی ، مکانیکی و شی میایی بتن را به نحوی چشمگیری بهبود می بخشد . مواد افزودنی کاهنده آب با کاهش نسبت به آب به مواد سیمانی و کاهش تخلخل بتن ، خواص مکانیکی آن مانند مقاومت فشاری، خمشی و سایشی را (رمضانیان پور- ۱۳۶۸) بهبود می بخشنده

کنترل گرمایی در بتن حجیم: برای کاهش گرمای ناشی از هیدراسیون در بتن های حجیم باید از سیمان های با گرما زایی کم مانند پرتلند نوع ۴ و سیمان پوزلانی استفاده کرد . از آنجا که سیمان پرتلند نوع ۴ در ایران تولید نمی شودیک راه عملی برای کاهش حرارت ناشی از هیدراسیون، کاستن از مقدار سیمان مصرفی در بتن است بدون آنکه ل TEME ای به خواص بتن تازه و سخت شده وارد شود . اینکار با استفاده از مواد افزودنی کاهنده آب و فوق روان کننده ها امکان پذیر است . در صورت استفاده از سیمانهای پوزلانی نیز، چون مقدار آب مورد نیاز استفاده از مواد کاهنده آب برای حفظ نسبت به آب مواد سیمانی و نیز بهبود Famili et at (۲۰۰۰) این سیمانها بیشتر می باشد کارآیی سودمند خواهد بود . استفاده از مواد افزودنی کندگیر کننده در کاهش سرعت گرمایی در سنین اولیه (تا ۷ روز) بسیار موثر است . بدیهی است که این مواد تاثیری در کاهش مقدار کل گرمای حاصل نخواهد داشت . چگونگی تاثیر مواد افزودنی شیمیایی در بتن

مواد افزودنی شیمیایی را می توان بر حسب چگونگی تاثیر آنها در بتن به دو گروه:

۱. مواد افزودنی با اثر فیزیکی

۲. مواد افزودنی با اثر شیمیایی در بتن تقسیم کرد :

مواد افزودنی که اثر فیزیکی در بتن دارند معمولاً مواد اثر کننده هستند اینها مواد هستند که در سطح مشترک بین دو فاز آمیخته نشدنی متمرکز می شوند و نیروهای فیزیکی

- شیمیایی موثر براین سطح مشترک را تغییر می دهند این مواد موجب کاهش نیروی کشش سطحی بیم مایع و جامد و یاما مایع و گاز می شوند و باعث روان شدن بتن می شوند یا ایجاد حباب هوا را بن میسر میسازند. این مواد تغییری در روند هیدراسيون سیمان بوجود نمی آورند.

مواد افزودنی که اثر شیمیایی در بتن دارند، موجب تغییر در روند هیدراسيون سیمان می شوند. این تغییر می تواند در تاخیر گیرش و یا تسريع گیرش و سخت شدن موثر باشد . به این ترتیب می توان زمان قابل کارکردن با بتن را کنترل کرد . و یا مقاومت های اولیه آنرا تغییر داد .

روان کننده ها و فوق روان کننده ها (خوازه ها و کاهنده های نفوذپذیری) بطور کلی می توان گفت که مواد افزودنی کاهنده آب زودگیرکننده ها و زود سخت کننده ها (اثر شیمیایی در تن) دارای اثر فیزیکی هستند و مواد افزودنی کندگیر کننده و تسريع کننده دارند. مواد افزودنی کمک کننده تزریق دارای هر دو اثر فیزیکی و شیمیایی هستند

نوع تاثیر نوع افزودنی

فیزیکی

فیزیکی

فیزیکی

شیمیایی

شیمیایی

فیزیکی - شیمیایی

کاهنده های آب

هوازها

کاهنده های نفوذپذیری

کندگیر کننده ها

تسريع کننده ها

کمک کننده های تزریق

هیدراسیون سیمان

از آنجا که اندر کنش مواد افزودنی و سیمان تاثیر مستقیمی بر عملکرد مواد افزودنی دارد، شیشه شایسته است که ابتدا هیراسیون سیمانی بطور اجمالی مورد بررسی قرار گیرد. هیدراسیون عبارت است که ترکیب شدن آب با اجزای تشکیل دهنده سیمان که درنتیجه این واکنش شیمیایی ، عمل گیرش و

سخت شدن انجام می گیرد با وجود تحقیقات زیادی که در مورد روندهای دراسیون سیمان انجام شده است تاکنون این پدیده به طور کامل شناخته نشده است و اختلاف نظرهایی که مورد جزئیات آن وجود دارد . ولی جدا از این اختلاف نظرها، روند کلی هیراسیون رامی توان به ترتیب زیر توصیف کرد .

مرحله اول :

در اثر اختلاط سیمان با آب ، سولفات بصورت محلول در آمده و با آلومینات کلسیم والومینوفریت موجود در سیمان ترکیب وجود اترینگایت را می توان حدود ۲۰ ثانیه بعد از مخلوط . می دهد (اترینگایت) شده و تشکیل سولفور آلومینات کلسیم نامحلول . (رمضانیان پور و همکاران ، ۱۳۶۷) . کردن سیمان با آب مشاهده کرد

کربستالهای اترینگایت در ابتدا بصورت رشتہ های نازک سوزنی شکل هستند، با رشد این کربستالها گیرش سیمان نیز آغاز می هیدروکسید کلسیم ساخته می شود . (۲۲۰ به ویژه) شود. علاوه بر این همانند بتدا بر اثر ترکیب شدن آب با سیلیکاتهای سیمان

مرحله دوم :

را مشاهده کرد . این (CSH) تقریب یک ساعت پس از اختلاط آب با سیمان می توان کربستالهای سیلیکات کلسیم هیدراته

کربستالها که بر اثر هیدراسیون سیلیکاتهای سیمان بوجود می آیند در ابتدابه صورت رشتہ های نازکی هستند که به راحتی در فضای بین دانه های سیمان که پر از آب است ، حرکت و رشد می کند با به م چسبیدن این رشتہ ها به یکدیگر و چسبیدن آنها به ذرات سیمان



هیدراته نشده وسایر محصولات هیدراسیون ، بافت متخلخلی پدید می آید که بر اثر ادامه هیدراسیون این بافت متراکم ترمی شود مقاومت اولیه سیمان ناشی از رشد همین بافت اولیه است.

