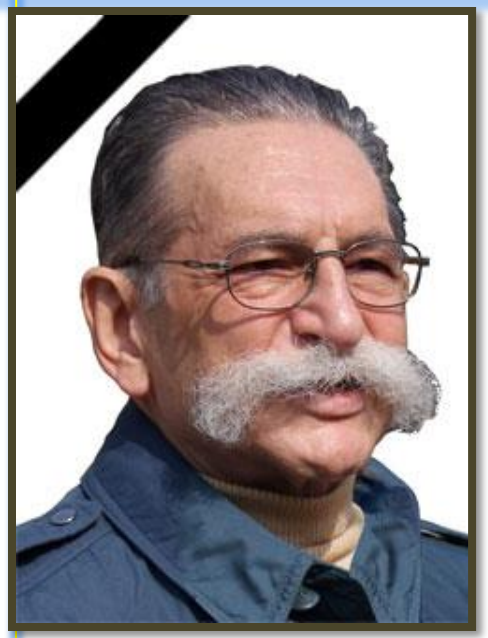
بسم الله الرحمن الرحیم



مواد افزودنی؛
انواع، الزامات، ویژگی ها

مهدی چینی

هیات مدیره انجمن بتن ایران
انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تهران– شهریورماه ۱۳۹٤

انجمن بتن ایران

عناوین مطالب

- مواد افزودنی شیمیایی
  - تعریف
  - تاریخچه
  - دلایل استفاده
  - ملاحظات مصرف
  - انواع

The Construction Chemical

مقدمه :

پیشرفت هایی که طی چند دهه اخیر در تکنولوژی بتن بوجود آمده است، بی تردید با پیدایش افزودنی ها، کاربرد آنها و نوآوری های بسیار در این گستره ارتباط دارد. ریشه این پیوند را می توان در دستیابی به برتری های فنی در خواص و مشخصات بتن، تسهیل در اجرای آن و صرفه جویی در انرژی، نیروی کار و ... شناسایی کرد.

کشف، تولید و مصرف مواد افزودنی در بتن، محصول نیازهای فنی و اجرایی است. زیرا کاربرد این مواد به دلیل ساختارهای شیمیایی متفاوت و متنوعی که دارند، علاوه بر تامین تسهیلات اجرایی در کارهای بتنی موجب دستیابی به برتری ها و امتیازات فنی جدیدی در خواص اصلی بتن تازه و سخت شده می شوند که حصول آنها از طریق روشهای معمول و متداول طرح و اجرای بتن امکانپذیر نبوده و اگر باشد از نظر اقتصادی به صرفه نیست.

مقدمه :

با بررسی مقالات ارائه شده در کنفرانس های بین المللی و مجلات معتبر براحتی می توان گفت که امروزه در کشورهای صنعتی مانند ژاپن، آلمان،کانادا و امریکا بیش از ۹۰ درصد بتن ها با استفاده از این مواد ساخته می شوند.

با توجه به مزایای مطلوبی که این مواد در ساخت بتن های بادوام ایفا می کنند، شناخت اثرات آنها و نحوه مصرف صحیح آنها الزامی می نماید.

مواد افزودنی شیمیایی – تعریف

ACI 116: افزودنی ها شامل مواد و ترکیباتی که افزون بر سیمان، آب، مصالح سنگی و الیاف به بتن، ملات یا دوغاب برای تامین خواص معین و مشخص برای مصارف مختلف در هنگام اختلاط اضافه می شوند.

BS 2787: ضمن تعریف مشابهی به شرح بالا، هدف از کاربرد این مواد را اصلاح مورد نظر در یک یا چند خاصیت بتن ارائه کرده است.

مواد افزودنی شیمیایی – تعریف

ASTM C125: افزودنی ها، به موادی غیر از آب، سنگدانه، سیمان هیدرولیکی و الیاف گفته می شود که در هنگام اختلاط و یا درست قبل از اختلاط به بتن یا اجزاء آن اضافه می شود تا خاصیت جدیدی را در بتن خمیری یا سخت شده بوجود آورد.

EN934-2 و ISIRI 2930: افزودنی ها، مواد محلول در آب هستند (به ندرت به صورت پودر هستند) که به بتن در حین اختلاط، به مقدار کمتر از ۵ ٪ وزنی ماده سیمانی، برای اصلاح خواص بتن در حالت تازه و سخت شده، اضافه می گردند.

مواد افزودنی شیمیایی - تاریخچه

سابقه استفاده از مواد افزودنی در ساخت و ساز بسیار طولانی است. معروف است که رومیان از چربی های حیوانی، شیر و خون برای بهبود مشخصات مصالح ساختمانی خود استفاده می کرده اند. استفاده از این مواد عمدتا به بهبود کارایی می انجامید، علاوه بر آن خون به دلیل دارا بودن هموگولوبین می توانست به نوعی تولید حباب های هوا بنماید که دوام مصالح ساختمانی را بهبود می بخشید. چینی ها از خمیر برنج، روغن تانگ و ملاس برای بهبود خواص مصالح استفاده می کردند. در ایران نیز از تخم مرغ، خاکستر کوره حمام، پشم حیوانات و مواد مشابه برای ساخت ساروج و بهبود ویژگیهای مصالح مورد استفاده در ساخت و ساز استفاده می نمودند.مواد افزودنی قبل از اختلاط و یا در حین اختلاط به مخلوط بتن اضافه می‌شوند.

مواد افزودنی شیمیایی - تاریخچه

اندیشه تحقیق و مطالعه درباره افزودنی ها بعد از تولید صنعتی سیمان در نیمه دوم قرن نوزدهم و شناخت ترکیبات و فرایند هیدراسیون، ابتدا در مراکز علمی و آکادمیک مورد بررسی قرار گرفت و به تدریج کاربرد آنها در صنعت رواج پیدا کرد. روان کننده ها، زودگیر کننده ها، کند گیر کننده ها و حباب سازها به عنوان افزودنی های شیمیایی متداول در نخستین سالهای دهه سوم قرن بیستم اختراع شدند. قدیمی ترین مستند علمی و فنی معتبر حکایت از آن دارد که روان کننده بر پایه نفتالین فرمالدهید سولفونات اولین ترکیب آلی است که در سال ۱۹۳۲ توسط یک شرکت آمریکایی اختراع و ثبت گردید و سپس در طول دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ مصرف روان کننده های دیگر که بر اساس لیگنوسولفوناتها بودند رواج پیدا کرد.

مواد افزودنی شیمیایی - تاریخچه

پس از آن در حدود سالهای ۱۹۵۰ بود که مشتقات آلی دیگری مثل هیدروکسی کربوکسیلیک، ترکیبات پلیمری و اسیدهای چرب رواج یافتند. بعضی از مواد افزودنی دیگر نظیر حباب سازها بطور اتفاقی با مشاهده و بررسی دوام بعضی رویه های بتنی در شمال آمریکا کشف شد.

افزودنی های شیمیایی در دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی بر پایه سولفونیک اسید به بازار معرفی شدند (سولفونات ملامین فرمالدهید (SMF)، سولفونات نفتالینفرمالدهید (SNF)، لیگنوسولفونات اصلاح شده (MLS) و پلی کربکسیلات ها)

در این محصولات گروه های اسیدی سولفونیک موجب خنثی شدن بار سطحی ذرات سیمان می شدند.

مواد افزودنی شیمیایی – دلایل استفاده

برای درک بهتر نیاز به مواد افزودنی شیمیایی، مهمترین تاثیر آنها بر:

- ✓ بهبود مشخصات بتن یا ملات در حالت‌های تازه
- ✓ تغییر خواص بتن و ملات سخت شده
- ✓ و همچنین از لحاظ اقتصادی برای مخلوط بتن مؤثرند.

مواد افزودنی شیمیایی – دلایل استفاده

بهبود مشخصات بتن و ملات تازه:

- ✓ تغییر در رئولوژی بتن و ملات مانند افزایش کارپذیری بتن (روانی، تراکم پذیری و قابلیت جایدهی و پرداخت) و تغییر لزجت بتن
- ✓ تغییر در زمان گیرش اولیه بتن و نیز کنترل زمان گیرش
- ✓ اصلاح مشخصات آب‌انداختگی بتن.
- ✓ تغییر در خواص جداشدگی بتن (عمدتا در جهت کاهش آن و اندکی انبساط)
- ✓ بهبود پمپ‌پذیری بتن.
- ✓ کاهش نرخ افت اسلامپ.
- ✓ تغییر وزن مخصوص بتن تازه (عمدتا در جهت کاهش آن)
- ✓ حفظ و نگهداری آب برای پس ندادن آن به آجر، سنگ و ...

مواد افزودنی شیمیایی – دلایل استفاده

- **بهبود مشخصات بتن و ملات سخت‌شده:**
  - ✓ کاهش سرعت هیدراتاسیون و کاهش سرعت گرمازایی در سنین اولیه،
  - ✓ افزایش سرعت هیدراتاسیون و کسب سریعتر مقاومت در سنین اولیه،
  - ✓ افزایش مقاومت (فشاری، کششی یا خمشی)،
  - ✓ افزایش مقاومت در برابر سیکل ذوب و یخ،
  - ✓ کاهش پوسته‌شدگی ناشی از نمک‌های یخ‌زدا،
  - ✓ کاهش نفوذپذیری بتن در برابر آب، هوا و یون های گزندبار،
  - ✓ کاهش انبساط ناشی از واکنش قلیایی – سیلیسی،
  - ✓ افزایش چسبندگی بین میلگرد و بتن،
  - ✓ کاهش سرعت خوردگی آرماتورها.

مواد افزودنی شیمیایی – ملاحظات

- با توجه به دستورالعمل‌ها و توصیه‌های تولید کننده، دقت کافی باید در انتخاب و مصرف مواد افزودنی صورت پذیرد.
- ممکن است نیاز باشد که اثرات مواد افزودنی با استفاده از مصالح مورد استفاده و شرایط پروژه، مورد ارزیابی قرار گیرد. به ویژه زمانیکه:

ماده افزودنی برای اولیه بار با یک ترکیب خاص از مصالح مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انواع بخصوصی از مصالح سیمانی مورد استفاده قرار گیرد.

بیشتر از یک ماده افزودنی مورد استفاده قرار گیرد.

شرایط محیطی پروژه در زمان بتن‌ریزی (مثلا دمای بتن‌ریزی) خارج از محدوده نرمال باشد.

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

با توجه به طیف گسترده این مواد در کشورهای مختلف، طبقه بندی آنها متفاوت است و علی‌رغم پراکندگی زیادی که در این طبقه بندی ها وجود دارد اغلب این طبقه بندیها بر اساس عملکرد اصلی، یا عملکرد ثانویه مواد افزودنی بر روی بتن تازه و یا سخت شده انجام گرفته است.

استاندارد ASTM آمریکا

استاندارد BS انگلستان

استاندارد DIN آلمان

آیین نامه بتن ایران

استاندارد ISIRI ایران

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

- تقسیم بندی مواد افزودنی بر اساس استاندارد ASTM C494:

– مواد افزودنی کاهش دهنده آب (تیپA)

– مواد افزودنی کندگیر کننده (تیپ B)

– مواد افزودنی تسریع کننده (تیپ C)

– مواد افزودنی کاهش دهنده آب و کندگیر کننده (تیپ D)

– مواد افزودنی کاهش دهنده آب و تسریع کننده (تیپ E)

– مواد افزودنی فوق روان کننده (تیپ F)

– مواد افزودنی فوق روان کننده و کندگیر کننده (تیپ G)

– افزودنی های خاص (تیپ S)

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

- تقسیم بندی مواد افزودنی بر اساس استاندارد BS-5075:
  - مواد افزودنی تسریع کننده گیرش
  - مواد افزودنی کندگیر کننده
  - مواد افزودنی کاهنده آب معمولی
  - مواد افزودنی کاهنده آب و تسریع کننده گیرش
  - مواد افزودنی کاهنده آب و کندگیر کننده

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

- تقسیم بندی مواد افزودنی بر اساس استاندارد DIN 1045:
  - مواد افزودنی تسریع کننده گیرش
  - مواد افزودنی کندگیر کننده
  - مواد افزودنی حبابساز
  - مواد افزودنی روان کننده
  - مواد افزودنی کاهش دهنده نفوذپذیری
  - مواد افزودنی پایدار کننده
  - مواد افزودنی که برای سهولت تزریق مصرف می‌شوند

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

- تقسیم بندی مواد افزودنی بر اساس آیین نامه آبا:

– مواد افزودنی حبابساز

– مواد افزودنی کاهنده مصرف آب

– مواد افزودنی کندگیر کننده

– مواد افزودنی تسریع کننده

– پوزولانها

– مواد خمیری کننده روان ساز

– مواد افزودنی متفرقه، شامل مواد ضد رطوبت وآب بند کننده و مواد گازساز

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

- مواد افزودنی را می‌توان بر حسب چگونگی تأثیر آنها در بتن، به دو گروه تقسیم نمود:

الف) مواد افزودنی با اثر فیزیکی در بتن

ب) مواد افزودنی با اثر شیمیایی در بتن

اگرچه بعضی از مواد افزودنی بتن، دارای دو اثر فوق یعنی فیزیکی و شیمیایی‌اند، می‌توان گفت که مواد افزودنی روان کننده، حبابساز و مواد کاهش دهنده نفوذ پذیری در وهله اول، اثر فیزیکی و مواد افزودنی کندگیر کننده و تسریع کننده گیرش، اثر شیمیایی در بتن دارند

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

انجمن بتن ایران

اثر مواد افزودنی روی بتن

نوع ماده افزودنی	تأثیر
مواد افزودنی روان کننده	فیزیکی
مواد افزودنی حبابساز	فیزیکی
مواد افزودنی کاهنده آب	فیزیکی
مواد افزودنی کندگیر کننده	شیمیایی
مواد افزودنی تسریع کننده	شیمیایی
مواد افزودنی کمک کننده تزریق	شیمیایی و فیزیکی
مواد افزودنی تثبیت کننده	فیزیکی

KNT The Construction Chemical

مواد افزودنی شیمیایی – انواع

۱- روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

۲- فوق روان کننده ها (کاهنده های قوی آب)

۳- تسریع کننده های گیرش و سخت شوندگی

۴- کندگیر کننده ها (دیرگیر ها)

