

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

معرفی و کاربرد افزودنی های فوق روان کننده در بتن



گروه مهندسی آرا بتن اروند
تحقیقاتی، تولیدی



محسن تدین

رئیس هیات مدیره انجمن بتن ایران
مدرس دانشگاه علم و صنعت و انجمن بتن ایران

تلفن: ۰۹۱۲ - ۱۲۷۲۹۹۳

رایانامه: tadayonmoh@yahoo.com

تیرماه ۱۳۹۶

High Range Water Reducing
Admixture Superplasticizer

- مواد فوق روان کننده از دهه ۶۰ میلادی در آلمان و ژاپن بصورت تجاری رواج داشت و در آمریکا از دهه ۷۰ کاربرد آن در صنعت بتن رایج شد
- در آن سالها محصولات فشرده سولفوناته ، نفتالین و ملامین، تشکیل دهنده فوق روان کننده ها بود
- در ابتدای دهه ۸۰ مواد پایه پلی آکریلاتی عرضه شد
- این مواد و پلی کربوکسیلات ها در کارگاهها نیز بصورت عملی بکار رفت

● در سالهای اخیر مشکلات کاربرد فوق روان کننده ها مانند نرخ افت اسلامپ شدید باعث شد تمایل زیادی به اضافه کردن این مواد در کارگاه (در پای کار) به بتن به وجود آید و کاربرد این مواد بدین دلایل کاهش یابد

● هرچند Mather در سال ۱۹۷۸ در تحقیقات آزمایشگاهی، کاهش دوام در برابر یخ زدن و آب شدن بتن حاوی این مواد را گزارش نمود اما به هر حال طی تحقیقات آزمایشگاهی و کارگاهی ثابت شد که این بتن ها دوامی برابر با بتن های معمولی دارند

● با این حال افت شدید اسلامپ یک معضل جدی در برخی مخلوط های بتنی بود بنابراین عزم جدی برای معرفی و کاربرد محصولات جدید با کار آیی ماندگارتر در طی زمان طولانی بوجود آمد

● در دهه ۸۰ میلادی فوق روان کننده هایی با افت اسلامپ کم و با حفظ کار آیی تا ۲ ساعته تولید شد

بدین ترتیب کاربرد آنها در هنگام ساخت بتن رایج شد

● در ASTM C494 دو نوع کاهنده آب قوی نرمال F و دیرگیر G معرفی شده است

● مشخصات فوق روان کننده ها در استاندارد ASTM C1017 برای بتن های روان تحت عنوان نوع نرمال I و دیرگیر II ارائه شد

● در استاندارد ۲۹۳۰ ایران نام آنها ذکر شده است و مخفف ندارد

● اهداف کاربرد و اثرات فوق روان کننده ها / کاهشده های آب قوی

الف: روان کنندگی و افزایش کارآیی با ثابت بودن w/c و W و C

ب: کاهشدهی آب و w/c با ثابت بودن C و روانی

پ: کاهشدهی آب و کاهش مواد سیمانی با ثابت بودن w/c با و روانی

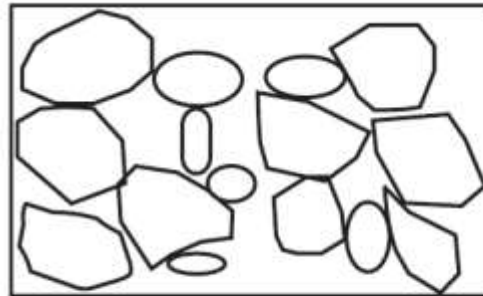
ت: روان کنندگی و کاهشدهی آب و w/c با ثابت بودن C (الف و ب)

ث: روان کنندگی و کاهشدهی آب و مواد سیمانی با ثابت بودن w/c (الف و پ)

ج: کاهشدهی آب و مواد سیمانی و w/c با ثابت بودن روانی (ب و پ)

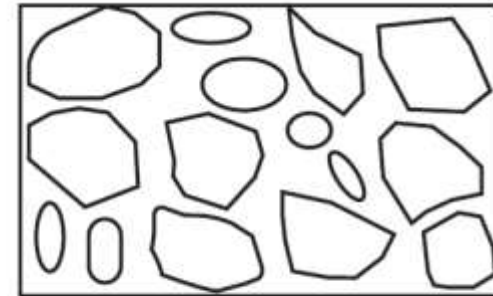
چ: روان کنندگی ، کاهشدهی آب و مواد سیمانی و w/c (الف و ب و پ)

اثرات فوق روان کننده ها



Cement flocs reduce fluidity

Dispersing admixture
→
Absorbs on cement grains



Cement uniformly dispersed increasing fluidity

اثرات فوق روان کننده ها

● روان کنندگی و افزایش کارآیی با ثابت بودن w/c و W و C

– صرفاً روانی بیشتر با افزایش جزئی در مقاومت و دوام و نفوذپذیری مشروط بر اینکه هوازایی وجود نداشته باشد

– در صورت هوازایی ، مقاومت و دوام و نفوذناپذیر کاهش می یابد

– افزایش در پتانسیل جداشدگی و آب انداختن بتن

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● کاهش‌دهی آب و w/c با ثابت بودن C و روانی

– افزایش مقاومت و دوام و نفوذناپذیری قابل توجه در بتن به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان

– کاهش پتانسیل جداشدگی و آب انداختن مشروط بر اینکه مصرف بیش از حد نباشد

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● کاهش‌دهنده آب و کاهش مواد سیمانی با ثابت بودن w/c و روانی

– کاهش در گرم‌زایی و جمع‌شدگی بتن و گاه افزایش جزیی در مقاومت و دوام

– ایجاد خشونت بیشتر در بتن و چسبندگی کمتر و پتانسیل بیشتر در جداشدگی و گاه آب‌انداختن

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● روان کنندگی و کاهندگی آب و w/c با ثابت بودن C

– ایجاد روانی بیشتر و افزایش مقاومت و دوام و نفوذناپذیری

– عدم تغییر جدی در پتانسیل جداشدگی و آب انداختن
(به شرط عدم مصرف بیش از حد)

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● روان کنندگی و کاهندگی آب و مواد سیمانی با ثابت بودن w/c