مرحله سوم:

در این مرحله بر اثر ادامه عمل هیدراسیون ، داخل حفرات و خلل و فرجها پر می شود و بتن متراکم تر غیر قاب نفوذتر می شود مقاومت آن افزایش می یابد .

مکانیزم واکنش مواد افزودنی شیمیایی آشنایی با مکانیزم واکنش و چگونگی تاثیر مواد افزودنی شیمیایی در بتن و شناخت عوامل موثربر عملکرد آنها در بکارگیری مناسب تر آنها مفید است .
مواد افزودنی با اثر فیزیکی در بتن

مواد سیمانی به همراه ریزترین مصالح سنگی (کمتر از ۲۵۰ میکرون)، ریزدانه های بتن را تشکیل می دهند . این مواد ریز نقش تعیین کننده ای در میزان آب ، کارآیی و تراکم بتن دارند . از آنجا که مواد افزودنی که با اثر فیزیکی نیز باعث تغییر خواص یاد شده می شوند، لذا ریزدانه های بتن و مواد افزودنی دارای اثر فیزیکی ، بر روی یکدیگر انداخته خواهند داشت .
مواد افزودنی هوا زا

مولکولهای قطبی آب نیز تمایل شدیدی به جذب یکدیگر دارند و برای جدا کردن آنها از یکدیگر به انرژی قابل ملاحظه ای نیاز است ، بنابراین آب دارای انرژی سطحی (کشش سطحی) (زیادی است مکانیزم واکنش افزودنی هوازا کاهش کشش سطحی آب است . و یکسر آنها (hydrophobic) " آب گریز " مواد افزودنی هوازا از مولکولهای زنجیره طویلی تشکیل شده اند که یکسر آنها است . سر آب دوست آنها جذب مولکولهای آب می شود و سر آب گریز آنها موجب کاهش (hydrophilic) " آب دوست " کشش سطحی آب می شود . کاهش کشش سطحی آب امکان ایجاد حباب هوا را میسر می سازد .
بامقاومت و الاستیسیته کافی در اطراف حبابهای هوا پدید (مانند حباب صابون) مواد افزودنی خوازا یک فیلم محکم و دافع آب

می آورد، بگونه ای که حبابها هوا را در برگرفته و پایدار می کند و از به هم پیوستن حبابها نیز جلوگیری بعمل می آورد . خاصیت دافع آب بودن این فیلم از ورود آب به داخل حباب هوا جلوگیری می کند . عمل هم زدن و اختلاط مخلوط موجب پراکنده شدن این حبابها در بتن می شود . حبابها هوا محبوس ، که در همه بتن ها ایجاد می شوند و در حقیقت تابعی از ویژگیهای سنگدانه هستند، دارای اندازه ۱۰۰۰ (یا بیشتر هستند در حالیک حبابها هوایی که به طور عمدى ایجاد می شوند بطور عمده دارای قطری بین ۱۰ تا (۱ میلیمتر) میکرون ۱۰۰ میکرون هستند . مواد افزودنی روان کننده

جز فعال اصلی مواد افزودنی روان کننده ، عوامل اثر کننده بر سطح است . اینها مواردی هستند که در سطح مشترک بین دو فازآمیخته نشدنی متمرکز می شوند و نیروهای فیزیکی - شیمیایی موثر بر این سطح را تغییر می دهند . این مواد جذب سطح دانه های سیمان می شوند و به آنها بار منفی می دهند که منجر به نیروی دافعه بین دانه های سیمان و پراکنده شدن آنها می شوند چگونگی تاثیرروان کننده ها بر روی سیمان در شکل ۲ نشان داده شده است .

در مخلوطی که از مواد روان کننده استفاده نشود، ذرات سیمان به یکدیگر می چسبند و لخته می شوند . در اثر این لخته شدگی قسمت از آب در فشاری بین ذرات لخته شده محبوس می شود و از طرفی در نقاطی که ذرات سیمان به یکدیگر می چسبند، سطح پیوستگی آنها برای هیدراسیون اولیه در دسترس نمی باشد . مواد افزودنی روان کننده با جلوگیری از لخته شدن ذرات سیمان ، مساحت سطح سیمان را ک ۵ می تواند پذیرایی هیدراسیون اولیه باشد افزایش می دهند و همچنین با جلوگیری از محبوس شدن در فضای لخته شدگی ، مقدار لخته شدگی ، مقدار آب موجود برای هیدراسیون افزایش می یابد بعلاوه بارمنفی ساکن اطراف ذرات سیمان سبب می شود که در اطراف هر ذره سیمان قشری از مولکولهای جهت داده شده آب ، که از نزدیک شدن ذرات به یکدیگر جلوگیری می نمایند . تشکیل گردد بنابراین ذرات سیمان قابلیت تحرک بیشتر پیدا می کند و آب آزاد شده تحت اثر مجموعه لخته شده ، صرف روان سازی مخلوطی می گردد و لذا کارآیی افزایش می یابد . مواد افزودنی فوق روان کننده

مکانیزم واکنش فوق روان کننده ها شبیه مکانیزم واکنش روان کننده ها ولی با اثر قوی تر است . فوق روان کننده ها، پلیمری های آلی محلول در آب هستند که دارای رشته های دراز مولکولی هستند این رشته های دراز مولکولی به دور ذرات سیمان می پیچندو بار منفی زیادی به آنها می دهند، به طوری که یکدیگر را دفع می نمایند . این امر منجر به پراکندگی و پخش سیمان می گردد . مواد افزودنی با اثر شیمیایی در بتون همچنانکه گفته شد مواد افزودنی با اثر شیمیایی در بتون بر روند هیدرasiون سیمان تاثیرمی گذارند . سیمانهای مختلف دارای خواص شیمیایی متفاوتی هستند و بنابراین واکنش های متفاوتی نسبت به مواد افزودنی با خصوصیات شیمیایی مختلف از خود نشان می دهند . مواد افزودنی تسریع کننده مواد افزودنی تسریع کننده سبب کاهش زمان گیرش ، افزایش روند کسب مقاومت و یا هر دو می شوند . این مواد در حقیقت روند هیدرasiون را تسریع می کنند . بطور کلی این مواد را می توان به دو دسته کلی مواد افزودنی زودگیر و مواد افزودنی زود سخت کننده تقسیم کرد . مواد افزودنی زودگیر (Setting accelerator)