۵- مواد حباب ساز

۶- سایر افزودنی ها

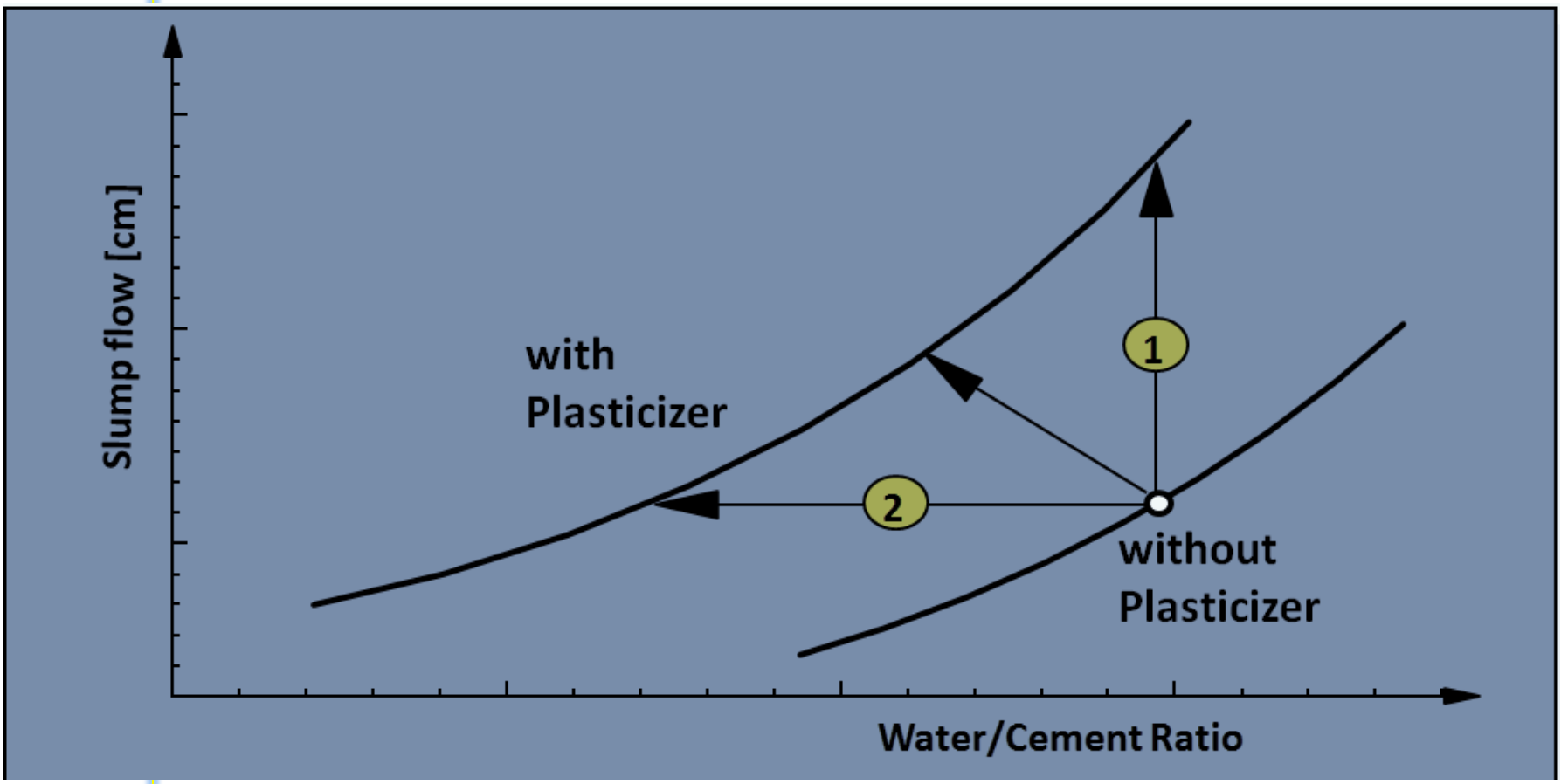
روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

تعریف:

روان کننده ها موادی هستند که می توانند مقدار آب لازم مخلوط بتن را برای رسیدن به یک کارایی معین در مقایسه با بتن شاهد کاهش دهند. همچنین قادر هستند مقدار کارایی مخلوط را بدون نیاز به تغییر در نسبت آب به سیمان افزایش دهند. این افزودنی ها، کیفیت بتن را برای رسیدن به یک مقاومت مشخصه و با مقدار سیمان کمتری بهبود می بخشند. همچنین این مواد، خواص بتن های دارای سنگدانه های با کیفیت پایین تر را بهبود می بخشند و بتن ریزی در شرایط سخت را سهل تر می کنند.

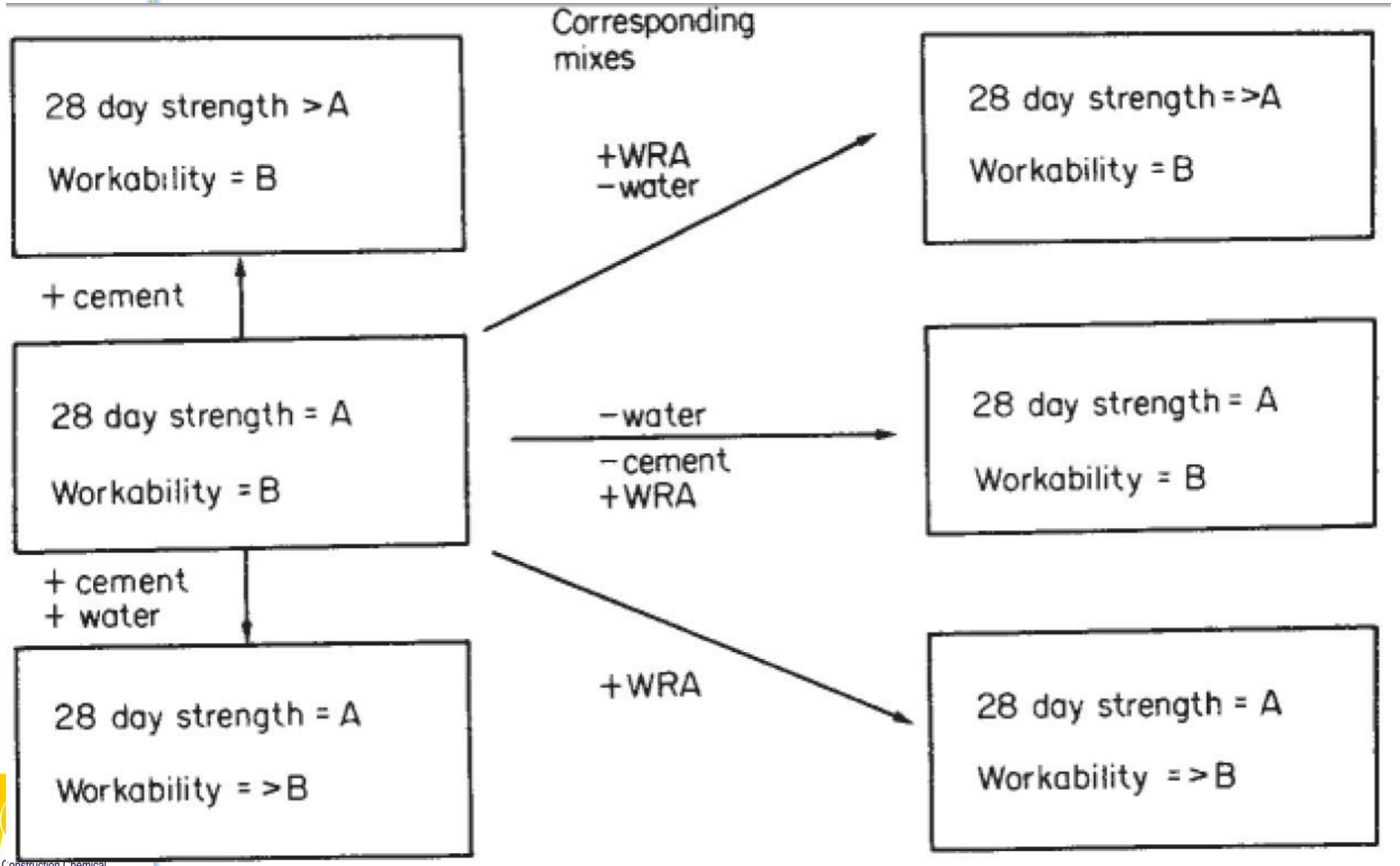
انجمن بتن ایران

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب



The Construction Chemical

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب



روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

ترکیب شیمیایی

اصلیترین مواد مورد مصرف و افزودنی های روان کننده عبارتند از:

۱ – اسیدهای لیگنوسولفونیک و نمکهای آنها
۲ – اسیدهای لیگنوسولفونیک اصلاح شده و مشتقات آنها و نمکهای این اسیدها
۳ – اسیدهای هیدروکسیلات کربوکسیلیک و نمکهای آنها
۴ – اسیدهای هیدروکسیلات کربوکسیلیک اصلاح شده و مشتقات آنها و نمک های اسیدهای آنها
۵ – موادی مانند نمکهای روی، فسفات ها، کلرایدها، کربوهیدرات ها، پلی ساکاریدها و ترکیبات قندی
۶ ترکیبات یلیمری، مشتقات ملامین، مشتقات نفتالین

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

لیگنوسولفونات‌ها:

- لیگنوسولفانات‌ها با خواص روان‌کنندگی، بیشتر بصورت اسیدهای لیگنوسولفونیک و نمک‌های آن بخصوص نمک سدیم و کلسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد در موقع تولید سلولز به صورت مواد جانبی به شکل اسید لیگنوسولفونیک محلول و یا به صورت نمک جدا می‌شود.

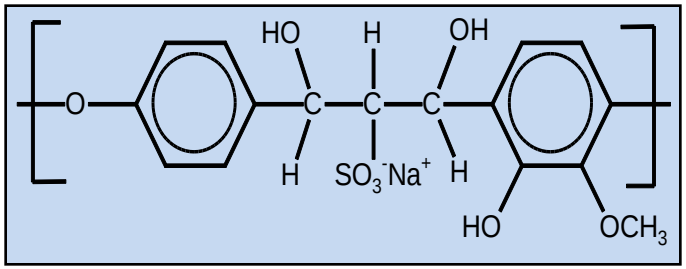
- این محصول دارای رنگ سیاه مایل به قهوه‌ای و معمولاً دارای درصدی از ناخالصی‌های مختلف است که بستگی به نوع تولید دارد و بیشتر شامل شکر و یا ضایعاتی است که در موقع تولید سلولز خارج می‌شود. این ناخالصی‌ها بعضی مواقع باعث تأخیر گیرش و در نتیجه تأخیر عمل هیدراتاسیون سیمان می‌گردند.

- از آنجا که لیگنو سولفونات‌ها باعث کاهش کشش سطحی آب و دانه‌های سیمان می‌گردند، در نتیجه جدا شدن آنها از یکدیگر سریعتر می‌شود؛ بنابراین حرکت دانه‌ها نسبت به یکدیگر آسانتر انجام گرفته و کارآیی بتن افزایش می‌یابد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

- **لیگنوسولفونات‌ها:**

– متداول‌ترین آنها لیگنوسولفونات‌ها می‌باشند و اولین مصرف رسمی آن در سال ۱۹۳۲در کشور آمریکا ثبت شده است.



روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

- **نفتالین ها و ملامین ها:**

– این مواد، نسل دوم فوق روان کننده ها می باشند.

الف– ملامین فرمالدهاید: اولین تاریخ ثبت شده مصرف ۱۹۵۵

ب– نفتالین سولفونات: اولین تاریخ ثبت شده مصرف ۱۹۶۵

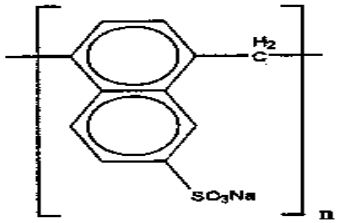


Figure 2.2a. Molecular Structure of Linear Sodium Poly-β-Naphthalene Sulphonate

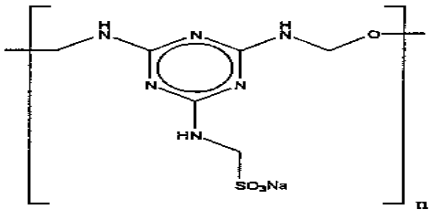


Figure 2.2b. Molecular Structure of Sodium Polymelamine Sulphonate

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

مکانیزم عملکرد

سیستم خمیر سیمان، معمولاً به شکل توده های ذرات جامد است که تمایل دارد به شکل زنجیره های خوشه ای شکل متراکم درآید. با افزودن مواد روان کننده نیروی جذب بین این ذرات کاهش می یابد و در نتیجه زنجیره ها شکسته می شوند و ذرات قابلیت حرکت بیشتری می یابند و مخلوط روانتر می گردد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

عوامل مؤثر در مکانیزم عملکرد

نوع، ترکیب و مقدار مصرف

اثرات مواد متفاوت و انواع افزودنی های روان کننده بستگی به ترکیبات شیمیایی آنها دارد. همچنین غلظت آنها نیز عامل مؤثری در عملکرد این مواد است. مقدار بیشتر این مواد نیز اثر روان کنندگی و کاهندگی آب بیشتری خواهد داشت. گرچه مقدار بیش از اندازه ممکن است گاهی نه تنها اثر بیشتری نداشته باشد بلکه باعث اثرات جانبی مانند افزایش احتمال آب انداختگی، جدا شدگی و یا دیرگیری شدید گردد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

عوامل مؤثر در مکانیزم عملکرد

نوع و مقدار سیمان

ترکیب شیمیایی و مشخصات فیزیکی سیمان نیز ممکن است بر روی عملکرد ماده افزودنی روان کننده تأثیر بگذارد. تحقیقات نشان داده است نسبت C_3A به C_3Sو همچنین مقدار C_3A بر روی تأثیر مواد افزودنی روان کننده مؤثر است. همچنین مواد پوزولانی مانند سرباره ها، خاکستربادی و دوده سیلیس در مقایسه با سیمان معمولی نیاز به مصرف بیشتری از این مواد برای رسیدن به یک اسلامپ معین دارند.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