– ایجاد روانی بیشتر ضمن کاهش گرمازایی و جمع شدگی بتن بدون تغییر محسوس در مقاومت و دوام

– ایجاد پتانسیل زیاد در جداسدگی و آب انداختن به همراه ایجاد خشونت در بتن

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● کاهش دگی آب و مواد سیمانی و w/c با ثابت بودن روانی

– افزایش مقاومت و دوام و نفوذناپذیری ضمن کاهش گرمایی و جمع شدگی

– ایجاد خشونت در بتن و عدم افزایش در پتانسیل جداشدگی و آب انداختن
مشروط بر عدم مصرف بیش از حد افزودنی

اثرات کاربرد مواد افزودنی

● روان کنندگی ، کاهندگی آب و مواد سیمانی و w/c

– ایجاد روانی به همراه افزایش مقاومت، دوام و نفوذ ناپذیری

کاهش گرمازایی و جمع شدگی

– افزایش پتانسیل جداشدگی و آب انداختن و ایجاد خشونت در بتن

اثرات کاربرد مواد افزودنی

- اثر مواد پایه نفتالینی و ملامینی به شیمی سطح مربوط می شود

- سازوکار این مواد شامل جذب بخش آنیونی افزودنی در وجه مشترک آب و مواد جامد است

- ستون فقرات غیر قطبی پلیمر باعث می شود که انتهای آب دوست شدیداً باردار شده عمود بر محلول باشد

- اثر شبکه ای یک بار منفی افزایش یافته بر سطح ذرات سیمان می باشد

ساز و کار افزودنی های شیمیایی

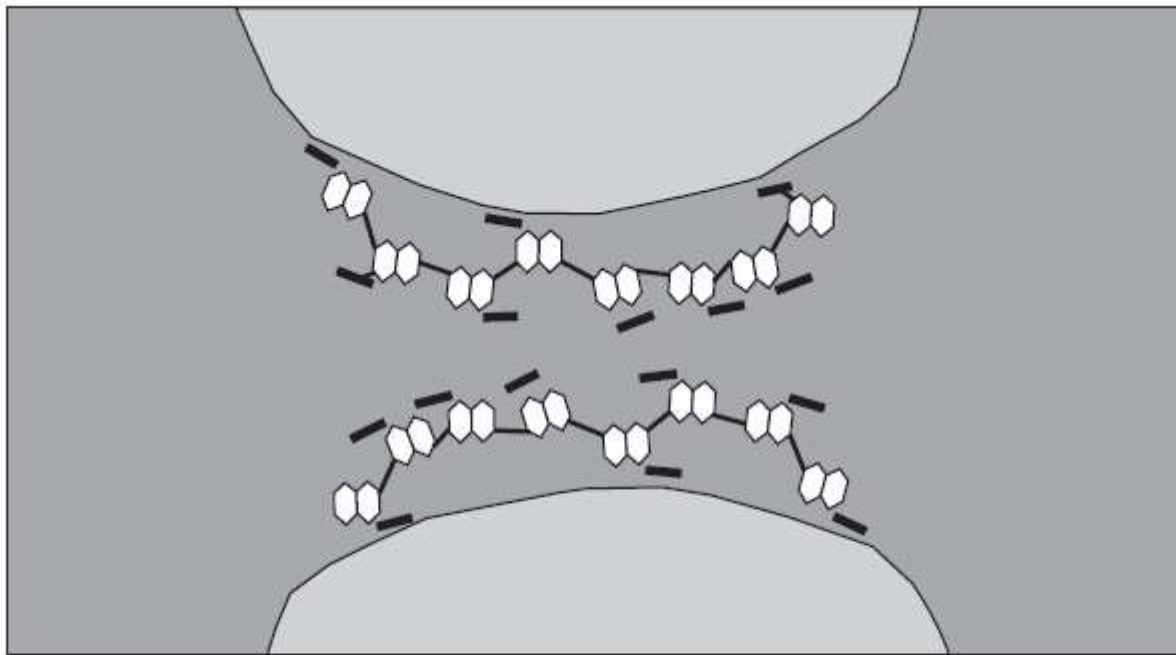
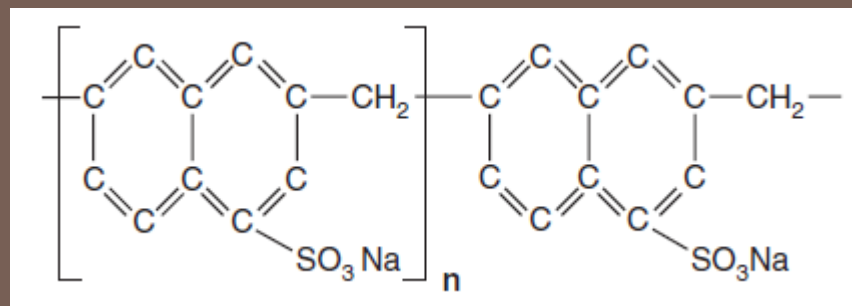


Figure 4.10 Electrostatic dispersion of cement grains by a SNF superplasticizing admixture. The real admixture molecule is much smaller, relative to the cement grain, than is shown.



- ذرات سیمان ریز یکدیگر را دفع می کنند (دفع الکتروستاتیکی) و بنابراین به آب کمتری برای ایجاد کار آبی معین احتیاج دارد
- در صورت عدم مصرف فوق روان کننده، این ذرات ریز تمایل به کلوخه شدن به علت جذب بارهای مخالف دارند
- پلی کربوکسیلاتها به شدت باعث پخش شدگی ذرات سیمان در بتن می شوند زیرا علاوه بر سازوکار دفع الکتروستاتیکی ، سازوکار دفع فضایی steric (ممانعت فضایی) دارد

- علاوه بر دفع الکتروستاتیکی ، زنجیره های فرعی با طول های متغیر ، باعث می شود تا به صورت فیزیکی که آب بتواند بیشتر اطراف سطح ذرات سیمان را بگیرد و ذرات را از هم دور نگهدارد (ممانعت فضایی)
- زمانی که آب به سیمان افزوده می شود دانه های سیمان به طور یکنواخت در آب پخش نمی شوند و تمایل به تشکیل کلوخه های کوچکی دارند
- کلوخه ها آب را در بین خود حبس می کنند و روانی مخلوط کمتر می شود
- اگر سیمان کاملاً در آب پخش شود وضع بهتری از نظر روانی و آهنگ هیدراته شدن به وجود می آید