مواد افزودنی زودگیر عموم با تسریع بین سولفات و آلومیناتها و تشکیل اترینگایت ، سرعت سخت شدن خمیر سیمان را افزایش می دهند . افزایش سرعت این واکنش منجر به پدید آمدن کریستالهای سوزنی شکل کوچک اترینگایت می شود . طول کریستالها در این حالت از طول کریستالهای پدید آمده در خمیر سیمان شاهد کوتاهتر خواهد بود . در هم فرو رفتن این اترینگایت های ظرفی موجب تسریع زمان گیرش می شود . کاربرد عمدی این مواد در بتون پاشی است .

مواد افزودنی سخت کننده موجب افزایش مقاومت های اولیه و نیز کاهش زمان گیرش می شوند . تاثیر این مواد بر زمان S_{3C} این مواد با تسریع واکنش گیرش کمتر از مواد افزودنی زودگیر است . مواد افزودنی زود سخت کننده یا مانند کلریدها بعنوان یک کاتالیزور در واکنش عمل می کنند و یا مانند کربناتها با هیدرولسیم ت رکیب شده و کربنات کلسیم و یک قلیایی نا محلول تشکیل می S_{3C} هیدرasiون دهند . قلیایی حاصل از واکنش موجب تسریع واکنش سیلیکات و آلومینات می شود . عملکرد مواد افزودنی در بتون

صرفنظر از جنس و مقدار مصرف مواد افزودنی ، اجزای تشکیل دهنده بتن ، شرایط محیطی، شرایط ساخت و حمل و ن حوه بتن ریزی نیز از جمله عواملی هستند که بر عملکرد مواد افزودنی در بتن تاثیر می گذارند.

مواد افزودنی هوازا

مهمترین دلیل هوازایی در بتن بهبود پایایی آن در برابر یخ‌بندان و نمکهای یخ زدا است . هنگامیکه آب یخ بزند، افزایش حجم پیدا می کند . چنانچه تمہیداتی برای این افزایش حجم در نظر گرفته نشود موجب پدید آمدن فشار در منافذ موییه بتن می شود . اگر مقدار این فشار از مقاومت کششی بتن فراترود سبب ایجاد ترک در بتن و در نهایت موجب فروپاشی بتن می شود . تشکیل بلورهای نیز موجب پدید آمدن فشار در بتن و خرابی بتن می شود . حبابهای هو ا در بتن فضای (ناشی از کاربرد نمکهای یخ زدا) نمک در بتن مورد نیاز برای انبساط ناشی از یخ زدگی و فضای لازم برای رشد بلورهای نمک را فراهم می آورد و از ایجاد فشار داخلی جلوگیری می کند . علاوه بر موارد گفته شده، هوازایی سایر خواص بتن را نیز، به ویژه برای مقاصد سدسازی ، بهبود می بخشد .

کارآیی:

هوازایی کارآیی بتن به ویژه بتن های کم سیمان و خشن را بهبود می بخشد . علت افزایش و بهبود کارآیی بتن و استفاده از مواد افزودنی هوازا این است که حبابهای هوا در اثر نیروهای کشش سطحی کروی شکل می شوند و مانند غلتکهای با اصطکاک سطحی کم و خاصیت الاستیسیته قابل ملاحظه، عمل می کنند . در حقیقت حباب های هوا نقش ریزدانه های بتن (مواد سیمانی و ریزترین مصالح سنگی (را در کارآیی یاری می کنند . همچنان که در شکل سه نشان داده شده است ، برای بتنی با روانی و کارآیی ثابت ، با افزایش مقدار هو ا می توان از مقدار آب اختلاط و مقدار ماسه کاست . این موضع برای بتن های کم سیمان مشهودتر است . در بتنهای حجیم ، که علاقه به کاهش سیمان آنها به منظور کنترل گرمای هیدارسیون می باش ، هوازایی می تواند بدون نیاز به افزایش آب

، کارآیی را ثابت نگه دارد از طرفی هرچه بزرگترین اندازه سنگدانه افزایش یابد، سنگدانه های درشت حجم بیشتری از (ثابت W/C بتن را اشغال می کنند و بنابراین برای جبران ریزدانه و حفظ کارآیی می توان از هوازایی استفاده کرد .

در مورد ماسه هایی که کمبود ذرات ریز دارند (زیر الک نمره ۵۰) نیز می توان با هوازا یی ای

کمبود را تا حدود زیادی جبران کرد. هوازایی همچنین جداشدگی و آب انداختگی (به ویژه در بتنهای کم سیمان و با سنگدانه های بزرگ) را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد.

شکل ۲ کاهش مقدار آب و ماسه برای مقادیر مختلف سیمان و هوا بتن

مقاومت در برابر سولفات:

برای کارآیی ثابت چنانچه کاهش نسب آب به سیمان در نتیجه هوازایی در نظر گرفته شود، مقاومت بتن در برابر سولفات ها

اثر هوازایی بر عملکرد بتنی که در معرض خاک سولفاتی قرار داشته است (- ۱۹۹۴PCA) بهبود می یابد . در یک کار مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته شده است نمونه به مدت ۵ سال در تماس با خاک سولفاتی بوده است . همچنان که در شکل ۴ دیده می شود هوازایی مقاومت در برابر سولفات بتن را، به ویژه در مقادیر سیمان پایین تر، بهبود می بخشد.

