

پوزولان ها و نقش آن ها در سیمان



پنجشنبه، 26 دیماه 2019

1

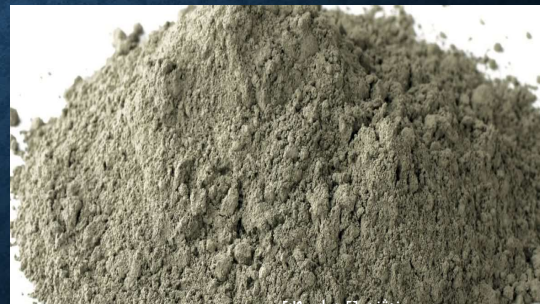
1

پوزولان

پوزولان ماده ای است سیلیسی یا سیلیسی آلومیناتی که به خودی خود ارزش چسبندگی ندارد، اما به شکل ذرات بسیار ریز در مجاورت رطوبت با درجات حرارت معمولی با هیدروکسید کلسیم واکنش شیمیایی داشته و ترکیباتی را به وجود می آورد که خاصیت سیمانی و چسبندگی دارد.



2



پنجشنبه، ۲۶ دیماه ۲۰۱۹

2

منشا پوزولان ها

از نظر زمین شناسی پوزولان ها حاصل انفجار آتشفشانی با ساختار سیلیسی و آلومینی می باشد که میل ترکیبی زیادی با آهک و قلیایی دارد. فوران ناگهانی و شدید گدازه های آتشفشانی باعث تشکیل ذرات ریزی میشود که مواد گازی موجود در این ذرات باعث پدید آمدن حباب های ریزی در آن ها شده که در نهایت مشخصه پوک بودن و داشتن سطح ویژه گسترده را به ذرات می دهند. قابلیت ترکیبی ذرات شیشه ای (پوزولان) در حالت پودر و شرایط مناسب با آب و آهک، موجب شده تا با خواص سیمانی خود بر کیفیت محصول افزوده و با تشکیل ژل سیلیکاتی ویژه، در برابر عوامل مخرب و تهاجمات و تنش های حرارتی، مقاومت بسیار خوب و مطلوبی را از خود نشان دهد. رفتار مشابه پوزولان را می تواند در سرباره یا میکروسیلیس مشاهده نمود که امروزه در دنیا برای ساخت بتن های با مقاومت و دوام بیشتر در برابر تهاجمات شیمیایی و تنش های حرارتی بصورت گسترده مورد استفاده قرار میگیرد

سوپر پوزولان

میکروسیلیس یک سوپر پوزولان است که در صورت کاربرد درست از آن تاثیر بسیار قابل توجهی در افزایش مقاومت و دوام سازی بتن ها دارد. میکروسیلیس در حرارت زایی بتن تا حد زیادی ناشی از همان مکانیزم هایی است که باعث افزایش مقاومت بتن می شود، در حقیقت خواص پرکنندگی و واکنش پوزولانی میکروسیلیس میتواند باعث کاهش میزان حرارت زایی بتن میشود. حرارت زایی یک گرم میکروسیلیس بیشتر از یک گرم سیمان پرتلند معمولی است و در مواردی بیشتر از ۲ برابر آن خواهد بود. اما مقاومت زایی بالاتر میکروسیلیس (۲ تا حدود ۴ برابر سیمان)، امکان کاهش مقدار کل مواد سیمانی بتن جهت دستیابی به یک مقاومت مشخص را فراهم نموده و بدین شکل استفاده از میکروسیلیس می تواند باعث کاهش حرارت زایی بتن شود.

سیمان پوزولان

ماده اصلی این سیمان خاکسترها و پوک‌های آتش فشانی است که سیلیس آن‌ها به علت زود سرد شدن به صورت پوک و غیر بلوری در آمده است. سیمان طبیعی از مخلوط کردن سیمان پرتلند با آهک شکفته با پوک‌های معدنی به دست می‌آید. این سیمان‌ها در شهر رم و مناطق ایتالیا به نام (پوزولان) و در شمال اروپا به نام (تراس) نامیده می‌شود.

با مخلوط کردن نسبت وزنی ۱ به ۴ این سیمان با مواد مناسب بهترین مقاومت به دست می‌آید. این سیمان هنگام هیدراته شدن حرارت کمتری آزاد می‌کند؛ از این رو در بتن ریزی‌های حجیم و جاهایی که بتن مورد هجوم سولفات هاست مصرف می‌شود. طبق استاندارد ملی ایران سیمانهای پوزولانی به دسته سیمان پرتلند پوزولانی و سیمان پرتلند پوزولانی ویژه طبقه بندی می‌شوند. در سیمان پرتلند پوزولانی، ماده پوزولانی حداقل ۵٪ و حداکثر ۱۵٪ وزنی سیمان را تشکیل می‌دهد و این سیمان با نشانه پ. پ. عرضه می‌گردد. در سیمان پرتلند پوزولانی ویژه، ماده پوزولانی حداقل ۱۵٪ و حداکثر ۴۰٪ سیمان را تشکیل داده و این سیمان با نشانه پ. پ. و. عرضه می‌گردد.

