فوق روان کننده بتن چیست ؟

مصرف افزودنی های روان کننده تحولی عظیم را در اواخر دهه 50 و دهه 60 میلادی در صنعت بتن بوجود آورد که با بکارگیری روان کننده های ممتاز (فوق روان کننده ها) در دهه 70 میلادی به اوج رسید .

فوق روان کننده ها بر چه پایه ای است ؟

فوق روان کننده یا ابر روان کننده بتن ، افزودنی بر پایه نفتالین سولفونات یا بر پایه کربوکسیلات می باشد که برای ساخت بتن باکارائی بالا و خود متراکم مورد استفاده قرار میگیرد و دارای انواع دیرگیر و زودگیر و نرمال می باشد . و ساخت بتنی با کاهش اساسی نسبت آب به سیمان و افزایش کلیه مقاومت ها خصوصاً مقاومت های اولیه نسبتاً بالا تهیه می شود. براساس استانداردهای جهانی و ملی افزودنی بتن فوق روان کننده بتن یا کاهنده شدید آب به ماده ای اطلاق می شود که بدون تغییر در اسلامپ و روانی ، مقدار آب مخلوط بتن را به اندازه چشمگیری کاهش داده و یا اینکه بدون تغییر مقدار آب ، اسلامپ یا جریان روانی را به میزان چشمگیری افزایش دهد و یا اینکه هر دو خواص را به طور همزمان ایجاد کند .

اثرات فوق روان کننده ها

خواص مذکور به عنوان اثرات اصلی افزودنی بتن فوق روان کننده بتن تعریف شده است و از خواص فرعی فوق روان کننده بتن به لحاظ ایجاد خاصیت دیرگیری در گیرش بتن و آغاز تغییر حالت بتن از حالت خمیری به سخت نام برد.

از ویژگیها و خواص فوق روان کننده بتن میتوان به افزایش اسلامپ بتن ، افزایش کارایی بتن ،کاهش نسبت آب به سیمان تا ٪25 افزایش مقاومت فشاری و نفوذ ناپذیری بتن ، افزایش انسجام و سهولت عیار ، تسریع زمان باز نمودن قالب ها (بدلیل زودگیر بودن بتن) ،افزایش مقاومت فشاری بتن در سنین پایین ، امکان بارگذاری و بهره برداری سریع سازه ، سازگاری با انواع سیمان پرتلند و جلوگیری از خزش و انقباض بتن نام برد .

افزودنی فوق روان کننده بتن می تواند پایایی بتن را به روشهای گوناگون افزایش دهد.

بهبود خواص بتن که در ساختار آن از افزودنی بتن فوق روان کننده بتن استفاده شده است عمدتاً با کاهش میزان آب مصرفی تا حد رسیدن به اسلامپ برابر با بتن شاهد محقق می شود . آب برای بتن تازه برای تامین پایداری مخلوط بتن و انجام هیدراسیون بتن امری لازم و ضروری است ولی مصرف آب زیاد به دلیل کاهش پارامترهای مقاومتی بتن سخت شده مناسب نمی باشد .

فوق روان کننده بتن موجب ایجاد حرکت و روانی بیشتر ذرات به خصوص ریزدانه ها می شوند و این ریزدانه ها

را به سوی حفرات خالی ما بین سنگدانه ها هدایت نموده و آن فضاهای خالی را پر می کنند و موجب ایجاد یکپارچگی بیشتر بتن شده و بنابراین موجب بالا رفتن مقاومت و خواص بتن و در نهایت کاهش نفوذپذیری بتن می شوند از

دیگر مزایای فوق روان کننده ها

دیگر مزایای استفاده از فوق روان کننده بتن می توان به کاهش عیار سیمان اشاره نمود . کاهش عیار سیمان مصرفی در بتن می تواند منجربه کاهش جمع شدگی بتن و کاهش خزش بتن شود که این موضوع در تولید قطعات پیش تنیده بتنی بسیار حائز اهمیت است ولی افزایش عیار سیمان منجر به تردی و شکنندگی بتن خواهد شد . همچنین در بتن ریزی های حجیم کاهش عیار سیمان برای کنترل گرمازایی بتن لازم الاجرا می باشد که این خلا کاهش سیمان با مصرف ماده افزودنی فوق روان کننده بتن برطرف می شود .