عملکرد بتن های هوازایی شده و بتن های هوازایی نشده ای که در معرض خاک سولفاتی قرار داشته اند. شکل ۴

چهارمین کنفرانس سدسازی ۱۰۵۲

مقاومت در برابر واکنش قلیایی سنگدانه :

هوازایی انبساط مخرب ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه را کاهش می دهد قلیایی های سیمان با سیلیس سنگدانه های واکنش زا

نشان می دهند و پیامد آن ، که تولید محصولات منبسط شونده است ، موجب منبسط شدن بتن می شود . انبساط بیش از اندازه سبب خراب شدن بتن می شود . همچنان که در شکل ۵ نشان داده شده است ، هوازایی انبساط منشورهای ملات ساخته شده با سنگدانه های واکنش زارا کاهش می دهد این موضوع به درستی در طراحی تونلهای انحراف آب سد سیمراه توسط مشاور در نظر گرفته شده است و امکان استفاده از سنگدانه های محلی کوچک به واکنش زایی را فراهم آورده است . ضمن اینکه امکان مطالعه و بررسی دراز مدت تاثیر هوازایی بر واکنش قلیایی سنگدانه را در حجمی وسیع پدید آورده است . اثر مقدار هوا بر کاهش انبساط ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه

مقاومت :

در مخلوطهای پر سیمان ، مقاومت ب تن با افزایش مقدار هوا کاهش می یابد در مخلوطهای کم سیمان و خشن ، مقاومت در اثر مقدار مناسب هوازایی افزایش می یابد . این موضوع به علت کاهش نسبت آب به سیمان و بهبود کارآیی این نوع بتن ها در اثر هوازایی است . نمونه ای از این روابط در شکل ۶ نشان داده شده است . در مخلوطهای مورد استفاده ، برای حفظ کارآیی ثابت ، متناسب با افزایش مقدار هوا مقدار آب کاهش داده شده است .

مواد افزودنی کاهنده آب (روان کننده)

همانگونه که از اسم مواد بر می آید، اثر مواد افزودنی کاهنده آب ، کاستن از مقدار آب مخلوط (معمولاً بین ۵ تا ۱۰ %) است بنابراین هدف از بکار بردن مواد افزودنی کاهنده آب مخلوط در بتن، کاس تن از نسبت آب به سیمان با حفظ کارآیی مورد نظر یا بهبود کارآیی در یک نسبت آب به سیمان معین خواهد بود . مواد افزودنی کاهنده آب خواص بتن تازه ساخته شده با سنگدانه های با دانه بندی نامناسب را بهبود می بخشد به عنوان مثال ، یک مخلوط خشن بتن حاوی مواد افزودنی کاهن دهاب عموم جدا شدگی کم و قابلیت جریان یافتن مطلوبی از خود بروز می دهد.

کارآیی: همچنان که گفته شد عملکرد مهم مواد افزودنی کاهنده آب افزایش کارآیی در نسبت آب به سیمان ثابت ، یا کاهش نسبت آب به سیمان در کارآیی ثابت است . عمل پخش کننده مواد افزودنی کاهنده آب ع لاهه بر افزایش کارآیی بتن ، تاثیراتی نیز در پخش شدن حبابهای هوا در آب دار به طوری که این افزودنی ها، به ویژه موادی که بر پایه لیگنو سولفات هستند، می توانند تاثیر هوازایی داشته باشند وجود این حبابهای هوا کارآیی بهبود می بخشد و جداسدگی و آب انداختگی بتن را کاهش می دهند.

نکته قابل توجه در مورد این مواد، نرخ افت روانی (اسلامپ) بتن های حاوی این مواد است . افت روانی بتن های حاوی مواد

افزودنی روان کننده (یا کاهنده آب)، به ویژه در زمانهای اولیه ، بیشتر از بتن های بدون این مواد است . در آزمایشها به عمل آمده برای مقایسه عملکرد مواد افزودنی در آزمایشگاه سد مسجد سليمان مشخص شد که چنانچه نسبت آب به سیمان ثابت نگه داشته شود، نرخ افت اسلامپ بتن حاوی روان کننده بیشتر از بتن بدو روان کننده است (شکل ۷). در حالتی که روانی اولیه ثابت نگهداشته شود و از میزان آب کاسته شود نرخ افت اسلامپ شدیدتر نیز خواهد شد (شکل ۸). این موضوع به علت کاهش نسبت آب به سیمان و تسریع

هیدراسیون سیمان است . از طرفی باید توجه داشت که روان کننده ها، به ویژه آنها که پایه لیگنو سولفوناتی دارند، ممکن است موجب تاخیر در گیرش شوند.

مقاومت :

یکی از اثرات پخش شدن ذرات سیمان ، در اثر استفاده از روان کننده ها، آن است که مساحت سطح بیشتری از ذرات سیمان

هیدراته خواهند شد و بنابراین در مراحل اولیه، هیدراسیون با روند سربعتری پیشرفت می نماید و هیدراسیون به طور کاملتری انجام می گیرد . بنابراین انتظار می رود که مقاومت بتن حاوی این مواد در مقایسه با بتن با همان نسبت آب به سیمان ولی بدون مواد افزودنی، افزایش نشان دهد . ولی در این رابطه لازم است که به دو عملکرد دیگر این نوع مواد یعنی هوازایی و کندگیری جزیی نیز توجه شود . هوازایی موجب کاهش مقاومت ، چه اولیه و چه نهایی می شود ولی کندگیری کاهش مقاومت اولیه و در برخی موارد افزایش نهایی بتن می شود بنابراین برای در نظر گرفتن اثر روان کننده ها بر مقاومت بتن باید تاثیر این سه عامل به طور همزمان در نظر گرفته شود . نتایج مقاومت بتن با و بدون روان کننده (پایه لیگنو سولفوناتی) برای مواد افزودنی فوق روان کننده

کاربرد عمده فوق روان کننده ها تولید بتن با کارآیی خیلی زیاد و یا بتن با مقاومت خیلی زیاد است.