عوامل مؤثر در مکانیزم عملکرد

نوع سنگدانه

در بعضی موارد، دانه بندی، شکل، بافت و خواص فیزیکی و ترکیبات معدنی سنگدانه ها ممکن است بر روی عملکرد این مواد اثر داشته باشند.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

عوامل مؤثر در مکانیزم عملکرد

دما

دمای هوا و دمای ساخت بتن بر روی عملکرد این مواد تاثیر دارد، لذا قبل از مصرف آن باید مقدار دقیق مصرف آنها در شرایط محیطی واقعی تعیین گردد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن تازه

مقدار هوای بتن

بعضی از انواع روان کننده ها بسته به غلظت و نوع ترکیب در حدود دو تا شش درصد هوا وارد بتن می کنند، در عین حال مقادیر بیشتر ورود هوا نیز گزارش شده است. مقدار هوای قابل ورود به بتن با تغییر ترکیب نسبت اجزای بتن و افزودنی قابل کنترل است.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن تازه

وزن مخصوص

در صورت استفاده از این مواد بعنوان افزودنی های کاهنده آب، وزن مخصوی بتن می تواند افزایش یابد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن تازه

کارایی

استفاده از افزودنی های روان کننده باعث افزایش کارایی مخلوط بتن با حفظ نسبت آب به سیمان می گردد. همچنین با کاهش مقدار آب در مخلوط می توان به یک اسلامپ مشابه با مخلوط بتن دست یافت.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن تازه

آب انداختگی

در صورت مصرف این مواد بعنوان مواد کاهنده آب، آب انداختگی کاهش می یابد. در صورت استفاده از این مواد بعنوان روان کننده، اگر نسبت های اجزاء مخلوط بتن مناسب انتخاب نشده باشد و یا دانه بندی سنگدانه ها مناسب نباشد، احتمال افزایش آب انداختگی وجود دارد.
همچنین افزودنی های کاهنده آب از نوع اسیدهای هیدروکسیلات کربوکسیلیک تمایل به آب انداختگی دارند و لذا استفاده از آنها در بتن های با اسلامپ زیاد، دقت زیادی می طلبد. افزودنی های با پایه لیگنوساولفونات ها عملکرد بهتری دارند، زیرا خاصیت هوازایی نیز دارند که باعث کنترل آب انداختگی می شود. در مقدار معمول مصرف این نوع افزودنی ها (از نوع lignin) مقدار هوا در بتن حدود ۱ تا ۲ درصد افزایش می یابد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن تازه

سرعت افت اسلامپ

سرعت افت اسلامپ با افزودن مواد افزودنی روا نکننده/کاهنده آب ممکن است افزایش یابد. به همین دلیل بهتر است این مواد در کارگاه افزوده شوند. مدت زمان کارکردن با بتن به عوامل زیادی بستگی دارد که میزان مصرف این مواد، استفاده از سایر مواد افزودنی، مشخصات سیمان، نسبت آب به سیمان، درجه حرارت بتن و مدت زمان مخلوط شدن بتن در هنگام افزودن این مواد را شامل می شود.
کلیه بتن های حاوی افزودنی کاهنده آب، معمولاً اسلامپ خود را در مقایسه با بتن شاهد به سرعت از دست می دهند. همچنین بسیاری از افزودنی های کاهنده آب تمایل به دیرگیرکردن بتن دارند.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن سخت شده

اگر نسبت آب به سیمان و روانی بتن و ملات را ثابت نگه داریم، با توجه به خاصیت کاهش آب که توسط این مواد ایجاد می شود، می توان عیار سیمان را به همان نسبت کاهش داد . لذا جمع شدگی و احتمال ترک خوردگی در مرحله خمیری و همچنین در بتن سخت شده نیز کاهش می یابد. این کاهش عیار سیمان در واقع باعث افزایش مقاومت و پایایی بتن و کاهش نفوذپذیری بتن می شود.

علاوه بر این ممکن است کاهش عیار سیمان به عنوان یک هدف برای کاهش گرمازایی بتن باشد و یا یک هدف اقتصادی محسوب گردد.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

نحوه مصرف

مقدار مصرف افزودنی های روان کننده (کاهنده آب) باید مطابق توصیه های تولیدکننده باشد . مقدار مصرف معمول این مواد با توجه به نوع و ترکیب شیمیایی آنها حدود ۰/۲ تا ۱ درصد وزنی سیمان است.

افزودنی های روان کننده هم به شکل مایع و هم به شکل پودری وجود دارند . معمولاً توصیه می شود تا این مواد بصورت مایع در بتن استفاده شوند و اگر بصورت پودری هستند توسط مقداری از آب طرح مخلوط بصورت مایع درآیند. با توجه به مقدار کم مصرف آنها، باید تجهیزات اختلاط و نحوه مصرف طوری باشد که مواد کاملاً مناسب و دقیق و یکنواخت در مخلوط پخش شوند. روش ساده و مناسب مصرف این مواد اضافه نمودن در پایان مراحل اختلاط می باشد.

یکی از بهترین روشهای مصرف این مواد جهت اطمینان از پخش یکنواخت آن در مخلوط به این صورت است که پس از اختلاط اولیه سیمان، سنگدانه و ۵۰ تا ۷۰ درصد آب، ماده افزودنی به مابقی آب لازم اضافه گردد و سپس به مخلوط اضافه شود. نحوه چگونگی افزودن مواد روان کننده ممکن است باعث شود تا در مخلوط های بتن با نسبت های اجزای مشابه، روانی متفاوتی بدست آید . مصرف بیش از اندازه افزودنی روان کننده ممکن است باعث تأخیر زیاد در زمان گیرش، کاهش مقاومت اولیه و افزایش مقدار هوای بتن شود.

روان کننده ها / کاهنده های معمولی آب

توصیه های مصرف

جهت کنترل انطباق، آزمایش های اثبات و تأیید افزودنی های مایع باید انجام گیرد.
آزمایش های شناسایی شامل مقدار کلراید و قلیاییت، مقدار مواد جامد، pH و طیف سنجی مادون قرمز است.
در مواردی که افزودنی های کاهنده آب دارای خاصیت دیرگیری هستند، ترک خوردگی در اثر خیز بار مرده در طول بتن ریزی بسیار محتمل است، لذا مسائل مربوط به عمل آوری و محافظت، بعلت پتانسیل جمع شدگی و آب انداختگی این مواد باید بسیار مورد توجه قرار گیرد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

تعریف

فوق روان کننده ها موادی هستند که امکان افزایش کارایی یک مخلوط بتنی را در نسبت آب به سیمان ثابت و یا امکان کاهش مقدار آب را برای رسیدن به یک مقدار روانی مشابه با مخلوط شاهد را با تأثیر بیشتر در مقایسه با روان کننده ها فراهم می کنند.

مدت اثر این مواد موقتی است و طول مدت اثر آن بسته به نوع و ترکیب شیمیایی این مواد متغیر می باشد.

استفاده از فوق روان کننده های قوی از سال ۱۹۸۸ آغاز شده است. این مواد عبارتند از:

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

ترکیب

فوق روان کننده های موجود و مورد مصرف را بطور کلی بر اساس ترکیبات شیمیایی موجود در آنها می توان در گروههای اصلی زیر طبقه بندی کرد:

1. بتانفتالین سولفونات فرمالدئید تغلیظ شده
2. ملامین سولفونات فرمالدئید تغلیظ شده
3. لیگنوسولفونات های اصلاح شده
4. استرهای اسیدهای سولفونیک
5. نمک اسیدهای کربوکسیلیک/هیدروکربوکسیلیک
6. اسیدهای پلی کربوکسیلیک

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

مکانیزم عملکرد

مکانیزم کار افزودنی های فوق کاهنده آب با پایه نفتالین و ملامین بر اساس جذب سطحی قسمت آنیونی افزودنی و مقدار سطح تماس آن با آب خالص است. سر غیرقطبی پلیمر قسمتی است که باعث جذب سطح سیمان می شود و آب دوست بودن این قسمت سبب میل مخلوط به سوی انحلال می شود. تأثیر اساسی را افزایش بار منفی روی دانه های سیمان می گذارد بدین ترتیب که ذرات سیمان یکدیگر را دفع می کنند (دافعه الکترواستاتیکی) و پراکندگی بوجود می آید. بنابراین نیاز به آب کمتر شده که برای تهیه بتن با کارایی مناسب یک عامل ایده آل محسوب می شود.

فوق روانکننده های با پایه کربوکسیلیک بیش از افزودنی های با پایه نفتالین یا ملامین، مکانیزم دوگانه الکترواستاتیک و دافعه را تقویت می نمایند و پراکندگی سیمان را کنترل می کنند. علاوه بر دافعه الکترواستاتیک، طرز قرار گرفتن مولکول ها و زنجیره فواصل آنها را نیز تنظیم می کند و این عامل به طور فیزیکی کمک می کند تا ذرات سیمان جدا از یکدیگر بمانند و این اجازه می دهد تا آب سطح تماس بیشتری از سیمان را احاطه کند.

مکانیزم عملکرد مواد فوق روان کننده اساساً به قابلیت آنها در جذب سطحی ذرات سیمان و اصلاح خواص و رفتار رئولوژی ماتریس سیمان مربوط است. مقدار و قدرت جذب سطحی این مواد بستگی به ترکیب شیمیایی و معدنی سیمان، ریزی آن و همچنین مقدار فاز C3Aدارد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

اثرات مصرف

مواد فوق روان کننده می توانند در دو حالت مورد استفاده قرار بگیرند. در یک حالت می توانند روانی بیشتری را در یک نسبت آب به سیمان ثابت در مقایسه با بتن شاهد ایجاد کند (فوق روان کننده) و در حالت دیگر باید قادر باشند تا یک روانی ثابت را در مقایسه با یک بتن شاهد با کاهش آب مخلوط فراهم کنند (فوق کاهنده آب) که در هر یک از این حالات مورد استفاده قرار گیرند دارای اثراتی بر خوای بتن تازه و سخت شده هستند که در ادامه شرح داده می شود:

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

وزن مخصوص

وزن مخصوص بتن تازه در حالتی که از این مواد بعنوان فوق کاهنده آب استفاده شود، معمولا افزایش می یابد.

روانی

مواد فوق روان کننده بطور چشمگیری، قابلیت سیالیت و روانی بتن را افزایش می دهند . زمانی که فوق روان کننده به بتن با مقدار آب ثابت اضافه می شود، اسلامپ افزایش می یابد. هر چه مقدار افزودنی بیشتر باشد اسلامپ نیز بیشتر می شود. معمولا برای مقادیر بیش از مقدار توصیه شده توسط سازندگان، این افزودنی ها اثری در افزایش اسلامپ ندارند و حتی ممکن است باعث ایجاد مشکلاتی مانند جداشدگی با آب انداختگی شوند. مقدار مورد نیاز برای تولید بتن با روانی متفاوت به ویژگیهای سیمان، اسلامپ اولیه، نسبت آب به سیمان، دما، زمان افزودن و تناسب ترکیبات بتن بستگی دارد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

چسبندگی

در نتیجه کاهش مقدار آب، چسبندگی مخلوط به مقدار زیادی بهبود می یابد.

مقدار هوا

مقدار هوا ممکن است افزایش یابد.

افت اسلامپ

در یک کارایی اولیه مشابه، افت اسلامپ در یک مخلوط بتنی دارای فوق کاهنده آب ممکن است بیش از مخلوط شاهد باشد. در نسبت آب به سیمان مشابه نیاز، افت اسلامپ در یک مخلوط دارای فوق روان کننده ممکن است بیشتر و یا کمتر از مخلوط شاهد باشد و این بستگی به عملکرد فوق روان کننده مصرفی دارد.

پمپ پذیری

پمپ پذیری بتن با استفاده از فوق روان کننده ها افزایش می یابد که این در نتیجه افزایش کارایی و چسبندگی بهتر است.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن در زمان گیرش

گیرش

بطور کلی به مقدار ناچیزی ممکن است زمان گیرش بتن را به تأخیر اندازند. اگراین مواد بعنوان فوق کاهنده آب به مقدار معمول مصرف شوند، اثر قابل توجهی بر گیرش ندارند.

جمع شدگی پلاستیک

ترک خوردگی ناشی از جمش شدگی پلاستیک در صورت استفاده از این مواد و در شرایطی که تبخیر از سطح بتن زیاد باشد ممکن است بیشتر شود، زیرا در اثر استفاده از این مواد، آب انداختگی در سطح بتن کاهش می یابد و سرعت تبخیر از سطح از مقدار آب انداختگی بیشتر خواهد شد.

آب انداختگی

آب انداختگی در صورت استفاده از مواد فوق کاهنده آب کاهش می یابد . در صورتیکه از این مواد بعنوان فو ق روان کننده استفاده شود و در مخلوط بتنی دانه بندی سنگدانه مناسب نباشد آب انداختگی می تواند افزایش یابد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن سخت شده

مقاومت

در صورت استفاده از این مواد بعنوان کاهنده قوی آب، به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان در مخلوط، مقاومت بتن بطور قابل توجهی افزایش می یابد. در حالیکه از این مواد بعنوان فوق روان کننده استفاده شود در خواص مقاومتی بتن تغییری عمده و قابل توجه حاصل نمی شود، اما افزایش جزئی مقاومت گزارش شده است که به دلیال پخش و توزیع بهتر سیمان در بتن، منطقی و قابل توجیه است.

جذب مویینه

در صورت استفاده از مواد کاهنده قوی آب، جذب موئینه بشدت کاهش می یابد.