فوق روان کننده های بتن در ابتدا کیفیت و عملکرد بتن را به شدت افزایش می دهند که خود می تواند باعث افزایش عمر مفید سازه شود . همچنین افزودن فوق روان کننده بتن می تواند این امکان را ایجاد کند که از سنگدانه های بازیافتی بتن توانمند و با کیفیتی تولید کنیم . و بعداز آن انرژی مورد نیاز برای بدست آوردن مقاومت های بالای اولیه در بتن های پیش ساخته به مقدار زیادی می تواند کاهش یابد و در نهایت این هزینه با هزینه افزودنی بتن فوق روان کننده بتن جایگزین شود .

استفاده از فوق روان کننده بتن این امکان را خواهد داد که از بتن های پسماند بهره خوبی بگیریم و در نهایت از نظر زیست محیطی تخریب کمتری برای استخراج سنگدانه ها و سایر محصولات مورد نیاز برای ساخت بتن نماییم . ازجمله مزایای فوق روان کننده بتن بر پایه نفتالین سولفونات نسبت به روان کننده بتن بر پایه لیگنو سولفونات می توان به عدم ایجاد جباب زایی در بتن اشاره کرد . همچنین ایده آل ترین ماده افزودنی برای ساخت بتن میکروسیلیسی فوق روان کننده نفتالینی است . میزان مصرف ماده افزودنی کاهنده آب فوق روان کننده بتن باید با توجه به آزمایشات دقیق کارگاهی و همچنین شرایط جوی و مصالح مورد مصرف تعیین شود.

میزان مصرف فوق روان کننده بتن

برای مصرف ماده افزودنی فوق روان کننده بتن باید مقدار تعیین شده را در هنگام ساخت بتن به میزان 0.2 الی 2.5 درصد وزن سیمان به آن اضافه شده و حداقل 3 دقیقه با دور بالا مخلوط شود تا ملاتی همگن و یکنواخت ایجاد گردد.همچنین امکان افزودن آن به بتن آماده و درجا در تراک میکسر نیز وجود دارد . فوق روان کننده بتن را می توان در زمان ساخت بتن به بچینگ افزود . باید دقت شود که توزین ماده افزودنی باید دقیق انجام شود و حتماً به ازای هر متر مکعب از بتن حداقل 1 دقیقه با بتن میکس شود .

کاهنده ممتاز آب بتن برپایه پلی کربوکسیلاتهاي اصلاح شده که برای تولید بتن های خودتراکم و فوق روان مناسب می باشد. این محصول با انواع سیمان همخوانی دارد مطابق استاندارد ASTM C-494 و ISIRI 2930

نسبت آب به سیمان علاوه بر تاثیر جدی بر خواص بتن سخت شده ، بر خواص بتن تازه اثرگذار است .

تاثیر C/W و عیار سیمان بر کیفیت بتن : همانگونه که در بالا عنوان شد کاهش نسبت آب به سیمان در افزایش مقاومتهای بتن (فشاری،خمشی،کششی،برشی،سایشی) ، ویژگیهای مکانیکی (مدول ارتجاعی ، ضریب پواسون و ...) و پایایی آن به ویژه در کاهش نفوذپذیری در برابر آب ، نمکهای زیان آور و کلریدها موثر است . دوام بتن

را در برابر تری و خشکی پی در پی ، یخبندان و آب شدگی پی در پی و موارد مشابه بهبود می بخشد و عامل مهمی است که همه خواص بتن را بهتر می کند .

از موارد کاربرد فوق روان کننده بتن می توان به موارد زیر اشاره کرد :

• ساخت بتن های مسلح و غیر مسلح

• سقف، ستون و قطعات بتني پيش ساخته

• بتن ریزی درمقاطع نازک با تراکم آرماتور بالا (مقاطع مقاوم) بتن‌هاي خود تراکم con Mass . (بتن ریزی های حجیم (سدها و سازه های بتنی و پلها •

• بتن ریزی قالب های لغزان و بتن های پیش تنیده

• اجرای تمامی انواع بتن دالها ، پی ها ، ستونها ، دیوارها و پل ها و ...