کارآیی: فوق روان کننده ها کارآیی و روانی بتن را به میزان قابل توجهی افزایش می دهند . مقدار آب را با استفاده از فوق روان کننده هامی توان حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش داد . فوق روان کننده ها کندگیری قابل توجهی به وجود نمی آورند (مگر نوع کندگیر کننده آنها). تاثیر فوق روان کننده ها در جلوگیری از دوباره لخته شدن ذرات سیمان فقط تا زمانی ادامه پیدا می کند که تعداد کافی از مولکولها فوق روان کننده در دسترس باشند تا سطوح ذرات سیمان مواجه شده با آب را پوشانند . از آنجا که بعضی از مولکولهای فوق روان کننده در محصولات هیدراسیون سیمان محبوس می شوند، از مقدار روان کننده کاسته می شود و کارآیی مخلوط به سرعت از دست می رود.

مقاومت:

پخش شدن و پراکندگی ذرات سیمان در اثر استفاده از فوق روان کننده ها، امکان هیدراسيون ذرات بيشتری از سیمان را فراهم می آورد و هیدراسيون در مراحل اولیه با روند سريعتری پيشرفت می نماید . از طرف ديگر، از آنجا که فوق روان کننده ها تاثير قابل ملاحظه اي بر کشش سطحی آب ندارند مقدار زيادي حباب هوا ايجاد نمي نمایند و افت مقاومتی به دنبال ندارند . بنابراین مقاومت اولیه و نهايی بتن های دارای فوق روان کننده برای نسبت های آب به سیمان ثابت ، افزایش می يابد از طرف ديگر، فوق روان کننده هها برای کارآيی و روانی ثابت با کاهش نسبت آب به سیمان ، مقاومت بتن را افزایش می دهد.

مواد افزودنی کندگیر کننده

عملکرد اصلی مواد افزودنی کندگیر کننده ، تاخیر در گيرش خمير سیمان و همچنین کند کردن روال سخت شدن آن است . اين

مواد با پوششی که برروی ذرات سیمان پديد می آورند مانع آبگيري سيليكاتها و يا مانع انحلال آهک و آلومين می گردد.

كارآيی: مواد افزودنی کندگیر کننده با به تاخیر انداختن گيرش ، زمان قابل کار کردن با بتن را افزایش می دهند . اين مواد تاثير بر کارآيی و روانی اولیه ندا رند، به جزء آنهایی که خاصیت روان کندگی داشته باشند . اين مواد ميزان افت اسلامپ را کاهش می دهند . کندگیر کننده ها بسته به نوعشان ممکن است آب انداختگی را افزایش دهند (مانند گلوكونات)، آنرا کاهش دهند (مانند گلوكز)، و يا ممکن است مانند ليگنوسولفوناتها تاثيری بر آب انداختگی نداشته باشند . مواد افزودنی کندگیر کننده امكان حمل بتن در فواصل طولاني و نيز بتن ريزی در سطوح گستره را، بدون خطر ايجاد درز سرد بين لایه های بتن ، فراهم می آورند.

گرمای هیدراسيون:

از آنجا که مواد افزودنی کندگیر روند هیدراسيون سیمان را کند می کند، بنابراین ميزان گرمای هیدراسيون آزاد شده در سنین اولیه کاهش می يابد بدیهی است که اين مواد تاثیری در کاهش مقدار کل گرمای حاصل از هیدراسيون نخواهند داشت . تاثير يك . (افزودنی کندگیر کننده (اكسيد رو) بر گرمای هیدراسيون در شكل ۱۰ نشان داده شده است (رمضانيابور و همکاران ۱۳۷۶

تأثیر یک نوع کندگیر کننده بر چگونگی آزادشدن گرمای هیدراسيون

مقاومت:

از آنجا که مواد افزودنی کندگیر کننده ، روند هیدراسيون را کند می کنند تاثیر دوگانه ای بر مقاومت بتن دارند با کند شدن هیدراسيون ، مقاومت های اولیه کاهش می یابد . در حالیکه به علت تشکیل کریستالهای کوچکتر، منظمتر و ب هم نزدیکتر، بتن متراکم تر می شود و مقاومت دراز مدت آن افزایش می یابد.

مواد افزودنی تسريع کننده همچنانکه گفته شد مواد افزودنی تسريع کننده به دو دسته مواد افزودنی زودگیر و مواد افزودنی زود سخت کننده تقسیم می شوند. مواد افزودنی زودگی سرعت سفت شدن بتن را افزایش می دهند و در همان اوایل واکنش ، گرمای زیادی A_{3C}، این افزود نی ها با تسريع واکنش آزاد می کنند.

کارآیی: این مواد تاثیری بر کارآیی اولیه ندارند ولی زمان گیرش اولیه و نهایی را کاهش می دهند . نمونه ای از تاثیر این مواد بر زمان زمان گیرش بتن با (- 1995Paillere). گیرش ، برای مقادیر مختلف مصرف این افزودنی ، در شکل 11 نشان داده شده است استفاده از این مواد به کمتر از 15 دقیقه می رسد . در مورد افزودنی بسیار زودگیر، که برای بند آوردن موقتی نشستی آب مورد استفاده قرار می گیرند، گیرش در کمتر از یک دقیقه رخ می دهد.

مقاومت:

استفاده از این مواد معمولاً موجب افزایش مقاومت های اولیه و کاهش مقاومت های دراز مدت می شود . برخی از دلایل این گیرش بسیار سریع S_{3C}، بالاتر، مختل شدن هیدراسيون C/S کاهش مقاومت عبارت از : تشکیل سیلیکات کلسیم هیدراته با نسبت که با تولید گرمای بیشتری همراه است ، و ساختاری متخلخل دارند . با افزایش مقدار مصرف این نوع افزودنی ، مقاومت های دراز مدت افت بیشتری پیدا می کنند. تاثیر مقدار مصرف افزودنی های زودگیر بر مقاومت در شکل 12 نشان داده شده است (1995Paillere -)

البته افزودنی های زودگیر مانند تری اتانل آمین بر مقاومت سیمان در شکل ۱۳ نشان داده شده است (رمضانیانپور و همکاران). جذب شده و در نتیجه از واکنش آن با S_{2C} ۱۳۶۷ () کاهش مقاومت اولیه بیشتر به این دلیل است که تری اتانل آمین بر روی سطح آب جلوگیری می نماید و واکنش را به تاخیر می اندازد.