نفوذپذیری

نفوذپذیری بتن بطور مستقیم با جذب مویینه که متأثر از نسبت آب به سیمان است، ارتباط دارد . لذا با استفاده از مواد کاهنده قوی آب، نفوذپذیری بتن به مقدار زیادی کاهش می یابد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

نحوه مصرف

فوق روان کننده ها معمولاً بصورت محلول در آب می باشند که مقدار مواد خشک موجود در آنها ۳۰ تا ۴۰ درصد وزنی است. جهت مصرف این مواد آنها را معمولاً به آب طرح اضافه می کنند یا در مراحل پایانی اختلاط به مخلوط اضافه می نمایند. اضافه کردن در مراحل پایانی اختلاط، سبب عملکرد بهتر این مواد می شود. بعضی از این مواد گاهی به شکل پودر مصرف می شوند که قبل از اضافه کردن آب مخلوط، به سیمان یا سنگدانه اضافه می شود که این حالت بیشتر در ملات های خشک آماده و یا بتن های خشک که آب مخلوط در محل بتن ریزی اضافه می گردد، بکار می رود.
مقدار مصرف بهینه این مواد بر حسب نوع، خواص و ترکیب شیمیایی آنها بسیار متفاوت است. همچنین به مواردی مانند نوع سیمان، دمای ساخت بتن و ... نیز بستگی دارد. مقدار مصرف صحیح این مواد باید قبلاً طبق توصیه های سازنده و در آزمایشگاه با در نظر داشتن شرایط محیطی و اقلیمی در محل مصرف تعیین شود.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

توصیه های مصرف

• معمولاً زمانی که برای تهیه یک بتن مناسب از کاهنده قوی آب استفاده می شود، جداشدگی اتفاق نمی افتد. با این وجود در نظر نگرفتن پیش بینی های لازم و عدم احتیاط می تواند سبب جداشدگی شود. نامتناسب بودن اجزاء بتن و اختلاط ناقص می تواند سبب آب انداختگی و جداشدگی شود.

•تناسب نادرست اجزاء بتن ممکن است در بتن های با اسلامپ کم آشکار نباشد، اما در بتن های روان با اسلامپ زیاد این نقص ها و کمبودها اهمیت پیدا می کنند و می توانند سبب جداشدگی و یا آب انداختگی شوند. به همین علت است که جداشدگی در بتن های روان که با افزودنی های کاهنده قوی آب ساخته می شوند، بیشتر مشاهده می شود . یک راه برای اطمینان یافتن از عدم جداشدگی، افزایش سنگدانه های ریز و استفاده از مصالح و سنگدانه ها با سطح زبرتر و توجه به دانه بندی سنگدانه و مواد ریز بتن است.

• استفاده از یک افزودنی فوق روان کننده/کاهنده قوی آب برای افزایش اسلامپ نباید سبب افزایش آب انداختگی در یک بتن با نسبت های مناسب شود. به همین علت، در هنگام کار با افزودنی هایی از نوع نمک اسیدهای کربوکسیلیک و هیدروکربوکسیلیک که میل به افزایش آب انداختگی بتن دارند باید توجه لازم را نمود. آب انداختگی را می توان از طریق تغییر ترکیب اجزاء بتن که در جلوگیری از جداشدگی نیز مؤثر است، کاهش داد.

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

کاربرد فوق روان کننده‌های قوی:

- تولید بتن های خود تراکم (SCC)

فوق روان کننده ها / کاهنده های قوی آب

تولید بتن های فوق توانمند (UHPC):

انتظارات:

کاملا روان (پخش شدگی حدود ۷۰ سانتی متر)

مقاومت فشاری بیش از ۱۵۰ مگاپاسکال

مقاومت خمشی بیش از ۳۰ مگاپاسکال

نسبت آب به سیمان کمتر از ۰/۲۵

دوام در برابر عوامل داخلی و محیطی

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

تعریف:

تسریع کننده‌ها با تندکردن روند آبگیری سیمان موجب کاهش زمان گیرش (زودگیری)، افزایش آهنگ کسب مقاومت (زودسخت‌شدن)، یا هر دو می‌شوند. برخی از افزودنی‌ها با افزایش چسبندگی خمیر، عملکردی مشابه شتاب‌دهنده‌ها دارند.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

موارد مصرف

تسریع کننده ها، اولین بار در عملیات بتن ریزی در هوای سرد مورد استفاده قرار گرفتند. اما اکنون در کلیه شرایطی که کاهش زمان گیرش و کسب مقاومت اولیه نیاز باشد استفاده می شوند . همچنین در بتن ریزی در هوای سرد، تندگیرکننده ها می توانند زمان گیرش را به حالت عادی تر برگردانند و از کاهش شدید مقاومت اولیه تا حدودی جلوگیری نمایند و مدت عمل آوری و قالب برداری را کاهش دهند.

در ساخت قطعات پیش ساخته و پیش تنیده برای افزایش مقاومت اولیه و یا اعمال پیش تنیدگی بویژه در قطعات پیش کشیده می توان این افزودنی ها را بکار برد.

نکته ای که باید به آن توجه شود این است که این مواد نقطه انجماد آب داخل بتن را به میزان چشمگیری کاهش نمی دهند و لذا اطلاق نام "ضد یخ" کاملاً غلط می باشد.

اغلب تسریع کننده های سخت شدگی مقاومت اولیه را بهبود می بخشند، زیرا سرعت هیدراتاسیون C3S , C2Sرا افزایش می دهند. این مواد تأثیری در مقاومت درازمدت بتن ندارند مگر در صورتیکه با مواد کاهش دهنده آب ترکیب شده باشند.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

دسته بندی:

تندگیرکننده‌ها بر اساس عملکرد و کاربردشان به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

- **تسریع کننده گیرش**
- **زودگیرکننده (افزودنی‌های بتن پاششی)**
- **آنی‌گیرکننده**
- **زودسخت‌کننده**

ممکن است در برخی موارد در عملکرد این چهار گروه اصلی همپوشانی‌هایی وجود داشته باشد.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

تسریع کننده ها:

- سرعت بخشیدن به روند گیرش بتن در محدوده استاندارد.

- شناخته‌شده‌ترین تندگیر بتن، تری‌اتانل‌آمین است. ولی به دلیل آنکه واکنش آبگیری سیلیکات‌ها را به تأخیر می‌اندازد، تری‌اتانل‌آمین کمتر به تنهایی به عنوان یک تندگیرکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- باید توجه داشت که برخی از این ترکیبات همانند تری‌اتانل‌آمین در مقادیر مصرف زیاد، ممکن است اثر کندگیری و دیرسخت شدن از خود بروز دهند.

- برخی دیگر از ترکیبات آلی در نسبت‌های پایین آب به مواد سیمانی اثر تسریع کنندگی دارند که از جمله این ترکیبات می‌توان به اوره، اسید اگزالیک، برخی از ترکیبات حلقوی، ترکیبات تغلیظ شده آمین‌ها و فرمالدهاید اشاره کرد.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

زودگیرکننده‌ها:

- زودگیرکننده‌ها (افزودنی‌های شاتکریت) می‌توانند خاصیت بازی، خنثی، یا اسیدی داشته باشند.

- از جمله زودگیرکننده‌ها می‌توان به آلومینات‌ها، هیدروکسیدها، کربنات‌ها، فلوروسیلیکات‌ها، سولفات آهن، سولفیت آلومینیم، سیلیکات‌های قلیایی، تیوسیانات‌ها، و تیوسولفات‌ها اشاره کرد.

- سیلیکات سدیم اصلاح شده و برخی از ترکیبات ویژه اسیدهای قندی در گروه زودگیرکننده‌ها قرار دارند.

- زودگیرکننده‌های بتن پاششی از دیدگاهی دیگر به دو گروه قلیایی و غیر قلیایی دسته‌بندی می‌شوند. منظور از زودگیرکننده غیرقلیایی، افزودنی است که مقدار کاتیون‌های قلیایی (Na^+ و K^+) آن کمتر از ۱٪ باشد.

انجمن بتن ایران

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

TABLE 1 Shotcrete Admixture Requirements

Type I—Dry-Mix Shotcrete

Grade	Admixture	ASTM Standard	Other Limits
1	Accelerating, conventional	D 98, C 494 Type C or E	
2	Retarding	C 494 Type B or D	
3	Pozzolanic	C 618, C 989, C 1240	
4	Metallic iron	Not established	The metallic particles shall be ground iron free from rust, oil, foreign materials, and nonferrous metal particles. The grading of the metallic aggregates shall be as follows when tested according to C 136: U.S. Sieve No. — %Passing 4.75 mm (No. 4) — 100 2.36 mm (No. 8) — 90–100 1.18 mm (No. 16) — 70–85 600 µm (No. 30) — 20–35 300 µm (No. 50) — 0–10 150 µm (No. 100) — 0–5
5	Coloring	C 979	Even when using materials conforming to C 979, it may be difficult to obtain uniformity of coloring because of the placement procedures in dry-mix shotcreting.
6	Organic Polymer	C 1438	
9	Accelerating, quick-setting	C 1398	Initial time of setting 1 to 3 min and final time of setting not more than 12 min in two of every three tests and chloride llmits of ACI 318 shall not be exceeded.

Type II—Wet-Mix Shotcrete

Grade	Admixture	ASTM Standard	Other Limits
1	Accelerating, conventional	D 98, C 494 Types C or E	
2	Retarding	C 494, Type B, D or G	
3	Pozzolanic	C 618, C 989, C 1240	
4	Metallic iron	Not established	See Type I, Grade 4
5	Coloring	C 979	
6	Organic Polymer	C 1438	
7	Water reducing	C 494, Types A, D, E, F, or G	
8	Air-entraining	C 260	
9	Accelerating, quick-setting	C 1398	See Type I, Grade 9

The Construction Chemical

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

آنی‌گیرکننده‌ها:

- بسیاری از زودگیرکننده‌ها مانند آلومینات‌ها، هیدروکسیدهای فلزهای قلیایی، کربنات‌ها و سیلیکات‌ها در مقدار مصرف زیاد می توانند موجب گیرش آنی شوند.
- یکی دیگر از آنی‌گیرها، سیمان‌های زودگیر (بدون سنگ گچ) یا بسیار نرم هستند که برای انسداد نشت آب کاربرد فراوانی دارد.
- آنی‌گیرها معمولا در ترکیب با ملات‌های آماده عرضه می‌شوند.
- ملات‌های آنی‌گیر فقط استفاده موقت دارند و لازم است به محض قطع نشتی ملات یا بتن پوششی اصلی برای استحکام بخشی اجرا شود.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

زودسخت کننده‌ها:

- کلسیم کلراید اولین زودسخت‌کننده‌ای است که از سال ۱۸۸۵ میلادی مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه این ماده به دلیل تسریع خوردگی میلگردهای فولادی، در بتن مسلح کاربرد ندارد ولی می‌تواند در بتن غیر مسلح به کار رود.
- از زودسخت‌کننده‌های بدون کلراید می توان به فرمات کلسیم، نیتریت‌ها و نیترات‌ها اشاره کرد.

بسیاری از فوق روان‌کننده‌ها، به ویژه پلی کربوکسیلات‌ها، روند کسب مقاومت را شتاب می‌دهند.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

مکانیزم عملکرد

تسریع کننده های غیرکلریدی

اغلب جهت خنثی کردن اثرات دیرگیری افزودنی های کاهش دهنده آب استفاده می شوند. اگرچه تعدادی از ترکیبات آلی دیگر مانند اوره، اسید اکسالیک، آمین ها و فرمالدئیدها هستند که زمان گیرش را در سیمان تسریع می کنند، اما از این ترکیبات به صورت تجاری به عنوان تسریع کننده استفاده نمی شود.

فرمات کلسیم، هیدراتاسیون فاز C3S سیمان را تسریش می کند، اگر چه اثر آن مشابه کلرید کلسیم نمی باشد.

تری اتانول آمین نیز هیدراسیون فاز C3Aرا در سیمان تسریع می کند، گرچه هیدراتاسیون C3Sو C2Sرا به تأخیر می اندازد، لذا اغلب بعنوان یک تسریع کننده گیرش مطرح است. همچنین از این ماده جهت خنثی کردن اثر دیرگیری سایر افزودنی ها استفاده می شود.

از تسریع کننده های غیرکلریدی، متعلقات مربوط به اسیدهای کربوکسیلیک نیز در هیدراتاسیون سیلیکات های سیمان بصورت کاتالیزور عمل می کنند.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

کارایی

تسریع کننده ها دارای اثر قابل ملاحظه ای بر روی کارایی نیستند. اگرچه بعضی از تسریع کننده ها مانند کلراید کلسیم مقدار کارایی را به مقدار ناچیزی افزایش می دهد و مقدار نیاز آب را برای حصول به یک کارایی مشابه با بتن شاهد به مقدار کمی کاهش می دهد.

سفت شدن

تسریع کننده ها زمان گیرش بتن را کاهش می دهند در نتیجه افت روانی بیشتر از یک بتن شاهد خواهد بود.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن در مرحله گیرش

زمان گیرش
تسریع کننده ها زمان گیرش بتن را کاهش می دهند. بعضی از انواع آنها مانند کلرید کلسیم زمان گیرش اولیه و ثانویه را بطور قابل توجهی کاهش می دهند.

دمای هیدراتاسیون
تسریع کننده ها سرعت هیدراتاسیون سیمان را افزایش می دهند و لذا سرعت گرمای آزاد شده افزایش می یابد.

آب انداختگی
تسریع کننده ها به دلیل اینکه باعث می شوند واکنش های هیدراتاسیون و زمان مرحله گیرش سریعتر رخ دهد، لذا سرعت و مقدار آب انداختگی را کاهش می دهند.

جمع شدگی پلاستیک
در اثر مصرف تسریع کننده تقلیل می یابد، اما باعث افزایش ترک خوردگی خمیری بتن می شود.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن در مرحله سخت شدن

گرمای هیدراتاسیون

معمولاً تسریع کننده ها شدت گرمای هیدراتاسیون را در سنین اولیه سخت شدن افزایش می دهند. اما کل گرمای ناشی از هیدراتاسیون در مقایسه با بتن شاهد تقریباً یکسان خواهد بود.

افزایش مقاومتی

اصلی ترین مزیت استفاده از تسریع کننده ها افزایش زیاد مقاومت در سنین اولیه است.

مقاومت

روند کسب مقاومت در سنین مختلف، بستگی به نوع تسریع کننده دارد. مثلاً کلراید کلسیم مقاومت اولیه بتن را افزایش می دهد. اما مقاومت دراز مدت را کم می کند. فرمات و نیتریت کلسیم برخلاف کلرید کلسیم مقاومت را تا ۲۸ روز افزایش می دهد. تیوسولفات سدیم و فرمالدئید زمان گیرش را تسریع می کند اما مقاومت فشاری را در مقایسه با بتن شاهد مقداری کاهش می دهد.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

اثرات مصرف

اثر بر روی خواص بتن در مرحله سخت شدن

جمع شدگی حرارتی

جمع شدگی حرارتی با مصرف تسری کننده ها تشدید می شود.

جمع شدگی ناشی از خشک شدن

با مصرف تسری کننده ها کم می شود، زیرا بتن زودتر گرفته و مانع خروج آب از حجم خود می شود.