ساز و کار افزودنی های شیمیایی

● افزودنی‌های شیمیایی بر سطح سیمان‌ها می‌چسبند و کلوخه‌ها را می‌شکنند و جداسازی دانه‌ها را انجام می‌دهند

● آب حبس شده آزاد می‌شود و بخشی از آب صرف تر کردن سطح آنها و بخشی دیگر به مصرف بهبودروانی می‌رسد و دانه‌های سیمان با یکدیگر تماس نخواهند داشت

● ساز و کارهای افزودنی‌های شیمیایی فقط به افزایش روانی منجر نمی‌شود بلکه باعث می‌گردد که آب به خوبی اطراف ذرات سیمان را بگیرد و عمل هیدراته شدن به نحو مناسب تری پیش رود

ساز و کار افزودنی‌های شیمیایی

● پخش الکتروستاتیکی ، سازوکار اصلی مواد روان کننده معمولی و حتی SNF و SMF می باشد

● بار سطح سیمان ابتدا مثبت است و پس از افزودن این مواد و پس از جذب آنها بار سطح سیمان به شدت منفی می شود

ساز و کار افزودنی های شیمیایی

● مقدار تغییر بار با فوق روان کننده SNF

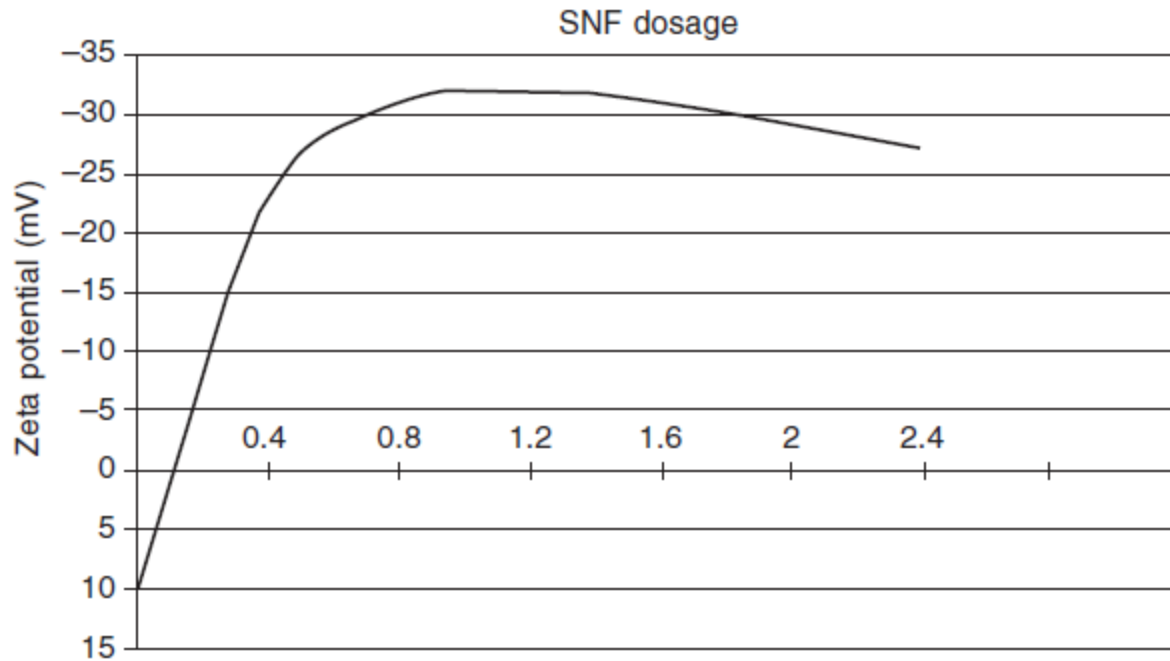


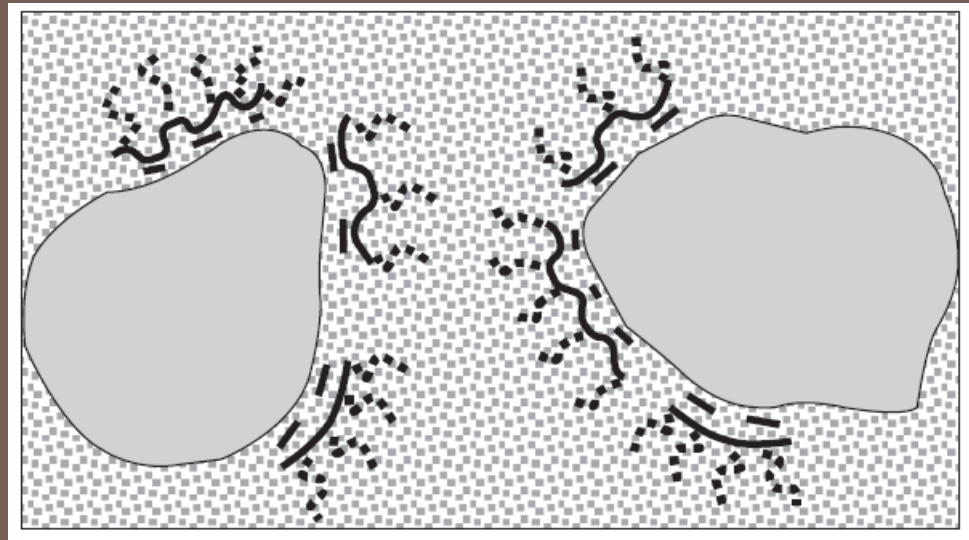
Figure 4.11 Typical effect of zeta potential (surface charge on cement grain) with addition of an SNF superplasticizer.