• بتن ریزی با پمپ و لوله با ایجاد بتن روان تر و کارآتر درارتفاع و در سازه هاي پرآرماتور

• بتن‌هاي خود تراز و خود تراکم con levelling-self or compacting-Self.

• بتن‌هاي با مقاومت بالا و فونداسیون ماشین آلات

• کلیه مواردي که بتن با کیفیت و مقاومت بالا مورد نیاز باشد con strength High(HSC)

• بتن ریزي در مناطق سردسیر و گرمسیر

• بتن ریزی با لوله ترمی termie و بتن ریزی زیر آب

• ایجاد نماهای بهتر با ساخت و ریختن بتن روان تر

• ساخت بتن آب بند con Proofing – Water.

• ساخت بتنهای با دوام در برابر یخ بندان و آب شدگی

• ساخت بتنهای با دوام در برابر سولفاتها و سایر مواد شیمیایی

• ساخت بتنهای مناسب مناطق خورنده برای کاهش نفوذ یون کلر در بتن و حفظ میلگردها

• ساخت بتنهای حاوی دوده سلیسی

• ساخت بتنها و ملاتهای تعمیری و ترمیمی

• پر کردن زیر صفحه کف ستون با ملات یا بتن روان

• ساخت ملاتهای روان برای تزریق در توده سنگدانه درشت و تولید بتن با سنگدانه پیش آکنده

• تزریق دوغاب و ملات به داخل درزها و حفرات سنگ و خاک و پشت قطعات بتنی تونلها

امروزه دانشمندان عرصه بتن ، اعتقاد راسخ دارند که به ازاء نسبت آب به سیمان یکسان و ثابت معمولا" با کاهش عیار سیمان مقاومت و دوام بتن افزایش می یابد و نفوذپذیری آن کم می شود .

این تصور که همواره با افزایش عیار سیمان شاهد افزایش مقاومت و دوام و کاهش نفوذپذیری خواهیم بود کاملا" غلط است . مسلما" اگر با فرض ثابت بودن آب ، عیار سیمان را افزایش دهیم ، با کاهش C/W روبرو خواهیم شد و افزایش در مقاومت و دوام را شاهد خواهیم بود که نتیجه کاهش C/W می باشد نه عیار سیمان . اگر با حفظ C/W بخواهیم کارآیی را زیاد نماییم ، آب و سیمان باید به همراه هم بیشتر شود که افزایش حجم خمیر سیمان را در پی دارد .

فلسفه و دلایل بکارگیری افزودنیهای روان کننده(کاهنده آب) : به طور کلی می توان گفت امروزه اکثر بتنها در کشورهای پیشرفته با افزودنیهای مختلف منجمله روان کننده ها ساخته می شود افزودنی ها طبق ASTM C125 یا و اختلاط هنگام در که شود می گفته الیاف و هیدرولیکی سیمان ، سنگدانه ، آب از غیر موادی به درست قبل از اختلاط به بتن یا اجزاء آن اضافه می شود تا خاصیت جدیدی را در بتن خمیری یا سخت شده بوجود آورد . کمیته ACI 212 بیست هدف از مصرف افزودنیها را فهرست کرده است .

مزایای فوق روان کننده بتن

• کاهش عملیات ویبره

• سازگار با انواع سیمان

• افزایش کارآیی و دوام

• کاهش سیمان مصرفی در بتن

• بدون تاثیر بر روي آرماتورهاي بتن

• افزایش مقاومت مکانیکی و شیمیایی بتن

• افزایش روانی بتن بدون نیاز به آب اضافی

• کاهش آب مصرفی بتن بدون تاثیر در کارآیی بتن

• افزایش روانی بدون آب افتادگی و جداشدگی دانه ها

• صرفه جویی در زمان اجرا و کاهش هزینه هاي بتن ریزي

مواد تشکیل دهنده افزودنیهای کاهنده آب و طبقه بندی و دسته بندی آنها : افزودنیهای روان کننده یا کاهنده آب را می توان از نظر نوع و ماده بکار رفته در آنها ، قدرت روان کنندگی یا کاهندگی آب ، تک کاره بودن یا چند منظوره بودن دسته بندی و طبقه بندی نمود .

• مواد حباب زا متشکل از چربیها ، پروتئین ها ، صمغ ها و شیره های گیاهی ، پودر آلومینیوم و ... .