دوام و پایایی

بعضی از تسریع کننده ها ممکن است دوام دراز مدت بتن را مقداری کاهش دهند. مثلاً استفاده از کلرید کلسیم با مقدار مصرف زیاد مقاومت سولفاتی را کاهش می دهد. همچنین مقاومت در برابر یخ زدن و ذوب شدن متوالی با استفاده از تسریع کننده ها در سنین اولیه افزایش یافته، اما در دراز مدت کاهش می یابد که در این صورت استفاده از مواد حباب حباب زا توصیه می گردد.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

نحوه مصرف

نسبت های مخلوط

همانطور که گفته شد، تسریع کننده ها اثر چندانی بر روی کارایی و مقدار هوای بتن ندارند. لذا نسبتهای اجرای مخلوط مشابه با بتن شاهد خواهد بود. تنها در صورتی که این مواد بصورت مایع استفاده می شوند باید مقدار آب افزودنی را در محاسبه مقدار آب لازم طرح در نظر گرفت.

مقدار مصرف

از مقدار مصرف بیش از اندازه به دلیل امکان رفتار گیرش غیرمعمول و نامناسب باید جلوگیری نمود. مقدار مصرف، بستگی به نوع و ترکیب شیمیایی تسریع کننده، نوع سیمان مصرفی، مقادیر اجزاء مخلوط بتن، دمای ساخت بتن و بتن ریزی، دمای عمل آوری و ... دارد. مقدار مصرف دقیق باید توسط آزمایشگاه و با در نظر داشتن شرایط محیطی واقعی مشخص شده باشد.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

نحوه اضافه کردن

تسریع کننده ها به شکل جامد پودری یا مایع بکار م یروند. باید دقت داشت بعضی از تسریع کننده ها بطور مستقیم با سیمان ترکیب نشوند. زیرا ممکن است باعث گیرش ناگهانی و کاذب گردند. بنابراین توصیه می شود تا ابتدا به آب مخلوط اضافه شوند و سپس به دیگر اجزاء مخلوط ترکیب گردد.
در صورتیکه انواع دیگری از مواد افزودنی نیز استفاده می شود باید بطور جداگانه و طبق توصیه های سازنده و آزمایشگاه به مخلوط اضافه شود مگر اینکه از اندرکنش مناسب آنها مطمئن باشید. تولید کننده باید کلیه نکات مصرف ماده و روش استفاده آن را مشخص کند.

تسریع کننده های گیرش و سخت شدگی

توصیه های مصرف

- استفاده از کلراید کلسیم در سازه های بتنی مسلح ممنوع است.
- هر چند در هوای معمولی یا گرم می توان زودگیرکننده ها را بکار برد، اما بویژه در هوای گرم باید به گیرش خیلی سریع یا گرمازایی سریع در قطعات حجیم و تنش های حرارتی و ترک خوردگی ناشی از آن توجه داشت.
- معمولاً زودگیری به نوعی با کاهش مقاومت درازمدت و دوام و کاهش برخی پارامترهای مکانیکی همراه است. به هرحال این خسارات نباید زیاد باشد وگرنه از مصرف این مواد باید پرهیز کرد.
- طرح مخلوط بتن و مقدار مصرف افزودنی مورد نظر باید به دقت مشخص گردد و سپس مخلوط آزمون ساخته شود و پارامترهای مهم بویژه زمان گیرش و مقاومت های اولیه کنترل گردد. به هرحال مقدار مصرف باید در محدوده توصیه شده توسط تولید کننده باشد.
- هنگام استفاده از تسریع کننده های غیرکلریدی باید در انتخاب آنها دقت شود زیرا در بعضی از آنها نمک های محلول وجود دارد که ممکن است باعث خوردگی میلگردها شود.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

تعریف

کندگیرکننده ها موادی هستند که با کنترل و ایجاد تأخیر در هیدراتاسیون اجزاء سیمان، سرعت گیرش را کاهش داده و سبب افزایش مدت زمان گیرش سیمان می شوند. این مواد سبب تأخیر در هیدراتاسیون سیمان بدون تأثیر بر روی خواص مکانیکی طولانی مدت بتن می شوند.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

مکانیزم عملکرد

این افزودنی ها یک لایه فیلم نازک بر روی ذرات سیمانی ایجاد می کنند (با واکنش با ترکیبات C3Aو C3Sموجود در سیمان) و بنابراین منجر به جلوگیری یا کاهش واکنش آنها با آب می شوند. ضخامت این لایه نازک تعیین می کند که به چه میزان، سرعت هیدراتاسیون کند شده است. بعد از مدتی، این فیلم از بین می رود و هیدراسیون شروع می شود. به هرحال، باید توجه داشت که در بعضی موارد هنگامی که مقدار افزودنی از یک حد بحرانی بالاتر می رود، هیدراتاسیون ترکیبات سیمان فراتر از مرحلهٔ خاصی نمی رود و خمیر سیمان هیچگاه گیرش پیدا نمی کند. بنابراین، مهم است تا از استفاده بیش از حد از افزودنی کندگیرکننده در بتن اجتناب شود.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

عوامل مؤثر بر عملکرد

نوع و مقدار افزودنی و مرحله ای که به مخلوط اضافه می شود از عوامل تأثیرگذار میازان کندگیرکنندگی است. سایر عوامل تأثیرگذار بر درجهٔ کندکنندگی شامل نسبت آب به سیمان، مقدار سیمان، C3A و مقدار قلیایی موجود در سیمان می باشد. تأثیر کندگیرکننده در صورتی که اضافه کردن آن به بتن تازه با چند دقیقه تأخیر همراه باشد، افزایش پیدا می کند.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

کاربرد کندگیر کننده ها:

- تنظیم زمان گیرش بتن
- کاهش دمای ناشی از هیدراته شدن
- سهولت بتن‌ریزی در هوای گرم
- کنترل دما در بتن‌های حجیم
- کمک به حمل بتن آماده
- حمل و نقل طولانی بتن
- امکان استفاده از قالب لغزنده
- ایجاد فرصت بیشتر برای بتن‌ریزی
- کاستن از ترک‌های حرارت

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

روانی

افزودنیهای کندگیرکننده مقدار روانی را برای مدت بیشتری حفظ می کنند.

مقدار هوا

در اثر استفاده از این مواد، مقدار هوای بتن افزایش می یابد.

افت اسلامپ

همان طور که گفته شد اغلب کندگیرکننده ها دارای خاصیت روان کنندگی و یا کاهندگی آب هستند. لذا در نسبت آب به سیمان ثابت، افزودن آنها اسلامپ اولیه را افزایش می دهد، اما سرعت افت اسلامپ را نیز در مقایسه با بتن شاهد بالاتر خواهد برد.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

آب انداختگی

کندگیرکننده ها بر روی پتانسیل بتن تازه برای ته نشینی و آب انداختگی اثرات متفاوتی دارند. بعضی از این مواد مانند گلوکونات ها آب انداختگی را افزایش می دهند، اما گلوکزها باعث کاهش آب انداختگی می شوند. لیگنوسولفونات ها معمولاً اثر چندانی ندارند.

گیرش

استفاده از افزودنی های کندگیرکننده معمولاً باعث تأخیر در گیرش اولیه و نهایی بتن می شوند. تأخیر در زمان گیرش به نوع افزودنی و به خصوص به مقدار آن، دمای هوا و دمای بتن بستگی دارد.

جمع شدگی پلاستیک

با مصرف کندگیرکننده ها افزایش می یابد، اما ترک خوردگی پلاستیک را کم می کند.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن سخت شده

مقاومت

به علت عمل کندگیرکنندگی، مقاومت یک روزهٔ بتن کاهش می یابد. به هرحال، اثر این مواد در مقاومت درازمدت ناچیز است.

جمع شدگی حرارتی

با مصرف کندگیرکننده ها کم می شود.

جمع شدگی و خزش

سرعت جمع شدگی ناشی از خشک شدن و خزش بتن با استفاده از کندگیرکننده ها ممکن است افزایش پیدا کند، ولی مقادیر آن در درازمدت افزایش پیدا نمی کند.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

توصیه های مصرف

- آزمایش های کنترل باید بر روی افزودنی های مایع انجام شود تا انطباق مواد با الزامات تأیید گردد . آزمایش های شناسایی شامل مقدار کلراید و مقدار مواد جامد، pH و طیف سنجی مادون قرمز می باشد.
- هنگام استفاده از این مواد، باید عمل آوری و محافظت، به علت پتانسیل زیاد ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی بتن و آب انداختن صورت گیرد.
- در مواردی که احتمال ترک خوردگی ناشی از تبخیر و نشست خمیری در اثر بار مرده در طول بتن ریزی وجود دارد استفاده از این مواد توصیه نمی گردد.
- در انبار کردن مواد کندگیرکننده آلی باید به دما و تابش آفتاب توجه داشت زیرا می تواند زودتر از مواد غیرآلی فاسد شود.
- درصورتی که تبخیر از سطح بتن زیاد باشد و از مواد کندگیرکننده در بتن استفاده شود ممکن است احتمال ترک خوردگی بیشتر شود.
- در هوای گرم بویژه برای حمل طولانی بهتر است از مواد کندگیرکننده استفاده نمود. این مواد می توانند افت اسلامپ را کاهش دهند که از نظر اجرایی اهمیت زیادی دارد.

کندگیرکننده ها (دیرگیرکننده ها)

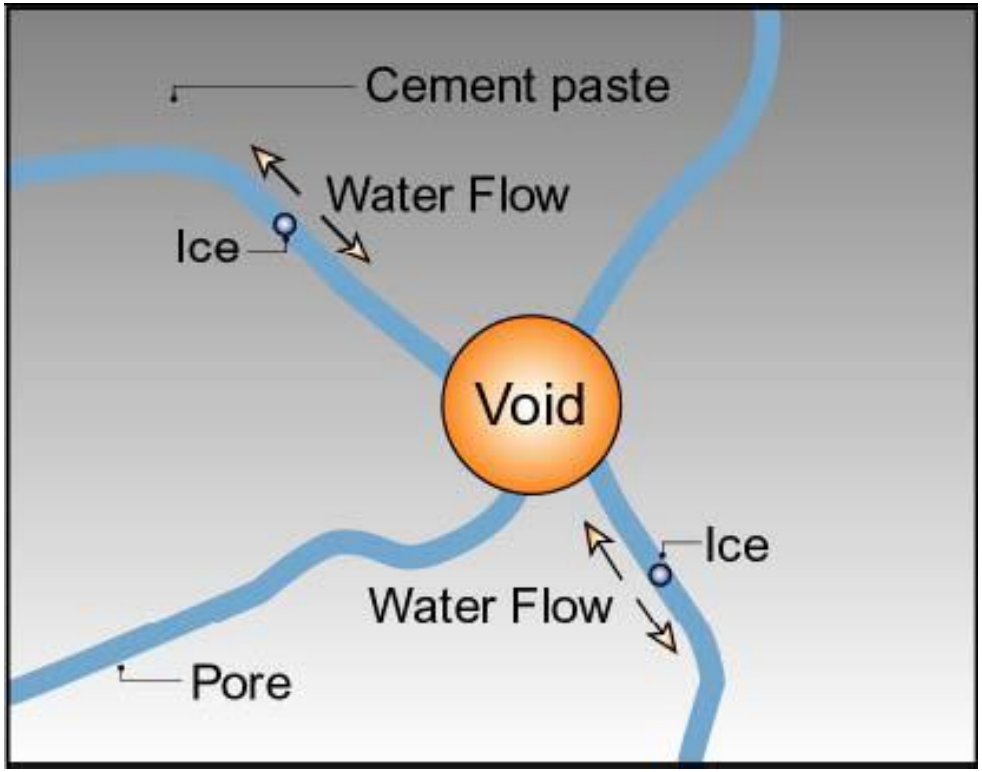
توصیه های مصرف

- افزایش زمان گیرش به میزان بیش از ۴ ساعت توصیه نمی شود. امروزه افزودنی های خاصی به بازار عرضه شده اند که زمان گیرش را بیش از ۲۴ ساعت به تأخیر می اندازد اما این مواد با مشخصات استاندارد موجود تطابق ندارند.
- در بتن های حجیم مواد کندگیرکننده می توانند بدلیل کاهش سرعت هیدراتاسیون در ساعات اولیه، سرعت گرمازایی را کاهش دهند.
- در زمانی که مشکل ایجاد درز سرد بین لایه های بتن ریزی وجود دارد یکی از روش های رفع مشکل، افزایش زمان گیرش می باشد که با مصرف مواد دیرگیر حاصل می شود.
- کندگیری حاصله از مواد کندگیرکننده استاندارد، معمولاً مقاومت های بتن را پس از چند روز کاهش نمی دهد و گاه مقاومت های درازمدت ممکن است افزایش یابد و معمولاً به افزایش دوام نیز کمک می کند.
- با توجه به میزان کندگیری لازم، طرح مخلوط بتن و مقدار افزودنی کندگیرکننده باید مشخص شود. به هرحال مقدار مصرف باید در محدوده توصیه شده توسط تولید کننده باشد.
- مصرف بیش از حد کندگیرکننده ممکن است اخلال جدی در گیرش بوجود آورد که به آب انداختن و روان شدگی بتن می انجامد و ممکن است بتن را عملاً غیرقابل مصرف نماید.