● سازوکار اصلی PCE، ایجاد ممانعت فضایی می باشد

● این مولکول ها، گروه عامل CO_2Na را حمل می کنند که در آب به

Na^+ و CO_2^- تبدیل می شود. عامل CO_2^- چسبیده به افزودنی باقی می ماند و

بار منفی متوسطی را دارا می باشد که باعث اتصال افزودنی به سیمان می گردد



ساز و کار افزودنی های شیمیایی

- گروه های پلی اتر بلند از سطح سیمان فاصله می گیرد اما توسط زنجیره های پلی اتر متصل به ذره سیمان مجاور درگیر می شود و ذرات سیمان را از هم جدا و دور نگه می دارد
- اندازه گیری پتانسیل زتا (Zeta) نشان می دهد که بر خلاف SNF، هیچ بار منفی جدی و عمده ای در سطح سیمان متصل به PCE وجود ندارد

- فرم آلدئید نفتالین سولفوناته فشرده (SNF) یا پلی نفتالین سولفوناته (PNS) یکی از اولین موادی بود که ساخته شد (حدود دهه ۳۰ میلادی)
- در آن سالها بعنوان فوق روان کننده استفاده نگردید و مصرف آن به دهه ۵۰ میلادی بر می گردد
- این ماده در ایران نیز از ذغال سنگ و نفت تولید می شود

SNF

- نفتالین قطران ذغال سنگ یا نفت، با اسید سولفوریک غلیظ در دمای زیاد سولفوناته می شود و سپس با فرم آلدئید بصورت پلیمره در می آید و در ادامه با نمک سدیم NaOH یا کلسیم Ca(OH)_2 خنثی می گردد
- این پلیمرها وزن مولکولی نسبتاً کمی را دارا هستند
- تکرار نفتالین سولفوناته ($n=4$) در شکل زیر نشان داده شده است که ۲ تا ۱۰ مرتبه تکرار می شود تا به وزن ملکولی حدود ۵۰۰ تا ۲۵۰۰ برسد
- هرچه وزن ملکولی آن بالاتر باشد خواص بهتری را از خود نشان می دهد

SNF

● زنجیره ملکولی SNF خطی است و برای چرخش حول فرم آلدئید مشتق از گروه CH_2 آزاد است، به طوری که $-\text{SO}_3\text{Na}$ می تواند در بالا یا پائین محور زنجیره بچرخد

● SNF در محلولی مانند لیگنوسولفونات، عامل $-\text{SO}_3\text{Na}$ می تواند به $-\text{Na}^+ - \text{SO}_3^-$ تبدیل شود

● بار منفی $-\text{SO}_3^-$ عامل جذب افزودنی بر سطح سیمان و سازو کار اصلی پخش الکترواستاتیکی است

SNF

- هر چند ماده SNF در ابتدا به صورت مایع قهوه ای رنگ است اما برای سهولت و ارزانی حمل و ماندگاری بیشتر، آن را به پودر قهوه ای تبدیل می کنند
- شرکت های تولید کننده افزودنی، با استفاده از این پودر و حل کردن در آب معمولاً با ۳۵ تا ۳۸ گرم پودر در ۶۵ تا ۶۲ گرم آب، محلولی را مانند تولید اولیه بدست می آورند
- گاه موادی مانند دیرگیر کننده، ضد قارچ و کپک و یا عوامل از بین برنده هوا بدان اضافه می کنند تا خواص مطلوب و ماندگاری بیشتری را بدست دهد

SNF

- معمولاً همانگونه که گفته شد درصد مواد جامد محلول SNF در حالت عادی ۳۵ تا ۳۸ درصد است که ممکن است بنا به سلیقه برخی تولیدکنندگان کمتر و یا بیشتر از این بازه نیز باشد
- بوی آن شباهت به بوی نفتالین دارد و یا مخلوطی از بوی نفتالین و قهوه را تداعی می کند
- چگالی SNF مایع بسته به غلظت آن ۱/۱۴ تا ۱/۱۷ می باشد (درصد مواد جامد ۳۰ تا ۴۰ درصد)
- PH آن 8 ± 1 گزارش می شود

SNF

● این مواد SNF می تواند بسته به میزان مصرف حتی تا ۲۲ درصد یا اندکی بیشتر کاهش آب ایجاد کند

● معمولاً در غلظت های عادی ممکن است تا ۱/۵ درصد وزن سیمان مصرف شود تا این مقدار کاهش آب را داشته باشد

● در حدود مصرف ۰/۵ تا ۰/۶ درصد وزن سیمان، مقدار کاهش آب آن در حدود ۱۲ درصد خواهد بود که در این حالت فوق کاهنده آب (فوق روان کننده) نام می گیرد

SNF

- چنانچه مقدار مصرف آن کمتر شود مقدار کاهش آب کمتر خواهد بود و به شرط اینکه مقدار کاهش آب بیشتر از ۵ درصد باشد روان کننده معمولی خواهد بود.
- چسبندگی نسبتاً خوبی به بتن می دهد (بیش از SMF) و ممکن است خاصیت حبس هوای بیشتر داشته باشد که حبابهای درشت و ناپایداری هستند
- گاه باعث ایجاد مشکل در بتن های نمایان می شوند
- این ماده هر چند از SMF دیرگیرتر است اما مانند لیگنوسولفوناتها نیست و افت اسلامپ بیشتری دارد

SNF

- بهتر است برای حفظ اسلایمپ، از یک ماده دیر گیر یا لیگنوسولفونات دیر گیر در آن استفاده گردد

- حتی اگر مصرف آن زیاد هم باشد نمی توان دیرگیری آنر به حدود ۹۰ دقیقه رسانید

- مصرف آن دارای صرفه اقتصادی است و کارخانه های بتن آماده از مشتریان آن هستند و گاه در پای کار نیز بکار می روند

- رشد مقاومت آن در سنین اولیه کمتر از PCE و SMF می باشد اما بهتر از لیگنو خواهد بود

SNF

- قیمت هر کیلو پودر آن در کارخانه اصلی سازنده بین ۰/۶ تا ۰/۷ دلار است که پس از تبدیل آن به مایع (بدون هزینه های حمل و غیره) ۰/۳۵ تا ۰/۴ دلار خواهد شد که انواع دیرگیر آن کمی گرانتر می باشد (۰/۴ تا ۰/۴۵ دلار برای هر کیلو)
- بدیهی است با توجه به هزینه حمل و نقل داخل کشور یا خارج کشور و عوارض گمرگی و غیره، قیمت آن عملاً بین ۰/۶ تا ۰/۷ دلار خواهد شد
- مقدار مصرف آن برای ایجاد روانی یکسان تقریباً دو سوم لیگنو و حدود دو برابر PCE و تقریباً نزدیک به مصرف SMF می باشد