• اسیدهای لیگنو سولفونیت و نمکهای آنها (لیگنوسولفوناتها)

• مشتقات و مواد تغییر یافته یا اصلاح شده اسیدهای لیگنوسولفونیت و نمکهای آنها

• اسیدهای کربوکسیلیک هیدروکسیلاتی و نمکهای آنها

• مشتقات و مواد تغییر یاقته یا اصلاح شده اسیدهای کربوکسیلیک هیدروکسیلاتی و نمکهای آنها

• فرم آلدئید ملامین سولفوناته فشرده

• فرم آلدئید نفتالین سولفوناته فشرده

• مخلوط ردیف های قبلی

• برخی کربوهیدراتها اپلی ساکاریدها ، اسیدهای شکر ، گلوکوناتها

• ترکیبات پلیمری خاص مانند سلولزها- اترها، مشتقات ملامین ، مشتقات نفتالین ، سیلیکون ها ، هیدروکربورهای سولفوناته

• برخی مواد غیر آلی مانند نمکهای روی ، براتها ، فسفاتها و کلریدها

• آمین ها و مشتقات آنها

• اسیدهای پلی کربوکسیلیک اترها و مشتقات آنها

• برخی پلیمرها مانند آکریلاتها

سه دلیل مستقل و یک دلیل ترکیبی را می توان برای افزودنیهای روان کننده (کاهنده آب) برشمرد .

• افزایش روانی (کارآیی) بتن و ملاتها

• کاهش آب مصرفی (کاهندگی یا تقلیل آب)

• کاهش عیار سیمان بتن و ملات

• دستیابی به مجموعه ای از اهداف

موارد کاربرد افزودنیهای کاهنده آب (روان کننده) : امروزه کاربردهای متعددی برای این مواد با قدرت کاهندگی متفاوت وجود دارد که به برخی از آنها اشاره می شود :

طبق بندی روان کننده ها (کاهنده های آب) بتن از نظر قدرت کاهندگی آب و میزان نحوه عملکرد :

1- روان کننده ها (کاهنده های آب) معمولی یا نسل اول این مواد :موادی که قدرت کاهندگی آب در آنها حداکثر 15 درصد برای بتن روان تر و 10 تا 12 درصد بتنهای نیمه شل می باشد جزء این دسته هستند .

مواد حباب زا ، اسیدهای کربوکسیلیک هیدروکسیلاتی و نمکهای آنها و مشتقات و مواد تغییر یافته آنها ، لیگنوسولفوناتها و اسیدهای آنها و مشتقات و مواد تغییر یافته این مواد ، همچنین کربوهیدراتها ، پلی ساکاریدها و اسیدهای شکر و گلوکوناتها را می توان در این دسته قرار داد . به هر حال این قدرت کاهش آب برای میزان ماده توصیه شده نباید کمتر از 5 درصد باشد .

از آنجا که این مواد در ابتدا و در دهه 50 میلادی ساخته و رایج شدند بعدها به عنوان نسل اول شناخته شدند .

این مواد معمولا" میزان مصرف کاملا" متفاوت دارند . لیگنو سولفوناتها بسیار رایج هستند و به صورت پودر قهوه ای تیره است که 40 گرم از آنها در 60 گرم آب حل می شود . چگالی مایع بین 16/1 تا 18/1 می باشد.

2- روان کننده های ممتاز (کاهنده آب با دامنه زیاد) یا فوق روان کننده نسل اول و روان کننده نسل دوم: اینها موادی هستند که قدرت کاهندگی آب آنها در بهترین شرایط حداکثر 25 درصد و معمولا" محدود به 18 تا 20 درصد می باشد . به هر حال حداقل قدرت کاهش آب در آنها برای میزان ماده توصیه شده نباید از 12 درصد کمتر باشد . این مواد در دهه 70 میلادی ساخته شدند و به کار رفتند .

مولکولهای سنگین و زنجیره های طولانی پلیمری مانند فرم آلدئید نفتالین سولفوناته فشرده و فرم آلدئید ملامین سولفوناته فشرده از جمله معروفترین و پر مصرفترین این دسته از روان کننده ها می باشند . این مواد به ترتیب به صورت پودر قهوه ای تیره و سفید هستند که 35 گرم آنها در 65 گرم آب حل می گردد .