مواد حباب ساز (حباب زا)

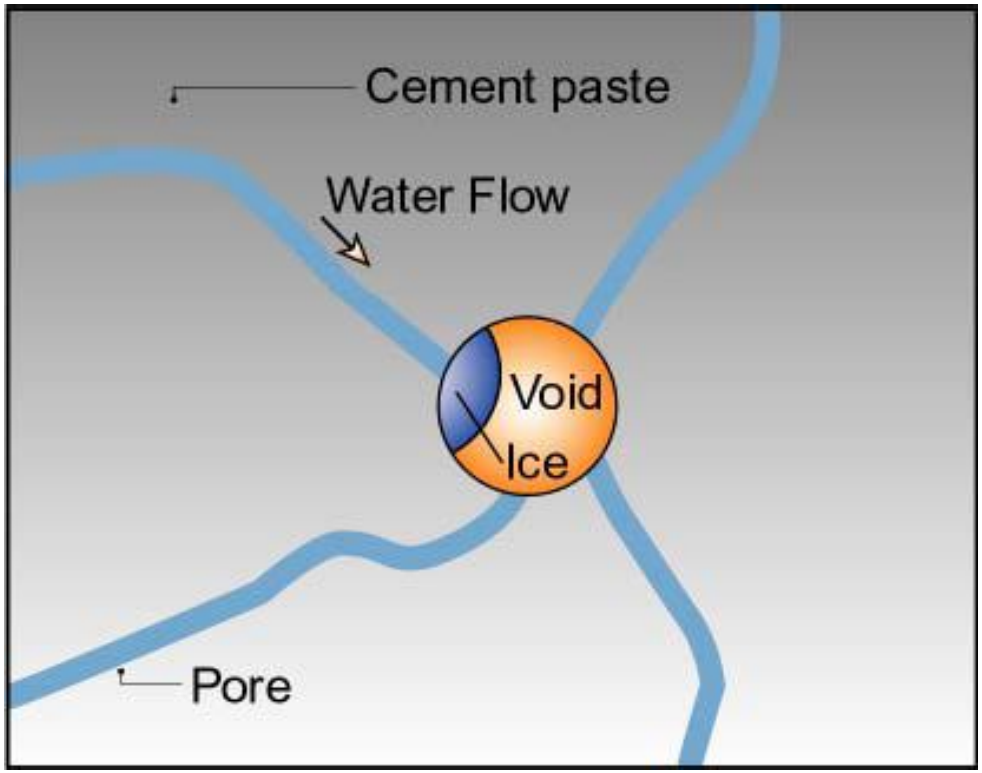
تخریب بر اثر پدیده یخ زدگی در بتن

تغییر شکل آب از حالت مایع به حالت یخ، افزایش حجمی برابر ۹ درصد دارد.

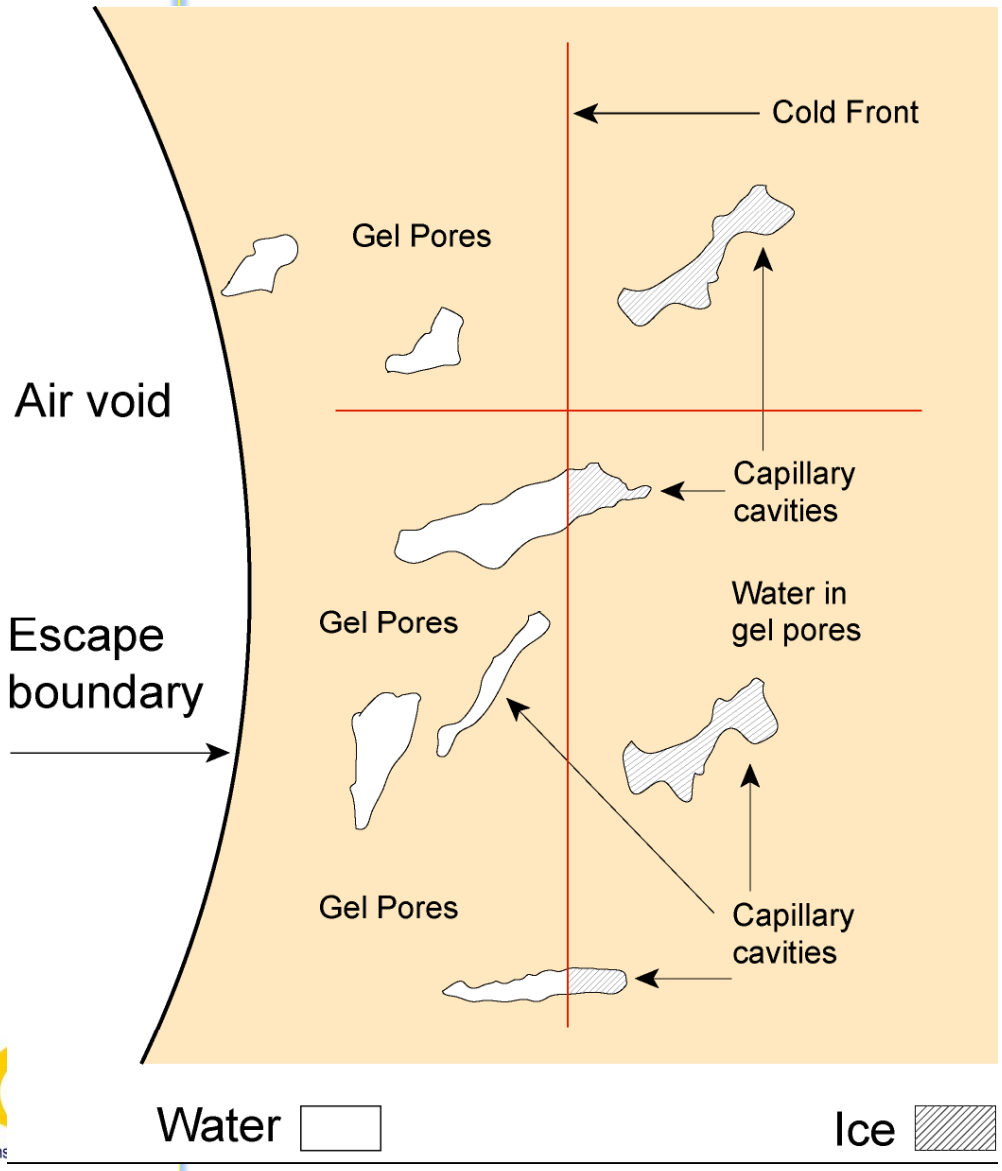


مواد حباب ساز (حباب زا)

حباب هوا با ایجاد یک مرز فرار برای ذرات یخ، مقاومت بتن در برابر یخ زدگی را افزایش می دهد



مواد حباب ساز (حباب زا)



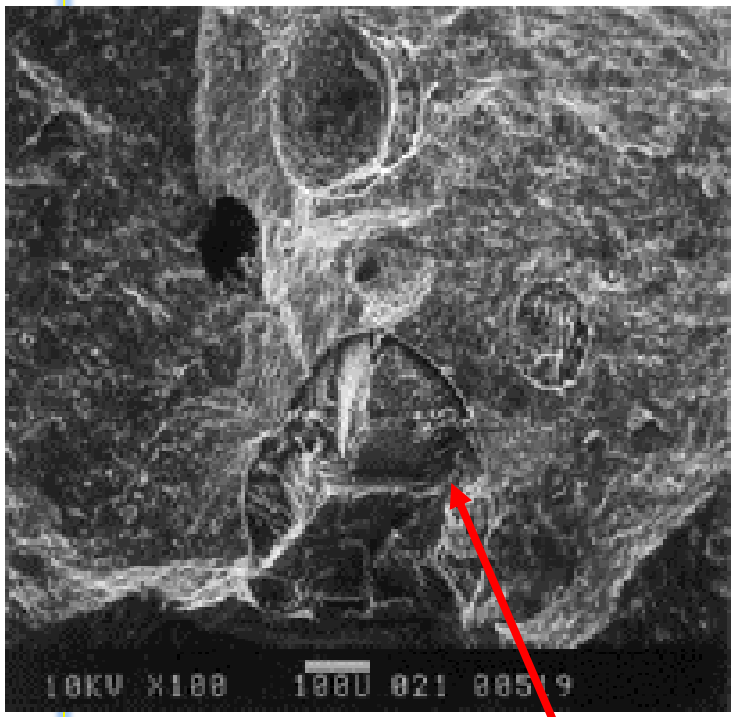
هرچه فاصله فرار برای ذرات یخ تا یک مرز آزاد کمتر باشد، به همان میزان مقاومت در برابر یخ زدگی افزایش می یابد.

مواد حباب ساز (حباب زا)