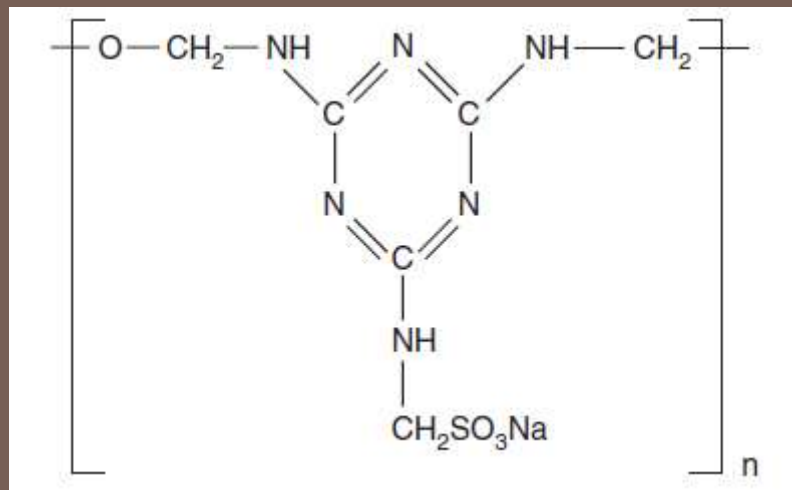
SNF

- فرم آلدئید ملامین سولفوناته فشرده (SMF) سالها بعد از SNF تولید گردید و تقریباً همزمان با آن در بتن به عنوان فوق روان کننده بکار گرفته شد
- تولید در دهه ۵۰ و مصرف آن در بتن در حدود دهه ۶۰ بوده است
- این ماده در ایران نیز تولید می گردد
- کلیات تولید آن مانند SNF می باشد اما به جای نفتالین، ملامین قرار دارد

SMF

● از نظر ساختار بسیار شبیه SNF است و فقط حلقه ملامین بجای حلقه دوپل
نفتالین قرار می گیرد

● این مواد دارای جرم ملکولی بالاتری نسبت به SNF می باشد و در آن صرفاً از
نمک سدیمی استفاده می شود. متوسط جرم مولکولی مواد مناسب در حدود
۳۰۰۰۰ می باشد



SMF

- ماده SMF نیز بصورت مایع نسبتاً بی رنگ تولید می شود
- هر چند برای حمل ساده تر و ماندگاری بهتر می توان آن را به یک پودر سفید تبدیل کرد اما برای مصرف داخلی، این کار توجیه ندارد و پرهزینه است
- مایع SNF در ایران با غلظت ۲۷ تا ۳۰ درصد تولید می شود که ممکن است بسته به سلیقه فروشنده با غلظت کمتری نیز ارائه گردد.

SMF

- این ماده بوی خاصی ندارد.
- به دلیل افت اسلامپ زیاد، اغلب آن را با مقدار قابل توجهی دیرگیر کننده به ویژه از نوع گلوکونات سدیم همراه می کنند
- چگالی SMF مایع بسته به غلظت آن $1/09$ تا $1/12$ می باشد (غلظت ۲۰ تا ۳۰ درصد)
- PH آن در حدود $8/5 \pm 0/5$ است

SMF

● مواد SMF بسته به میزان مصرف می تواند حتی تا ۲۵ درصد کاهش آب ایجاد کند

● معمولاً در غلظت های عادی (۲۷ تا ۳۰ درصد) ممکن است حتی تا ۲/۵ درصد

وزن سیمان بکار گرفته شود تا بتوان به حداکثر مقدار کاهش آب در بتن دست یافت

● در حدود مصرف ۰/۵ تا ۰/۶ درصد وزن سیمان مقدار کاهش آب حدود ۱۲ درصد

خواهیم داشت که مرز تعریف فوق روان کننده و روان کننده خواهد بود

● مسلماً در صورت مصرف کمتر، به عنوان یک روان کننده عمل خواهد کرد به

شرطی که کاهش آب آن از ۵ درصد کمتر نباشد

SMF

● چسبندگی بتن تازه را کم می کند و تمایل به آب انداختن و جداسدگی را می تواند بیشتر کند

● با توجه به افت اسلامپ شدید، مصرف آن در هوای خنک و در فواصل زمانی کم (تولید بتن تا مصرف) توصیه می شود

● بسیاری ترجیح می دهند که همه یا بخش عمده ای از آن را در پای کار به بتن اضافه کنند تا از مزایای روان کنندگی آن استفاده نمایند

SMF

- قابلیت پرداخت خوبی را به بتن می دهد و برای مصرف در بتن و ملات های سفید یا با رنگ های روشن به جهت اینکه رنگ خاصی را ایجاد نمی کند کاملاً مناسب است
- در ملات های گچ سفید نیز به عنوان یک ماده روان کننده قوی کاربرد دارد.
- به جهت کاهش لزجت و چسبندگی، هوای کمی در بتن باقی می ماند و لذا هوای حبس شده و مک های سطحی بتن کمتر است و نمای بهتری را بدست می دهد

SMF

- قیمت مایع SMF ۲۷ تا ۳۰ درصدی آن (بدون حمل و بسته بندی) برای هر کیلوگرم حدود ۰/۷ تا ۰/۸ دلار می باشد
- نوع دیرگیر تر شده آن نیز دارای قیمت در این حدود است
- مقدار مصرف آن نیز در حدود مصرف SNF می باشد

SMF

- مواد پلی کربوکسیلات اتر PCE دارای ساختارهای متفاوتی هستند
- این مواد در دهه ۸۰ میلادی تولید شدند و در اوایل دهه ۹۰ میلادی مصرف آنها به تدریج رایج گردید
- امروزه انواع مختلفی از PCE با ساختار شیمیایی مختلف در رنگ ها و بوهای متفاوت تولید می شود
- تولید این نوع مواد در سالهای اخیر در ایران گزارش شده است