چگالی محلول نوع نفتالینی 17/1 تا 20/1 و نوع ملامینی 09/1 تا 12/1 می باشد .

3- فوق روان کننده ها (ابر روان کننده های ممتاز) یا فوق روان کننده نسل دوم و روان کننده نسل سوم : این مواد در بهترین شرایط دارای قدرت کاهندگی آب حداکثر 35 تا 40 درصد هستند و معمولا" در بتن های نیمه شل به 30 درصد محدود می شود . این مواد باید چسبندگی مناسبی را به وجود آورد .

اسیدهای پلی کربوکسیلیک هیدروکسیلاتی و مواد اتری ، همچنین آکریلاتها از جمله این دسته مواد هستند . در دهه 80 میلادی به تدریج ساخته شدند و در دهه 90 میلادی مصرف آنها رایج گردید . تولید و مصرف آنها نتیجه جذابیت بکارگیری فوق روان کننده های نسل اول و نتایج مصرف آنها در افزایش کارآیی ، مقاومت و دوام بتنها بود زیرا سعی داشتند بتوانند کاهش آب بیشتری را داشته باشند .

معمولا" این مواد به شکل مایع می باشد و چگالی آنها به صورت معمول بین 05/1 تا 07/1 است .

طبقه بندی :

طبقه بندی روان کننده ها از نظر نوع عملکرد در مورد گیرش ، تسریع در کسب مقاومت یا کند کردن ، حفظ

روانی و سایر خواص بتن تازه یا سخت شده :

از نظر قدرت روان کنندگی و هم چنین از نظر گیرش و روند کسب مقاومتهای اولیه در C494 ASTM و ASTM C1017 دسته 5 به (آب کاهنده یا) کننده روان افزودنیهای ASTM C494 در اند شده بندی دسته مواد این تقسیم شده اند .

• نوع A : کاهنده آب معمولی (خنثی) با حداقل 5 درصد قدرت کاهندگی آب .

• نوع D : کاهنده آب و دیرگیر کننده با حداقل 5 درصد قدرت کاهندگی آب و دیرگیری مشخص .

• نوع E : کاهنده آب و تسریع کننده با حداقل 5 درصد قدرت کاهندگی آب و زودگیری و کسب مقاومت اولیه بیشتر .

• نوع F : کاهنده قوی آب (خنثی) با حداقل 12 درصد قدرت کاهندگی آب و کسب مقاومت اولیه بیشتر

• نوع G : کاهنده قوی آب و دیر کننده با حداقل 12 درصد قدرت کاهندگی آب و دیرگیری اما کسب مقاومت اولیه بیشتر .

در این تقسیم بندی عملا" کاهنده قوی آب با خاصیت زودگیری وجود ندارد بلکه کسب مقاومت اولیه بیشتر مد نظر بوده است و محدودیتهای مربوط به مقاومت و زمان گیرش اولیه و نهایی از نظر انحراف نسبت به مخلوط کنترل پیش بینی شده است در C1017 ASTM

افزودنیهایی که تولید بتن روان (خود تراکم یا خود تراز). می نماید به دو دسته تقسیم شده اند که مسلما" جزء فوق روان کننده های قوی قرار دارند .

• نوع A : روان کننده (خنثی) Plasticizer

• نوع B : روان کننده دیرگیر کننده Retarder and Plasticizer

نوع A و B حداقل افزایش حدود 90 میلی متر را باید نسبت به مخلوط کنترل ایجاد نمایند و مقاومت 3 روزه ، 7 و 28 روزه و 6 ماهه و یکساله آنها نسبت به مخلوط کنترل نباید از 90 درصد کمتر باشد .

نوع A نباید انحرافی بیشتر از یک ساعت زودتر یا 5/1 ساعت دیرتر در زمان گیرش به وجود آورد (گیرش اولیه و نهایی) .

نوع B باید در گیرش اولیه انحرافی به میزان 1 ساعت دیرتر تا 5/3 ساعت دیرتر به وجود آورد و در گیرش نهایی باید حداکثر 5/3 ساعت تاخیر ایجاد نماید .

در هر دو مشخصات استاندارد C494 و C1017 در مورد محدودیتهای مقاومت خمشی ، تغییر طول (جمع شدگی) و افزایش طول و حداقل فاکتور دوام منظور شده است .