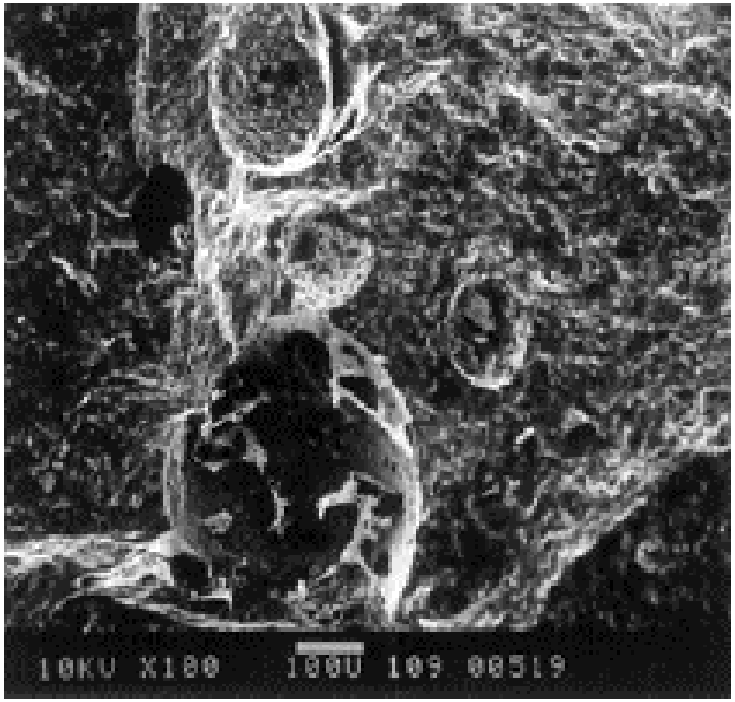
تصاویری از خمیر سیمان یخ زده

Increasing temperature

Frozen sample



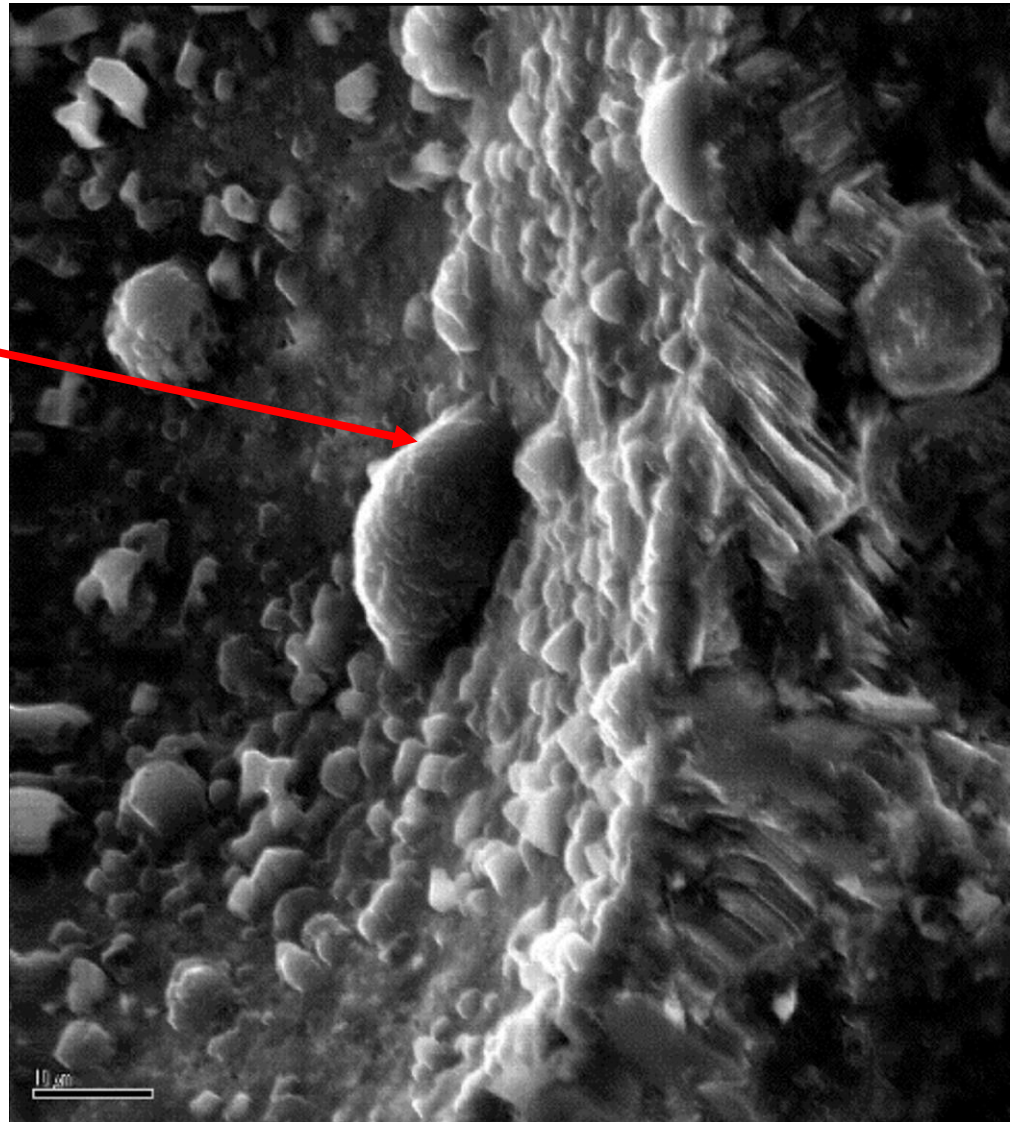
Sample at room temperature



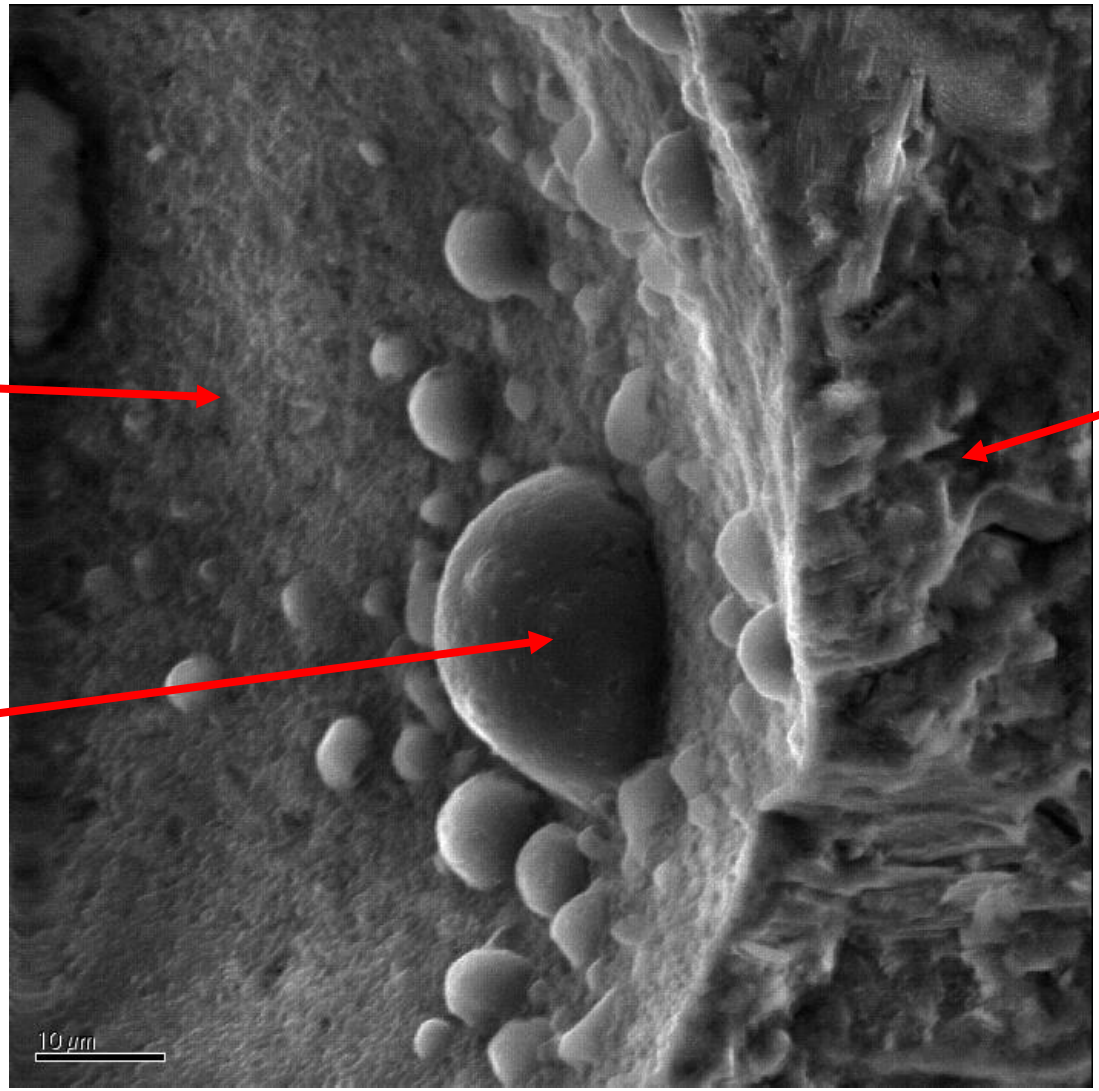
Ice inside the air void

مواد حباب ساز (حباب زا)

یخ



مواد حباب ساز (حباب زا)



مواد حباب ساز (حباب زا)

تعریف

مواد افزودنی حباب ساز موادی هستند که سبب ایجاد حباب های عمدی ریز هوا در بتن می شوند.

از دهه ۴۰ میلادی، آثار و خواص افزودنی های حباب ساز در بتن بتدریج در آمریکا شناخته شد و بکار رفت. برخی کارخانه های سیمان در آمریکا، به تجربه دریافته بودند که افزودن پیه گاو به کلینکر در هنگام آسیاب آن در کارخانه، عمل آسیاب کردن را تسهیل می بخشد. بعدها دریافتند که بتن های ساخته شده با این نوع سیمان ها از دوام مناسبی برخوردار بودند، در حالیکه بتن های مشابه با همان نسبت آب به سیمان خیلی سریعتر از بین می رفتند.

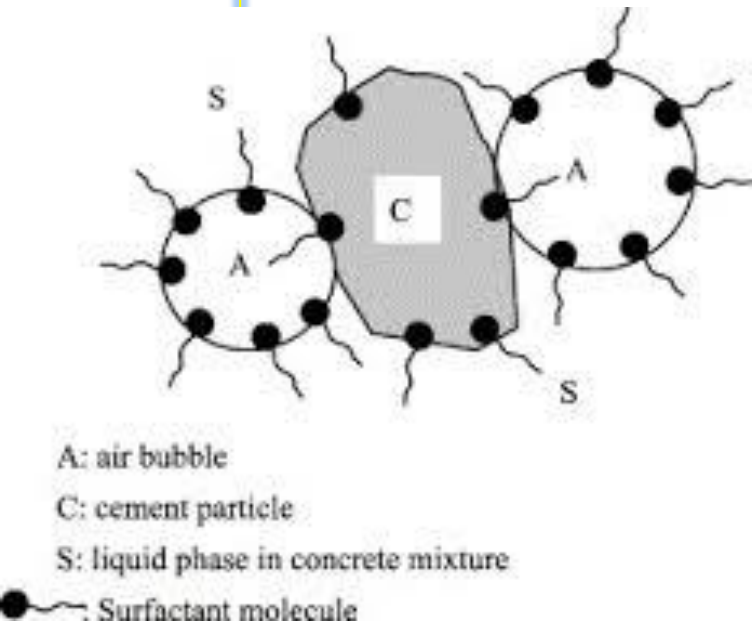
امروزه مصرف این مواد بصورتی فراگیر شده است که در اغلب آیین نامه ها مصرف این مواد بویژه زمانی که بتن در معرض چرخه های یخ زدن و آب شدن مکرر قرار دارد، توصیه شده و یا الزامی دانسته شده است.

انجمن بتن ایران

مواد حباب ساز (حباب زا)

The Construction Chemical

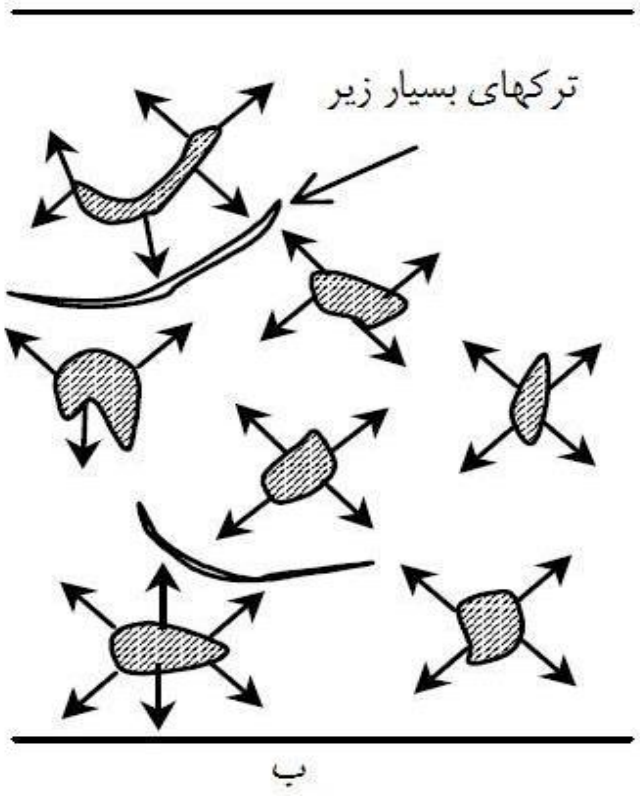
مواد حباب ساز (حباب زا)



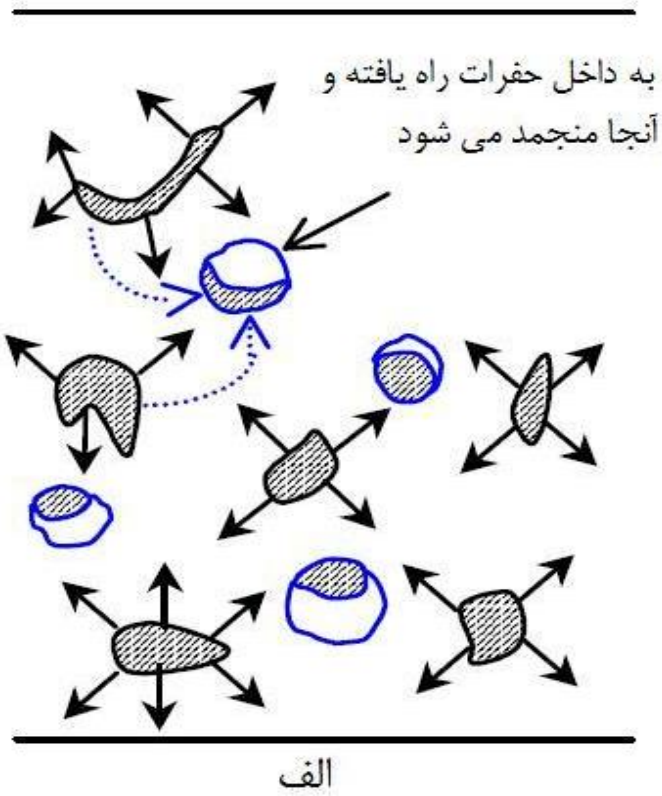
مکانیسم ایجاد حباب هوا:

- در پایین آوردن کشش سطحی آب و ایجاد حباب های ریز هوا
- مواد حباب ساز معمولاً دارای مولکول‌های زنجیره‌ای طویل هستند. در این مواد، مولکول‌های آب در یک انتها دفع شده و در انتهای دیگر جذب می‌شوند.
- سورفکتانت ها در اطراف حباب یک غشاء ایجاد می کنند؛ بنابراین حباب ها نیز بار سورفکتانت ها را پیدا می کنند. درنتیجه همنام شدن بارها از به هم چسبیدن حباب ها به هم جلوگیری می کند.

مواد حباب ساز (حباب زا)



عدم وجود حفره‌های خالی برای
فرار آب و ترک‌خوردگی بتن



حرکت آب به سمت
حفره‌های خالی

مواد حباب ساز (حباب زا)

انواع مواد حباب ساز:

- مواد حباب ساز مایع یا پودرهای قابل حل در آب از نمک‌های رزین چوب، شوینده‌های مصنوعی، نمک‌های لیگنوسولفونات، نمک‌های اسیدهای پتروشیمی، نمک‌های مواد پروتئینی، اسیدهای چرب و رزینی و نمک‌هایشان و نمک‌های آلی هیدروکربنات سولفونات تشکیل شده‌اند.
- مواد آلی با سطحی فعال: مانند صمغهای طبیعی
- چربیهای حیوانی و گیاهی: مانند روغن پیه، زیتون، اسیدهای چرب (اسید استئاریک، اسید اولئیک) و صابونها
- بعضی از انواع مواد افزودنی روان کننده مانند سولفوناتها، موجب ایجاد حباب هوا در بتن می‌شوند که چندان مناسب نیستند.

مواد حباب ساز (حباب زا)

عوامل مؤثر بر مقدار حباب هوای ایجاد شده

درصد هوا و توزیع اندازه حباب های تولید شده در بتن حبابدار متأثر از تعدادی از عوامل می باشد که اهم آنها در زیر بیان شده است:

- ماهیت (طبیعت و جنس) و مقدار افزودنی مصرفی
- ماهیت و مقدار مصالح مصرفی در بتن حبابدار (دانه بندی، شکل سنگدانه ها، سیمان، مقدار خمیر، میزان مواد آلی)
- اسلامپ یا روانی بتن (روانی بیشتر، حباب بیشتر)
- روش اختلاط، حمل، تراکم و شرایط اجرایی بتن

مواد حباب ساز (حباب زا)

مقدار حباب هوای لازم در بتن

با توجه به شرایط محیطی از نظر یخبندان و آب شدگی یا سایر شرایط موجود در حین بهره برداری در هر آیین نامه ای درصد حباب هوای لازم مشخص می شود. مقدار حباب هوای لازم در بتن معمولاً به حداکثر اندازه سنگدانه مصرفی ارتباط دارد. معمولاً هرچقدر خمیر سیمان بتن کمتر باشد، درصد حباب هوای لازم در بتن کمتر می شود، در حالی که ممکن است عملا درصد حباب هوا در خمیر سیمان ثابت باشد.

هر چقدر شرایط محیطی حادتر باشد، درصد حباب هوای لازم بتن بیشتر می شود. با کاهش حداکثر اندازه سنگدانه بتن، درصد حباب هوای لازم افزایش می یابد.

معمولاً حداکثر حباب هوای لازم در بتن های دارای حداکثر اندازه سنگدانه ۱۰ میلی متر و در شرایط حاد، حداقل ۷/۵ درصد و برای حداکثر اندازه ۱۵۰ میلی متر و شرایط متوسط، ۳ درصاد می باشد .

بدیهی است برای حداکثر اندازه های ۴/۷۵ یا ۲/۳۸ میلی متر برای ملات ها ممکن است حباب هوا به حدود ۱۰ درصد برسد و در خمیر سیمان در حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد خواهد بود. رواداری مجاز درصد حباب هوای بتن معمولاً ۱ تا ۱/۵ درصد در کارگاه می باشد.

مواد حباب ساز (حباب زا)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن تازه

کارایی

مصرف مواد حباب زا در یک نسبت آب به سیمان ثابت، کارایی و اسلامپ بتن را بیشتر می کند. حتی هنگامی که تحت شرایطی اسلامپ یکسانی وجود دارد، بتن حاوی مواد حباب زا دارای کارایی بیشتر و چسبنده تر از بتن مشابه و فاقد حباب زا است، مگر اینکه عیار سیمان زیاد باشد. در عیار سیمان زیاد، بتن حباب دار به شدت چسبناک می شود و پرداخت سطح آن مشکل می گردد.

آب انداختن و جداشدگی

جداشدگی و آب انداختن بتن تازه با استفاده از مواد حباب زا کاهش می یابد.

جمع شدگی بتن تازه

با مصرف مواد حباب زا جمع شدگی بتن تازه در هنگام گیرش کاهش می یابد و یا حتی انبساط جزیی را به همراه می آورد. به هر حال در مجموع جمع شدگی پلاستیک کاهش می یابد.