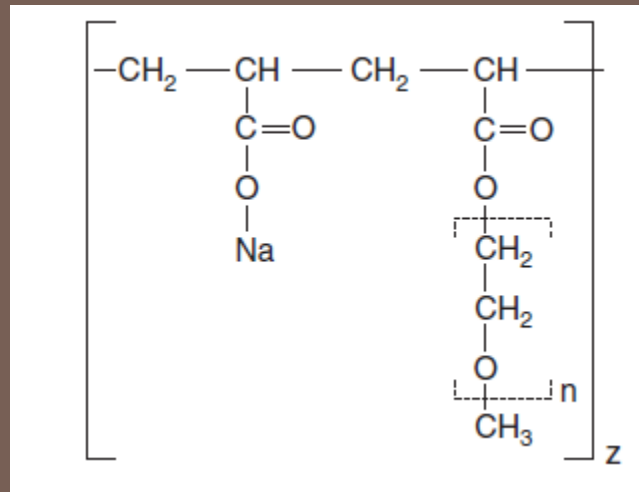
PCE

- اصولاً این ماده از پلیمره کردن اسید اکریلیک به وجود می آید اما می توان آن را با دیگر گروه های منومری نیز جایگزین کرد تا تغییراتی در گروه های کربوکسیلاتی استخوان بندی پلیمر ایجاد گردد
- گروه کربوکسیلاتی معمولاً با نمک های سدیم خنثی می شود و روی یک بار منفی در محلول بصورت Na^+ قرار می گیرد
- بدین ترتیب باعث می شود که افزودنی مورد نظر در سطح سیمان قرار گیرد

- کوپلیمر در این مواد بصورت یک پلی اتر می باشد که بشکل پلی اتیلن گلیکول $(-CH_2-CH_2-O-)_n$ در این مواد وجود دارد
- تعداد n و تعداد گروه های پلی اتر جایگزین شده در زنجیره و هم چنین طول زنجیره می تواند خواص PCE را تغییر دهد
- به این ترتیب، با توجه به خواسته های اجرایی مانند مقاومت اولیه زیاد برای پیش ساختگی یا پیش تنیدگی و هم چنین حفظ اسلامپ برای بتن آماده می توان انواعی از PCE را با کوپلیمرهای پایه تولید نمود

PCE

- شاخه های پلی اتر در واقع عامل مهمی است که اثر ممانعت فضایی برای سیمان توسط PCE به وجود می آورد
- تعداد n می تواند برای مثال از ۲۰ تا ۸۰ باشد



PCE

- ماده PCE از بی رنگ تا آلبالویی یا قهوه ای تیره ممکن است مشاهده گردد
- ماده PCE معمولاً بصورت مایع تولید و حمل می گردد
- می توان با هزینه زیاد آن را بصورت پودر نیز در آورد اما مرسوم نیست
- مایع PCE تولید شده در اصل درصد مواد جامد ۴۰ تا ۵۰ درصد را دارا است که می توان آن را رقیق تر کرد
- به نظر می رسد بهتر است این ماده را با غلظت کم مصرف نمود و شرکت های معروف افزودنی در دنیا، آنرا در غلظت های ۲۰ تا ۴۰ درصد به مصرف کننده عرضه می کنند

PCE

- ممکن است در PCE از مواد دیرکننده و حفظ کننده اسلایپ نیز استفاده کرد
- گاه به دلیل هوازا بودن برخی از این مواد لازم است از مواد هوازدا یا ضد کف استفاده نمود
- PCE ها بوی مشخصی ندارند. برخی بوی چسب های همه کاره یا چسب کفش را تداعی میکنند و برخی بوی خاصی ندارند
- چگالی این مواد بسته به نوع غلظت آن بین ۱/۰۵ تا ۱/۱۲ می باشد (غلظت ۲۰ تا ۵۰ درصد)
- PH این مواد معمولاً ۷ ± ۱ می باشد

PCE

● مواد PCE بسته به میزان مصرف ، می تواند تا ۳۵ درصد یا اندکی بیشتر ،
آب بتن را کم کند

- معمولا در غلظت های ۵۰ درصدی، بیشترین مصرف به ۱ درصد وزن سیمان محدود می شود و برای غلظت ۴۰ درصد ، این عدد به ۱/۲ درصد بالغ می گردد
- با میزان مصرف حدود ۰/۲۵ یا ۰/۲ درصد وزن سیمان از ماده غلیظ ۴۰ درصدی می توان مقدار آب را در حدود ۱۲ درصد کاهش داد
- با مصرف کمتر می توان انتظار داشت که مانند یک روان کننده عمل نماید

PCE

- یکی از عملکردهای مهم PCE، قدرت روان کنندگی آن می باشد و مصرف آن نیز به این دلیل کم خواهد بود
- عملکرد مهم دیگر آن، مقاومت اولیه بسیار خوب بتن است
- در ساخت قطعات پیش ساخته یا پیش تنیده پیش کشیده کاربرد وسیعی دارد
- این مواد حفظ اسلامپ متوسطی دارد که می توان میزان آن را زیاد کرد اما به هر حال تا حدودی زودگیر می باشد

- یکی از کاربردهای گسترده PCE، ساخت بتن خود تراکم است و گاه جایگزین نیز ندارد

- در هر پروژه ای که کاهش آب بیشتر از ۲۰ یا ۲۲ درصد مورد نظر می باشد صرفاً باید از این مواد استفاده کرد

- هرچند قدرت روان کنندگی بسیار خوبی دارد اما تمایل بتن به جداشدگی و آب انداختن، زیادتر می شود، مگر اینکه از مواد VMA در آن استفاده شده باشد یا تا حدودی هوازایی از خود نشان دهد

- در بتن های حاوی ماسه شکسته بهتر است از لیگنو در کنار PCE استفاده نمود

PCE

- از این مواد می توان در هنگام ساخت بتن یا پای کار و یا ترکیبی از این دو استفاده نمود

- بتن های نمایان بسیار خوب و دارای برق مناسبی را می توان تولید کرد

- این مواد در ساخت موزائیک های پر مقاومت و براق (سمنت پلاست) کاربرد گسترده ای دارد