برخی افزودنیهای روان کننده ذاتا" از کندگیری برخوردار هستند اما می توان با تغییراتی در یون فلزی نمک آنها در این امر تغییراتی ایجاد نمود . مثلا" لیگنوسولفوناتها ذاتا" کندگیر هستند و به عنوان یکی از مواد کندگیر (دیرگیر) کننده دسته نوع B طبق C494 ASTM کاربرد وسیعی دارند . یون کلسیم به آنها کندگیری و یون سدیم به آنها زودگیری در مقابل کندگیری می دهد . به هر حال لیگنوسولفوناتها معمولا" نمی توانند در دسته F و G و یا نوع A و B قرار گیرند .

معمولا" فرم آلدئید ملامین سولفوناته فشرده ذاتا" زودگیرتر از بقیه هستند اما با افزودن مواد کندگیر به آنها در این خاصیت تغییراتی ایجاد می شود در حالیکه نوع نفتالینی آن ذاتا" کندگیرتر است .

در حفظ روانی نیز این مواد با یکدیگر تفاوت دارند اما به طور کلی نمی توانند روانی را به مدت طولانی حفظ کنند . برخی حفظ روانی بسیار کم و برخی بیشتر دارند . تولید کنندگان این مواد سعی کرده اند با ایجاد تغییراتی در این مواد و یا افزودن برخی مواد به آنها این خاصیت حفظ روانی را گسترش دهند . مثلا" با اضافه نمودن Copolymer به روان کننده های دارای پایه نفتالینی و به گروه سولفونیک و کربوکسیل روانی را در مدت بیشتری حفظ کنند (به ویژه در هوای گرم) . اینگونه روان کننده ها با نام Retaining Slump (نگهدارنده اسلامپ) شناخته می شوند .

وجود روان کننده هایی که یون Na (سدیم) دارند به جای کلسیم دارو در مواردی مشکل زاست . اگر واکنش زایی سنگدانه ها با قلیاییها را داشته باشیم افزودن اینگونه روان کننده ها موجب تشدید واکنش زایی و انبساط می شوند .

حفظ چسبندگی به ویژه برای Con Flowing. ضروری است وگرنه با افزایش شدید روانی ، شاهد جداشدگی خواهیم بود . معمولا" در این گونه بتنها ، ریز دانه بیشتر مصرف می شود و گاه از مواد لزجت زا (VMA) استفاده می گردد .

نحوه عملکرد مواد روان کننده در بسیاری موارد تابع میزان C3A در سیمان گزارش شده است . مثلا" سیمان نوع 5 به فوق روان کننده کمتری نیاز دارد . به هر حال در سیمان با C3A کم ممکن است این مواد ،کندگیری بیشتری ایجاد نمایند .

برخی روان کننده های معمولی (نسل اول) حباب زایی دارند در حالیکه نسل دوم معمولا" فاقد حباب زایی می باشند .

برای اینکه در عمل با افت اسلامپ مواجه نشویم برخی روان کننده ها یا فوق روان کننده ها را دیرتر به بتن می افزایند یا بخشی از آنها را در دیگ مخلوط کن بتن ساز می ریزند و بخشی دیگر را در محل به داخل تراک میکسر اضافه نموده و خوب مخلوط می کنند تا از خاصیت روان کنندگی به مدت طولانی تری بهره برند .

به هرحال جداشدگی و آب انداختن و کندگیری و تغییر در میزان حباب هوا محتمل است . تاثیر شدید بر جمع شدگی ، خزش ، مدول E برای روان کننده ها گزارش نشده است و افت مقاومت در طول زمان مطرح نگردیده است .

با مصرف دوده سیلیسی ، روان کننده های معمولی به کار نمی آیند و لازم است از فوق روان کننده ها استفاده شود .

با افزایش بیش از حد توصیه شده روان کننده ها به مخلوط بتن معمولا" آب انداختن بیشتر ، جداشدگی و کندگیری بیشتری را شاهد خواهیم بود . مقدار مصرف افزودنی معمولا" بر حسب درصد وزنی سیمان داده می شود اما برای مواد مایع گاه حجم آن را به ازاء 100 کیلو سیمان مطرح می کنند .