مواد افزودنی زود سخت کننده

همچنانکه که گفته شد، مواد افزودنی زود سخت کننده موجب تسريع هیدراسیون سیلیکاتها وآلومیناتها می شوند.

کارآیی: این مواد تاثیری بر کارآیی اولیه مخلوط بتن ندارند . ولی زمان گیرش را کاهش می دهند . تاثیر این مواد بر زمان گیرش ضعیف تر از تاثیر افزودنی های زودگیر است ، ضمن آنکه در ساعات اولیه ، گرمای کمتری نیز نسبت به آنها تولید می کند .

مقاومت : مواد افزودنی زود سخت کننده مقاومت اولیه را افزایش می دهند ولی تاثیر آنها بر مقاومت نهایی ، بسته به مکانیزم واکنش شان ، متغیر است بعنوان مثال ، کلرید کلسیم مقاومت دراز مدت را کاهش می دهد در حالیکه فرمات کلسیم و نیترات مقاومت دراز مدت کربنات سدیم و پتاسیم مقاومت نهایی را افزایش می دهند در حالیکه فلورور سدیم بسته به (۱۹۹۵Paillere) افزایش می دهند

(). ۱۳۶۷ مقدار مصرف ممکن است مقاومت را افزایش یا کاهش دهد (رمضانیانپور و همکاران از جمله عوامل موثر بر عملکرد مواد افزودنی شیمیایی می توان به اجزای تشکیل دهنده بتن (به ویژه ترکیبات شیمیایی سیمان (دما، زمان اختلاط، فاصله حمل و نحوه بتن ریزی اشاره کرد .

عوامل موثر بر عملکرد ماده افزودنی هوازا

ایجاد حباب های هوا در بتن (هوازایی)، مقدار و اندازه حبابهای هوا در بتن علاوه بر آنکه به نوع ماده هوازا و مقدار مصرف آن بستگی دارد به عوامل دیگری مانند اجزاء تشکیل دهنده و شرایط ساخت، انتقال ، و ریختن بتن نیز بستگی دارد.

۱- سیمان - ۱

ترکیبات شیمیایی ، نرمی و مقدار سیمان از جمله عواملی هستند که بر عملکرد ماده افزودنی هوازا تاثیر می گذارند .

ترکیبات شیمیایی: برای مقدار مشخصی از یک ماده افزودنی هوازا، سیمانهای با قلیایی بالا نسبت به سیمانهای با قلیایی پایین تر، هوا بیشتری تولید می کنند (هوازایی بیشتری دارند) بعنوان نمونه برای دستیابی به یک مقدار هوای مشخص، سیمانهای با قلیایی پایین ممکن است به 20°C درصد افزودنی هوازا بیشتری نسبت به سیمانهای با قلیایی بالا نیاز داشته باشند.

نرمی سیمان :

برای یک مقدار سیمان ثابت ، افزایش نرمی سیمان موجب کاهش هوازایی می شود. بعنوان مثال،

برای دستیابی به یک مقدار مشخص حباب هوا می بایستی 2g/cm^2 ، به 5000 kg/cm^2 با افزایش سطح ویژه سیمان از

1367 kg/cm^2 مقدار مواد افزودنی هوازا را تا دو برابر افزایش داد (رمضانپور و همکاران مقدار سیمان :

(برای یک مقدار مشخص از مواد افزودنی هوازا، با افزایش مقدار سیمان ، درصد هوا کاهش می یابد . همچنانکه در شکل ۴

مقدار مصرف ماده افزودنی هوازا ، 390 kg/cm^2 به حدود 3220 kg/cm^2 دیده می شود با افزایش سیمان از حدود (1994 PCA -)

برای دستیابی به یک مقدار مشخص هوا بایستی افزایش یابد.

سنگدانه درشت

بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه درشت تاثیر قابل ملاحظه ای برای مقدار هوای بتن هوازایی شده و هوازایی نشده دارد . همچنانکه در شکل ۱۴ دیده می شود، با افزایش اندازه سنگدانه درشت از مقدار هوا کاسته می شود .

سنگدانه ریز

برای ، (PCA-1994) مقدار سنگدانه ریز مخلوط بتن بر مقدار آن تاثیر می گذارد . همچنانکه در شکل ۱۵ نشان داده شده است یک مقدار مشخص افزودنی هوازا با افزایش مقدار سنگدانه ریز مقدار هوای مخلوط افزایش می یابد.

ذرات عبوری از الک شماره ۳۰ و مانده روی الک شماره ۱۰۰ نسبت به ذرات درشت تر و ریزتر قابلیت بیشتری برای حفظ حبابهای هوا دارند. مقدار بیش از اندازه ذرات عبوری الک شماره ۱۰۰ موجب کاهش هوازایی می شود

مقدار آب اختلاط و اسلامپ

افزایش مقدار آب اختلاط، آب بیشتری را برای تولید حبابها ی هوا در دسترس قرار می دهد . افزایش اسلامپ نیز موجب افزایش مقدار هوای بتن می شود . بعنوان نمونه برای بتونی با اسلامپ و مقدار سیمان کم تا متوسط و با مقدار ثابت افزودنی هوازا، به ازای هر ۲۵ وجود افزودنی های روان کننده ممکن (PCA-1994) . ۱ درصد افزایش می یابد / ۰ تا + / افزایش اسلامپ مقدار هوا بین ۵ mm می باشد. (شکل ۲) است خاصیت پایدار سازی حبابهای هوا توسط مولکولهای ماده روان کننده دمای بتون

مقدار نیروهای کشش سطحی در دماهای مختلف - متفاوت است این نیروها معمولاً در دماهای پایین و در دماهای بالا کمترند . بنابراین با کاهش دما تاثیر مواد افزودنی هوازا افزایش می یابد . عبارت دیگر با افزایش دمای بتن ، بویژه هنگامیکه اسلامپ نیز بالا (PCA- باشد، مقدار هوای کمتری در بتن تولید می

شود داده شده است

اختلاط و هم زن بتن

نوع و شرایط مخلوط، مقدار بتنی که هم زده می شود و سرعت و زمان اختلاط از جمله عواملی هستند که بر مقدار هوایی تاثیریا افزایش زمان مخلوط کردن ابتدا درصد هوای بتن (۱۹۹۴PCA) می گذارند . همچنانکه در شکل ۱۷ نشان داده شده است افزایش می یابد ولی بعد از مدتی آن کاهش می یابد . علت افزایش حبابهای هوا این است که در ابتدا در حین مخلوط کردن حبابهای هوا ساخته می شوند و کاهش مجدد آن به علت افزایش دمای بتن و کاهش اسلامپ آن در حین مخلوطکردن و خارج شدن قسمتی از حبابهای هوا است که به سطح مخلوط می رسند و از بین می روند.