- هوازایی در بسیاری از مواد PCE دیده می شود که باید این عیب آنرا رفع نمود و بخش عمده ای از هوازایی را از بین برد

PCE

- قیمت یک کیلوگرم PCE مایع ۵۰ درصدی معمولاً حدود ۱/۰ تا ۱/۲ دلار است (بدون هزینه های حمل و بسته بندی)

- چنانچه PCE با این غلظت وارد کشور شود عملاً تا ۱/۴ تا ۱/۶ دلار تمام می شود

- مسلماً PCE با غلظت ۴۰، ۳۰ و ۲۰ درصد دارای قیمت تمام شده در کشور به ترتیب ۱/۲ تا ۱/۴ دلار، ۱ تا ۱/۱ دلار و ۰/۷ تا ۰/۸ دلار خواهد بود

- مقدار مصرف آن در روانی برابر حدود نصف SNF و SMF می باشد و غالباً مقرون به صرفه تر است

PCE

- یکی از مواد فوق روان کننده، پلی فسفونات ها (Poly-phosphonate based SP یا Poly-phosphonic SP)، هستند که هنوز کاربرد وسیعی نیافته و رواج جدی ندارند.

- این ماده، چسبندگی و گرانیروی در بتن را کاهش می دهد.

- در بتن های روان و خودتراکم بکار می رود و برخلاف کاهش گرانیروی، ثبات بتن خودتراکم را افزایش می دهد.

- در بتن های پمپی کاربرد بیشتری دارد و پمپاژ طولانی مدت را ممکن می سازد.

- افت اسلامپ آن کم است و از این نظر مورد اقبال واقع می شود.

Ph

- ساختار آن همانند پلی کربوکسیلاتها می باشد ولی بجای گروههای کربوکسیلیک، گروههای فسفونیک دارد.
- ساختار آن بصورت شانه‌ای است و ممانعت فضایی نیز بوجود می آورد که شبیه پلی کربوکسیلاتها می باشد.
- گاه ترکیبی از گروههای کربوکسیلیک و فسفونیک بکار گرفته می شود.
- گاه روی شاخه‌هایی از آن از اکسید اتیلن یا اکسید پروپیلن بعنوان شاخه‌های فرعی استفاده می گردد.
- همچنین گاه بجای گروه فسفونیک اسید از کومونومر وینیل فسفونیک اسید استفاده می گردد.

- وزن ملکولی پلی فسفونات‌ها تا حدود یک دهم وزن ملکولی پلی کربوکسیلات‌ها می‌باشد.

- میزان مصرف آن در واحد حجم بتن خودتراکم در حدود ۲ برابر پلی کربوکسیلات می‌باشد (هر دو در غلظت ۳۰ درصد).

- مصرف توام همراه با پلی کربوکسیلات‌ها عملکرد بسیار مناسبی از خود مخصوصاً در بتن‌های خودتراکم نشان داده است. یک ترکیب مناسب می‌تواند ترکیب ۶۰ درصد آن با ۴۰ درصد پلی کربوکسیلات باشد.

- ماده لیگنوسولفونات در دهه ۳۰ میلادی ساخته شد و تقریباً در دهه ۴۰ میلادی در بتن بکار گرفته شد
- رواج آن به دهه ۵۰ و ۶۰ میلادی موکول گردید
- در کشورهای صاحب جنگل و صنعت چوب و کاغذ مانند فنلاند، کانادا، روسیه و آفریقای جنوبی این ماده در حجم زیاد تولید می شود

- در دهه ۵۰ میلادی کربوکسیلیک اسید و کربوکسیلاتها شناخته شد و بکار رفت

- مواد دیگری نیز به عنوان روان کننده بکار رفته است و کماکان نیز استفاده

می شود

- مواد قندی و پلی ساکارید ها از این جمله محسوب می شوند. مواد حبابزا نیز تا

حدودی روان کننده هستند

- در ASTM C494 این مواد در دسته های A، D و E به ترتیب تحت عنوان

کاهنده آب، کاهنده آب دیرگیر و کاهنده آب زودگیر مشخص شده اند

روان کننده ها

- در استاندارد ۲۹۳۰ ایران این مواد تحت عنوان کاهنده آب / روان کننده و کاهنده آب / روان کننده / دیرگیر کننده و کاهنده آب / روان کننده زودگیر کننده شناخته می شوند

- امروزه بیشترین ماده روان کننده مصرفی در دنیا لیگنوسولفوناتها هستند

- اهداف کاربرد و اثرات کلی این مواد نیز شبیه به فوق روان کننده ها می باشد

روان کننده ها

● لیگنو سولفوناتها بصورت یک پلیمر طبیعی است که از چوب یا خمیر کاغذ استخراج می گردد

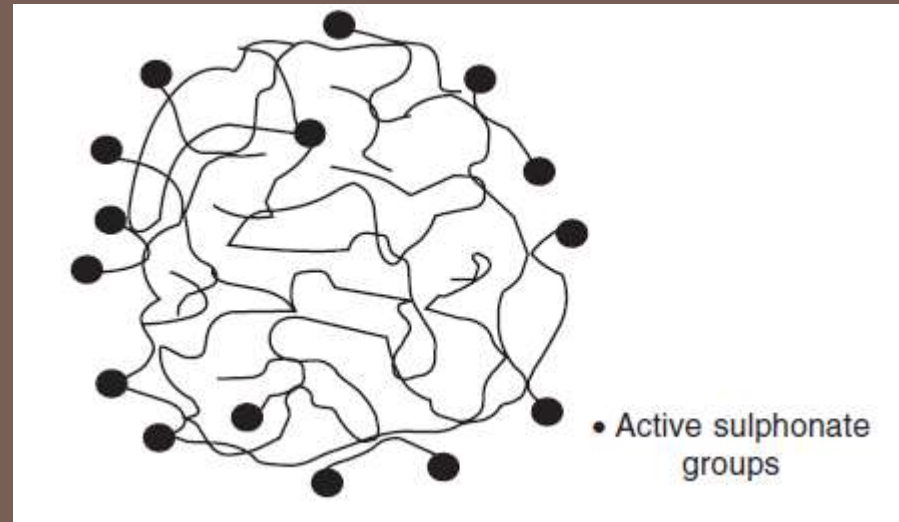
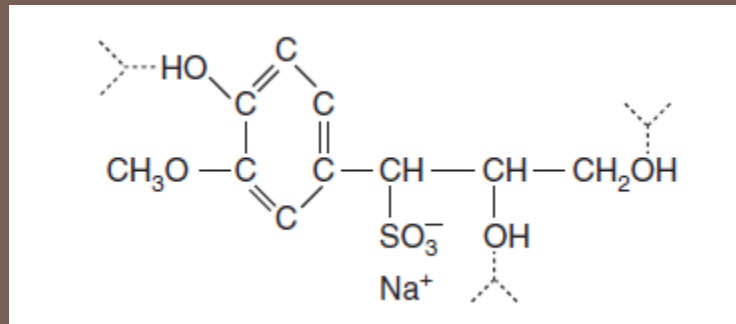
● لیگنین که ماده قهوه ای رنگ در خمیر چوب و کاغذ می باشد با یک واکنش سولفیتی (سولفوناته کردن) خارج می شود و پس از حذف شکر نامطلوب و خنثی کردن آن با NaOH یا Ca(OH)_2 به عنوان یک افزودنی قابل استفاده است