مواد حباب ساز (حباب زا)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن سخت شده

مقاومت

وجود حباب های عمدی در بتن همانند وجود حباب های غیرعمدی، مقاومت بتن را کاهش می دهد، اما مقدار کاهش یکسان نخواهد بود. به ازای هر یک درصد حباب هوای عمدی در بتن عملاً ۳ درصد مقاومت کاهش می یابد، در حالی که به ازای هر یک درصد حباب هوای غیرعمدی که بدلیل عدم تراکم کافی بوجود می آید، بیش از ۵ درصد مقاومت کاهش می یابد. اگر عیار سیمان در بتن، متوسط تا زیاد باشد کاهش مقاومت ناشی از وجود حباب هوای عمدی افزایش می یابد. هر چند باید گفت اگر به کمک مواد حباب زا بتوانیم مقدار آب را کاهش دهیم، مقدار نسبت آب به سیمان کم شده و بخشی از این کاهش مقاومت جبران می شود (با فرض عیار سیمان و اسلامپ ثابت).

نفوذپذیری

نفوذپذیری بتن سخت شده با وجود حبابهای ریز و پخش در خمیر سیمان به شدت کاهش می یابد که در افزایش دوام بتن مؤثر است.

جذب آب

جذب آب مویینه بتن حباب دار نیز به مراتب کمتر از بتن معمولی است که موجب افزایش دوام بتن می باشد.

مواد حباب ساز (حباب زا)

اثرات مصرف
اثر بر روی خواص بتن سخت شده

مقاومت در برابر چرخه های یخ زدن و آب شدن

مهمترین تأثیر مواد حباب زا در بتن سخت شده، افزایش پایایی بتن در برابر چرخه های متوالی یخ زدن و آب شدن است. وجود حباب های ریز و بسته که همچون یک ماسه ریز و نرم عمل می کنند، نفوذپذیری را کاهش می دهد و همچنین انبساط ناشی از یخ زدن آب توسط این حباب ها تحمل می گردد و تنش های قابل توجهی را به خمیر سیمان منتقل نمی کند و دوام بتن بالا می رود.

نفوذ پرتوهای رادیواکتیو

وجود حباب های عمدی به شدت به افزایش نفوذ پرتوها به بتن کمک می کنند و لذا استفاده از این افزودنی در بتن هایی که به عنوان سپر در برابر پرتوهای رادیواکتیو بکار می روند، به شدت زیان آور است.

جمع شدگی ناشی از خشک شدن

در ملات ها و بتن وجود حباب باعث افزایش قابلیت نگهداری آب در بتن سخت شده می شود و جمع شدگی ناشی از خشک شدگی ملات و بتن سخت شده کاهش می یابد و از این نظر ترک خوردگی کم تر می گردد و دوام افزایش می یابد.

مواد حباب ساز (حباب زا)

نکات مهم در خصوص حباب هوا:

- هوای محبوس شده در بتن به صورت اتفاقی در بتن پایدار شده و اندازه آنها حدود ۱ میلی متر تا ۳ میلی متر و گاهی بیشتر می باشد.
- هوای اتفاقی علاوه بر کاهش مقاومت های مکانیکی، باعث کاهش دوام بتن و آسیب دیدن فولاد مدفون در آن نیز می شود.
- اما حباب های ایجاد شده توسط افزودنی های حباب ساز به صورت عمدی در بتن پایدار شده و اندازه آنها در حدود ۴۰ تا ۵۰ میکرون و فاصله آن ها از یکدیگر ۲۰۰ تا ۲۵۰ میکرون است.
- مصرف بیش از اندازه حباب ساز باعث تخلخل بیشتر و کاهش وزن بتن می شود.

سایر افزودنی های شیمیایی

افزودنی های ضدآب

این نوع افزودنی ها به ۲ دسته تقسیم می شوند:

۱ – ضد آب های کاهنده نفوذ که اندازه سوراخ موئینه و پیوستگی آنها را داخل خمیر سیمان کاهش می دهند. این امر معمولا با کاهش مقداری از آب آزاد مخلوط یا با بستن بعضی لوله های موئینه اتفاق می افتد. این افزودنی ها حتی در فشار آب زیاد هم مؤثرند و انتشار گازها و یونهای کلراید را در بتن کاهش می دهند. همچنین این افزودنی ها به کاهش تهاجم فیزیکی نمک (تبلور) کمک می نمایند.

۲ – ضد آب های آب گریز، سوراخ های موئینه در بتن را با مواد دافع آب های می پوشانند. این امر مکش سوراخ های موئینه در بتن را کاهش داده و به طور قابل توجهی از جذب بتن یا ملات می کاهند. این افزودنی ها فقط در فشار آب کم موثرند و مقاومت کمی در برابر انتشار گاز یا یون های کلراید دارند (معمولا ضدآب های کاهنده نفوذ به همراه فوق روان کننده ها و کاهنده های آب استفاده می شوند تا اثرات کاهش جذب آب را بهینه کنند)

لازم به یادآوری است که اگرچه کاهنده های جذب آب عملکرد بتن را بهبود می بخشند ولی از نفوذ آب در ترک ها یا درزه های آب بندی نشده که راههای معمول نفوذ آب در سازه ها هستند جلوگیری نمی کنند.

سایر افزودنی های شیمیایی

افزودنی های بازدارنده خورندگی

دو نوع مهم از بازدارنده های خورندگی موجود است. بازدارنده های آندی که معمولاً بر پایه نیتریت کلسیم هستند و انواع کاتیونی و کاتیونی/آندی که معمولاً بر پایه مشتقات آمینی هستند. این افزودنی ها مقاومت میلگردها در برابر حمله خوردگی ناشی از تهاجم یون کلراید را افزایش داده و باعث افزایش عمر مفید سازه می شوند.

افزودنی های کف زا

این نوع افزودنی ها جهت ایجاد کف تشکیل شده از حباب های کوچک پایدار به کار می روند. این افزودنی ها برای ساخت بتن ها و یا ملاتهای با دانسیته کم و یا ساخت قطعات بنایی سبک کاربرد دارند. مقاومت فشاری این بتن ها کم است ولی این بتن ها به عنوان سقف های عایق ها و پرکننده ها استفاده می شوند.

سایر افزودنی های شیمیایی

افزودنی های پلیمری

این افزودنی ها بر پایه امولیسیون های پلیمری مانند پلی وینیل استات، استایرن بوتادین یا استایرن اکریلیک هستند. افزودنی های پلیمری معمولاً در مخلوط های ملاتی برای کف ها، پلاسترها یا تعمیرات استفاده می شوند. این افزودنی ها می توانند مقاومت کششی و خمشی را بهبود بخشیده و درجه بالائی از خود عمل آوری و چسبندگی بالا را فراهم نمایند. آنها همچنین کاهنده های قوی آب هستند.

اگرچه باید اشاره شود که بعضی از انواع پلیمر در شرایط مرطوب نرم یا هیدرولیز می شوند و بنابراین انواع مناسبی برای کاربرد مورد نظر باید انتخاب شوند.

افزودنی های کمک پمپاژی

افزودنی های کمک پمپاژی برای بهبود چسبندگی بتن و کاهش جدایی مسدود شدن لوله های پمپاژ طراحی می شوند و فشار پمپ کردن را کاهش می دهند.

انجمن بتن ایران

نمونه ای بتن های ویژه

بتن خودتراکم (SCC)

The Construction Chemical

انجمن بتن ایران

نمونه ای بتن های ویژه

بتن خودتراکم (SCC)

The Construction Chemical

انجمن بتن ایران

آنالیز اقتصادی

بررسی تاثیر هزینه ای استفاده از روان کننده ها در سازه های بتنی

مطالعه موردی: سازه ساختمانی در ۱۶طبقه

با زیر بنای کلی ۱۳۸۲۴ متر مربع

The Construction Chemical

آنالیز اقتصادی

جدول(1) طرح‌اختلاط بتن با رده‌های مقاومتی C30 و C35

طرح	سیمان (کیلوگرم)	آب(کیلوگرم)	نسبت آب به سیمان(٪)	ماسه (کیلوگرم)	شن نخودی (کیلوگرم)	شن بادامی (کیلوگرم)	فوق‌روان‌کننده (لیتر)
C30(1)	430	258	60	950	400	350	-
C30(2)	460	331/2	72	950	350	350	-
C35(1)	430	184	46	1000	350	350	2
C35(2)	430	168	42	1000	350	350	2/5

که در این جدول منظور از شن نخودی، سنگدانه با سایز 9-12 میلی‌متر و منظور از شن بادامی، سنگدانه‌ها با سایز 19- 25 میلی‌متر می‌باشد. می‌باشد.

فوق روان کننده استفاده شده در طرح های بتن C35، فوق روان کننده با پایه پلیکربوکسیلاتی شرکت کیمیانشان تاک با نام تجاری SilkCrete PR1 می باشد که قیمت هر لیتر این فوق روان کننده در پاییز سال ۱۳۹۳حدوداً ۶۰۰۰ تومان بوده است.

آنالیز اقتصادی

جدول(2) نتایج مربوط به نمونه‌های بتن ساخته‌شده در آزمایشگاه براساس طرح‌اختلاط مصوب

طرح	روانی بتن(cm)	سن نمونه(day)	ابعاد نمونه(cm)			وزن نمونه(gr)	سطح بارگذاری(cm2)	نیروی وارده(kg)	مقاومت فشاری(kg/cm2)
			طول	عرض	ارتفاع				
C30(1)	12	28	15	15	15	8140	225	81450	362
C30(2)	17	28	15	15	15	8070	225	80550	358
C35(1)	12	28	15	15	15	7910	225	92700	412
C35(2)	17	28	15	15	15	7950	225	92250	420

جدول(3) آنالیز هزینه‌ای مصالح و مواد مورداستفاده در بتن

	سیمان (تن)	آب (مترمکعب)	ماسه (تن)	شن نخودی (تن)	شن بادامی (تن)	فوق‌روان‌کننده (لیتر)
قیمت (تومان)	96000	500	16500	14000	15500	6000

آنالیز اقتصادی

جدول(4) هزینه تمام‌شده یک مترکمعب بتن

طرح	قیمت تمام‌شده (تومان)
C30(1)	68110
C30(2)	70325
C35(1)	80197
C35(2)	83189

آنالیز اقتصادی

جدول (4) مشخصات و فرضیات استفاده شده در طراحی سازه

تعداد طبقات	16 طبقه شامل 16 سقف
کاربری	هتل
جنس قاب‌های سازه	قاب خمشی بتنی متوسط
نوع دیافراگم	سقف دال بتنی
سیستم باربر جانبی در جهت شمالی-جنوبی	قاب خمشی بتنی متوسط
سیستم باربر جانبی در جهت شرقی-غربی	قاب خمشی بتنی متوسط
جنس دیوارهای خارجی و داخلی	دیوارهای پانلی، مطابق جزئیات ارائه شده در نقشه‌های معماری
شکل ساختمان در پلان	منظم از نظر ابعاد و منظم پیچشی
شکل ساختمان در ارتفاع:	منظم از نظر جرم، سختی جانبی و مقاومت جانبی
صلبیت دیافراگم:	سقف دال تغییر مکان کمتر نصف دریفت طبقه دارند و صلب می‌باشند.

آنالیز اقتصادی

ادامه جدول (4) مشخصات و فرضیات استفاده شده در طراحی سازه

سطح بازشو دیوار پیرامونی:	٪30
روش اعمال نیروی زلزله:	استاتیکی معادل
مقاومت مجاز خاک زیر پی:	$kg/cm^2$2 با توجه به عمق گودبرداری و سربار موجود
ضریب فنریت خاک بستر:	$kg/cm^2$2.4
مقاومت مشخصه بتن شالوده و اسکلت:	kg/cm^2 400 (مدل 2) $350kg/cm^2$ (مدل 1)
مقاومت مشخصه بتن دال کف:	kg/cm^2 400 (مدل 2) $350kg/cm^2$ (مدل 1)
مقاومت مشخصه فولاد میلگرد شالوده:	آجدار جناغی AIII، 4000 S، $kg/cm^2$400
مقاومت مشخصه فولاد میلگرد دال کف:	AII، 3000 S، $300kg/cm^2$
بارگذاری بارهای قائم:	مبحث ششم مقررات ملی ساختمان
بارگذاری بار زلزله:	نشریه 2800 ویرایش سوم و ضوابط لرزه‌ای مبحث دهم (ویرایش 87)
طراحی سازه‌های بتنی:	ACI318-05
نرم‌افزار تحلیل و طراحی سازه:	ETABS 9.7.4
نرم‌افزار تحلیل و طراحی شالوده:	SAFE 8.1.0

آنالیز اقتصادی

جدول(6) متره و برآورد المان های سازه ساختمان با فرض مقاومت فشاری بتن 350 کیلوگرم بر سانتی متر مکعب

شرح آیتم	مقدار	واحد	هزینه واحد (تومان)	هزینه کل
آرماتور تیر و ستون	379979	کیلوگرم	2050	778956950
قالب بندی تیر و ستون	20877	متر مربع	24000	501048000
بتن تیر و ستون(مصالح)	3039	متر مکعب	68110	206986290
آرماتور دیوار برشی	32256	کیلوگرم	2050	66124800
قالب بندی دیوار برشی	2112	متر مربع	18000	38016000
بتن دیوار برشی	316	متر مکعب	70325	22222700
اجرای بتن	3335	متر مکعب	7000	23345000
آرماتور بندی	412235	کیلوگرم	350	144282250
هزینه کل				**1780981990**

آنالیز اقتصادی

جدول(7) متره و برآورد المان های سازه ساختمان با فرض مقاومت فشاری بتن 400کیلوگرم بر سانتی متر مکعب

شرح آیتم	مقدار	واحد	هزینه واحد (تومان)	هزینه کل
آرماتور تیر و ستون	371339	کیلوگرم	2050	761244950
قالب بندی تیر و ستون	19593	متر مربع	24000	470232000
بتن تیر و ستون(مصالح)	2804	متر مکعب	80197	224872388
آرماتور دیوار برشی	32256	کیلوگرم	2050	66124800
قالب بندی دیوار برشی	2112	متر مربع	18000	38016000
بتن دیوار برشی	316	متر مکعب	83189	26287724
هزینه اجرای بتن	3120	متر مکعب	7000	21840000
هزینه آرماتور بندی	403595	کیلوگرم	350	141258250
هزینه کل				**1749867112**

آنالیز اقتصادی

نتیجه گیری:

استفاده از افزودنی باعث افزایش قیمت پروژه نمی گردد.

سهولت بیشتر در اجرا (سرعت بیشتر!) بدون افزایش هزینه

کیفیت بهتر و دوام بیشتر!

با تشکر از توجه شما