رابطه بین زمان اختلاط و مقدار هوای بتن

انتقال و حمل و نقل بتن

در حین انتقال بتن از محل ساخت تا محل بتن ریزی ، عموم بخشی از هوای بتن (حدود ۱ تا ۲ درصد) از بین می رود . علاوه بر این نحوه ریختن بتن نیز بر مقدار هوای آن تاثیر دارد بعنوان مثال پمپ کردن بتن ، بسته به فاصله پمپاژ، روانی بتن ، دمای بتن ، و ... ۵ درصد از هوای بتن می شود . / موجب افت تا حدود ۵

۷- عوامل موثر بر عملکرد روان کننده ها و فوق روان کنندها

اجزای تشکیل دهنده بتن به ویژه سیمان ، دمای بتن ، زمان مخلوط کردن و حمل بتن و نوع ماده افزودنی از جمله عواملی هستند که بر عملکرد روان کننده ها و فوق روان کننده ها تاثیر می گذارند.

سیمان

و نیز مقدار قلیایی بر عملکرد مواد افزودنی روان کننده تاثیر می A_{3C} و مقدار S_{2A/C3C} ترکیبات سیمان به ویژه نسبت در سیمان از راندمان روان کننده های لیگنوسولفوناتی در شکل ۱۸ نشان داده شده است (فامیلی - A_{3C} گذارند. با افزایش مقدار ۱۲۷۷ (میزان تاثیر روان کننده ها در سیمانهای با قلیایی کمتر نسبت به سیمانهای قلیایی بیشتر است .

سیمان بر افزایش روانی ملات A_{3C} شکل ۱۸ - تاثیر میزان

دماه بتن

با افزایش دماه بتن ، سرعت هیدراسیون سیمان افزایش می یابد و احتمال آنکه بخشی از مولکولهای روان کننده یا فوق روان کننده در بین محصولات هیدراسیون محصور شوند بیشتر می شوند . بنابراین میزان تاثیر این افزودنی ها با افزایش دماه بتن کاهش مییابد .

زمان اختلاط

افزایش زمان مخلوط کردن موجب می شود که واکنش شیمیایی سیمان سریعتر انجام گیرد و نیز ممکن است باعث شود که محصولات هیدراسیون که به سطح ذرات سیمان چسبیده اند از آن جدا شوند و سطح هیدارته نشده ذرات سیمان در معرض هیدراته شدن قرار بگیرند . بنابراین اثر افزودنی های روان کننده و فوق روان کننده با افزایش زمان اختلاط و هم زدن ، کاهش می یابد. نمونه از ۳- عوامل موثر بر عملکرد کندگیر کننده ها ۷- از آنجا که کندگیر کننده ها بر روند هیدراسیون سیمان تاثیر می گذارند، بنابراین عوامل موثر بر این واکنش بر عملکرد آنها

تاثیر گذار است .

سیمان

هر نوع سیمان بسته به ترکیبات شیمیایی خود، واکنش های متفاوتی نسبت به مواد افزودنی با خصوصیات شیمیایی مختلف ، از خود بروز می دهد. علاوه بر ترکیبات شیمیایی سیمان ، نرمی آن نیز بر عملکرد کندگیر کننده ها کاهش می یابد. دمای بتن در رابطه با تاثیر دما بر عملکرد کندگیر کننده ها دو دیدگاه متفاوت وجود دارد . دیدگاه اول بیان می دارد که برای اثر بهتر مواد در حالیکه دیدگاه دوم بیان می دارد که اثر کندگیر افزودنی کندگیر کننده دمای بالاتر ضروری است (کنندگی مواد افزودنی کندگیر کننده در دمای زیادتر، کمتر است در نگاه اول به این شکل به نظر می رسد که با برای بررسی این دو دیدگاه ، شکل ۲۰ را در نظر می گیریم افزایش زمان گیرش نسبت به نمونه شاهد را برای مقادیر مختلف نشان دهد دیده می شود که در مقادیر مصرف بالا، بخشی شده و بخش باقیمانده آن از طریق جذب سطحی بر روی هسته های هیدروکسید کلسیم می A₃C از کندگیر کننده جذب واکنش با نشینید وهیدراسیون سیلیکات های کلسیم را به تاخیر می اندازد.

دماهای مختلف

۴- عوامل موثر بر عملکرد تسريع کننده ها -۷

بالاتر و سیمانهای ریزتر، عملکرد زودگیر کنندها را بهبود می بخشد در حالیکه زود سخت کننده ها، به A₃C سیمانهای با مقدار عملکرد مواد افزودنی تسريع کننده با کاهش (۱۹۹۵ Paillere) پایین تر عملکرد بهتری دارند A₃C هنگام کاربرد با سیمانهای با دما افزایش می یابد.

۸- ملاحظاتی درباره انتخاب و کاربرد مواد افزودنی

انتخاب مواد افزودنی مناسب برای هر پروژه باید مبتنی بر مخلوطهای آزمایشی حاوی مصالح مصرفی در شرایط واقعی باشد پس از ساخت مخلوطهای آزمایشگاهی ، می بایستی عملکرد ماده افزودنی در شرایط واقعی کارگاهی مورد ارزیابی قرار گیرد. گو اینکه ممکن است عملکرد هر یک از مواد افزودنی به طور جداگانه مشخص باشد احتمال دارد وقتی که با هم مصرف می شوند با یکدیگر سازگار نباشند به این دلیل ضرورت دارد که برای تائید عملکرد ۵ نوع ترکیبی از آنها قبل از مخلوطهای آزمایشی استفاده گردد.