● از برخی مواد زودگیر کننده یا دیرگیر کننده در لیگنو استفاده می شود

● مواد دیرگیر می تواند گلوکونات، گلوکز، مواد ساکاریدی و ساکارز و Maltodextrin و فسفات کلسیم، ملاس چغندر یا نیشکر و غیره باشد

لیگنوسولفانات

- مواد هوازدا یا ضد کف نیز به مقدار کم در تولید این مواد کاربرد دارد
- برای عدم رشد قارچ و کپک معمولاً از فرم آلدئید به مقدار کم در مایع لیگنو استفاده می گردد



لیگنوسولفانات

- مایع لیگنو دارای رنگ قهوه ای است. برای سهولت در حمل و ماندگاری آن را به صورت پودر در می آورند و در تجارت جهانی بفروش می رسانند
- شرکت های تولید کننده افزودنی معمولاً با حل کردن ۳۸ تا ۴۲ گرم پودر در ۶۲ تا ۵۸ گرم آب ، مایع مزبور را بدست می آورند
- معمولاً مقداری زودگیر یا دیرگیر ، هوازدا و ماده نگهدارنده بدان اضافه می شود.
- معمولاً برخی تولید کنندگان افزودنی، لیگنو را با غلظت کمتر تا حد ۲۰ درصد نیز عرضه می نمایند

- بوی آن شبیه به الکل چوب یا چوب پوسیده، کمی تند است
- چگالی آن بسته به غلظت از $1/16$ تا $1/20$ تغییر می کند
(درصد مواد جامد ۳۰ تا ۴۰ درصد)
- PH مایع لیگنو معمولاً در حدود 8 ± 1 می باشد

● مواد لیگنومی توانند بسته به میزان مصرف، حداکثر تا ۱۲ درصد کاهش آب ایجاد نمایند

● چنانچه از غلظت عادی ۴۰ درصد استفاده شود ممکن است برای دستیابی به

حداکثر کاهش آب، نیاز به مصرف لیگنو به میزان ۰/۸ درصد وزن سیمان وجود دارد

● حداقل کاهش آب نباید از ۵ درصد کمتر باشد که عملاً با حدود ۰/۲ درصد

وزن سیمان ممکن است حاصل شود

● همانگونه که گفته شد لیگنوسولفوناتها تا حدودی هوازایی دارند و تا حدودی

چسبندگی نیز ایجاد می کند و تمایل به آب انداختن و جداشدگی را کمتر می کند

لیگنوسولفانات

- لیگنو حالت خمیری خوبی را به بتن می دهد و پمپ کردن را ساده تر می کند و به ویژه در صورت استفاده از ماسه شکسته ، خشونت بتن را کم می نماید
- معمولاً با مصرف بیشتر لیگنوهاى معمولی و دیرگیر، دیرگیری و هوازایی بیشتر می شود
- برخی مواد مانند سرباره یا خاکستر بادی و مواد پودری معدنی پوزولانی معمولاً هوازایی بتن را در صورت کاربرد لیگنو افزایش می دهند
- مصرف این مواد با وجود سرباره بیشتر می شود

- افت اسلاмп لیگنوها به ویژه نوع دیرگیر از اغلب روان کننده ها و فوق روان کننده ها کمتر است
- نوع کلسیمی، دیرگیر تر و با افت اسلاмп کمتر است
دیرگیری را می توان تنظیم کرد
- به دلیل افت اسلاмп کمتر، می توان در بتن آماده از آن استفاده کرد و به ندرت نیاز به افزودن ماده روان کننده در پای کار احساس می شود
- حمل بتن طی ۳۰ تا ۹۰ دقیقه با لیگنوبخوبی امکان پذیر است

- رشد مقاومت اولیه بتن حاوی لیگنو از سایر مواد فوق روان کننده کمتر است و در قطعات پیش ساخته و هوای سرد کاربرد کمتری دارد
- بسیاری از اوقات لیگنو به همراه SNF و PCE برای حفظ اسلامپ و پمپاژ بهتر استفاده می شود

- قیمت هر کیلو پودر در مبدأ (کارخانه سازنده) بدون حمل و عوارض گمرکی و غیره بین ۰/۴ تا ۰/۵ دلار است

- هزینه تمام شده پودر در ایران بدون حمل داخلی ۰/۶ تا ۰/۷ دلار می باشد و چنانچه مایع با غلظت ۴۰ و ۳۰ درصد تولید شود، قیمت تمام شده آنها به ترتیب ۰/۳۵ تا ۰/۴ و ۰/۲۵ تا ۰/۳ دلار خواهد بود که هزینه های حمل و بسته بندی به آن اضافه خواهد شد

- هر چند مصرف آن کم بنظر می رسد اما توانایی آن در کاهندگی آب و روان کنندگی خیلی محدود است
برای کاهندگی کم آب، استفاده از این ماده اغلب اوقات به صرفه است

لیگنوسولفانات

پایان