اگرچه ممکن است وقتی که دو ماده افزودنی وارد مخلوط می شوند با یکدیگر سازگار باشند ولی احتمال دارد چنانچه قبل از

وارد شدن به مخلوط به یکدیگر تماس حاصل نمایند، اندرکنش نامطلوبی به وجود آوردد . برای مرثال ، این امر در مورد اختلاط ماده افزودنی کاهنده آب از نوع لیگنوسولفونات با ماده افزودنی هوازا که بر مبنای رزین وینسول باشد، صحت دارد این وقتی با یکدیگر مخلوط شوند تشکیل یک رسوب ژل مانند می دهند (. در نتیجه احتیاط منطقی آن است که موارد افزودنی مختلف به طور جداگانه ، از محل های مختلف و حتی در زمانهای متفاوت به داخل دستگاه مخلوط کن ریخته شوند.

زمان اضافه کردن مواد افزودنی به مخلوط بر عملکرد آنها تاثیر می گذارد بنابراین لازم است که شرایط ساخت مخلوطهای آزمایشی و ترتیب اضافه کردن مصالح ، مشابه شرایط واقعی مورد استفاده در مرکز بتون سازی باشد.

به طور (مثلا آزمایش اسلامپ و آزمایش میز سیلان بتون) روان کننده و فوق روان کننده ، حداقل از دو آزمایش معرف کارآیی همزمان استفاده شود.

۹- نحوه تحويل مواد افزودنی به کارگاه

مواد افزودنی را می توان هم به صورت مایع و هم به صورت پودر در کارگاه تحويل گرفت . مزایا و معایب افزودنی ها به صورت پودری و مایع به شرح زیر است:

تحويل افزودنی بصورت پودری علاوه بر کاهش هزینه های حمل و نقل و بسته بندی ، مدت نگهداری این مواد در کارگاه را نسبت به نوع مایع افزایش می دهد برای نگهداری نوع پودری به فضای کمتر و شرایط نگهداری ساده تری نیاز است.

برای تبدیل پودر به مایع لازم است که یک واحد مخلوط کننده در کارگاه تجهیز شود و افراد آموزش لازم را ببینند که هزینه های جداگانه ای بر پروژه تحمیل خواهند کرد. از طرف دیگر، با توجه به وجود عوامل متعدد در هنگام ترکی ب پودر با آب مثلاً دمای مناسب آب ، ترتیب اضافه کردن اجزاء ، محیط و ... که بر عملکرد ماده افزودنی تاثیر خواهند داشت ، باید شرایط کنترل کیفی دقیقی بر مراحل اختلاط پودر با آب PH اعمال گردد تا از عملکرد مایع ساخته شده اطمینان حاصل گردد.

-معمولًا بنا به دلایل مخ تلف از جمله متخصص نبودن افراد مسئول و سهل انگاریهای غیر قابل اجتناب ، مقدار هدر رفتن مواد پودری افزایش می یابد.

-مقدار هر بار تولید در کارخانه های مواد افزودنی چندین برابر تولید در کارگاه است بنابراین احتمال تغییر کیفیت در هر بار تولید در کارگاه بسیار بیشتر است .

۱۰ - نتیجه گیری

- چنانچه مواد افزودنی به خوبی تولید و عرضه گردند و به نحوی مناسب انتخاب و با رعایت ضوابط فنی به کار برده شوند می توانند مشکل گشا و کارساز باشند . ولی اگر بدون بررسی های آزمایشگاهی و کارگاهی مورد استفاده قرار گیرند می توانند مشکل ساز باشد .
- مواد افزودنی که عملکرد آنها به تجزیه در دماهای شناخته شده است ، ممکن است در دماهای خیلی زیاد یا خیلی کم ، عملکرد بسیار متفاوتی داشته باشند بنابراین لازم است که عملکرد هر ماده افزودنی در شرایط واقعی مورد ارزیابی قرار گیرد .
- اطلاعات فنی که در بر گه های مشخصات فنی مواد افزودنی توسط کارخانه سازنده ارایه می گردد معمولا برای شرایط معمولی صادق هستند و لازم است که عملکرد آنها برای شرایط و مصالح هر پژوهش بطور دقیق مورد ارزیابی قرار گیرند .
- با در نظر گرفتن هزینه های دراز مدت و برای اطمینان از تضمین کیفیت مواد افزودنی شاید بهتر باشد که مواد افزودنی بصورت مایع و آماده مصرف به کارگاه حمل شوند .
- انتخاب و استفاده مناسب از مواد افزودنی ، امکان غلبه بر بسیاری از نارسایی ها و کاستی های فنی را فراهم می آورد .

۱۱

مراجع

- , ۹۱R-۲۱۲.۳Chemical Admixtures for Concrete"-ACI "
, ۹۰R- ۱۱۶Cement and Concrete Terminology"-ACI "
A.R., Irajian M . , "Supplementary Cementitious Materials in Iran Famili H., Bagheri-
and
"Industry , their utilization in Cement and ConcreteV ,International Seminar th NCB
. ۲۰۰۰ November
. "in Concrete ,)"Application of Admixtures ۱۹۹۵Pailler A.m. (-
."Mixes), "Design and control of Concrete ۱۹۹۴PCA (-
انتشارات انگلیزه .- باقری ، ایرجیان (۱۳۷۷) طرح اختلاط بتن طبق آیین نامه بتن آمریکا ،
- رمضانیانپور، پرهیزکار، طاهری (۱۳۶۷) ، مواد افزودنی و پوزولانی و کاربرد آن در بتن ،
انتشارات مرکز تحقیقات و مسکن
- رمضانیانپور (۱۳۶۸) ، مجموعه مقالات نخستین سمینار نقش مواد افزودنی در توسعه
تکنولوژی بتن .
- فامیلی هرمز (۱۳۷۷) ، خواص بتن .
- فامیلی هرمز (۱۳۷۷) ، خواص بتن .



ketahnak