✓ مزایای پوزولان

مصرف مواد پوزولانی در بتن می‌تواند یک یا چند خاصیت مشروح زیر باشد.

کاهش میزان مصرف سیمان

کاهش سرعت و میزان حرارت حاصل از فرآیند آبیگری سیمان

بهبود کارایی بتن

افزایش مقاومت بتن در پایان ۲۸ روز

افزایش پایایی بتن از طریق کاهش نفوذپذیری

صرفه اقتصادی

بالا بردن مقاومت در برابر حمله اسیدها و قلیایی سنگدانه‌ها

جلوگیری از ترک خوردن سطحی گسترده بتن

کاهش بتن ریزی

انواع پوزولان ها

پوزولان ها به دو دسته تقسیم میشوند

۱- پوزولان های طبیعی

۲- پوزولان های مصنوعی

پوزولان های طبیعی

پوزولان های طبیعی شامل خاک دیاتمه دار، توف های شیشه ای، خاکستر آتشفشانی و پوکه سنگهای طبیعی نمونه هایی از انواع پوزولانها که به هنگام بیرون ریختن از دهانه آتش فشانها به سرعت در هوا یا در زیر آب سرد شده به طوری که سیلیس موجود در آن بلوری نشود.

پوزولان های طبیعی

۱- مواد با منشأ آتشفشان

۲- مواد با منشأ آواری

۳- مواد با منشأ آلی

۴- مواد با منشأ آذر آواری

پوزولان های طبیعی

۱- مواد با منشأ آتشفشانی

سنگ های آذری آواری که به همراه مواد مذاب و خاکستر از دهانه کوه آتشفشان بیرون می جهند، بر روی زمین یا ته دریا ته نشین می شوند. رسوبات روی زمین را غالباً سنگدانه های نامتجانس تشکیل می دهند که مخلوطی از خاکسترهای حاوی ذرات آتشفشانی و ذرات لایه های مختلف زمین هستند که در مسیر مواد مذاب از دیواره آتشفشانی جدا و به بیرون پرتاب شده اند. تمام رسوبات آذری آواری از خود فعالیت پوزولانی نشان نمی دهند، بلکه آن هایی که اسیدی هستند، حالت شیشه ای دارند و حاوی کانیهای ژئولیت اند که این خاصیت را دارند.

۲- مواد با منشأ آواری

مواد با منشأ آواری که میل ترکیب با آهک داشته باشند عبارتند از:

۱- رس ها

۲- خاک های دیاتمه

که اولی در رابطه با سنگ های رسوبی ساده است، در صورتی که دومی دارای منشاء آلی است

اگر چه اغلب با هم مخلوط اند. چون هر دو از رسوبات درون آب به دست می آیند.

۳- مواد با منشأ آلی

خاک های دیاتمه مرکب از استکلتون سیلیسی بسیار ریز آلی رسوبی در آب شیرین با آب دریا متعلق به این گروه اند. خاک های دیاتمه دارای ذخایر غنی سیلیسی اند و واکنش بالایی را با آب می دهند. با وجود این رفتار قوی پوزولانی، کاربرد دیاتمه برای ساختن سیمانی پوزولانی به دلیل ریز دانگی بالای آن ها و در نتیجه نیازشان به آب زیاد به منظور دست یابی به مخلوط با روانی مناسب، دچار اشکال و هم چنین باعث کاهش مقاومت مکانیکی می شود

۴- مواد با منشأ آذر آواری

مواد با منشأ آذر آواری موادی با منشأ مرکب (آتشفشانی، رسوبی و آلی) هستند که در لایه های مختلف حاوی سیلیس زیاد کهگاهی به 90 درصد می رسد، ترکیب یافته اند و به طور قابل ملاحظه کاهش سرخ شدگی کمی دارند. در این مواد آلومین به میزان 5الی ۲۰ درصد وجود دارد، در صورتی که دیگراکسید های موجود، میزان کمی را تشکیل می دهند. مقدار کم آهن حاکی از رنگ روشن این مواد را دارد که به خاک سفید مشهورند.

پوزولان های مصنوعی

پوزولان های مصنوعی موادی هستند که بر اثر حرارت مناسب، خواص پوزولان های طبیعی را پیدا می کنند. منشا اصلی پوزولان های مصنوعی تأسیسات تولید انرژی هستند که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می کنند و هم چنین کوره های ذوب فلزات تولید شمش آهن، فولاد مس و آلیاژهای آهن و سیلیس نیز از منابع اصلی تولید این پوزولان محسوب می شوند.

13

پوزولان های مصنوعی

۱- خاکستر بادی

این نوع پوزولان ها از خاکسترهای بسیار ریزی، که از جمع آوری ذرات و غبار متساعد شده از سوختن ذغال سنگ در نیروگاه های حرارتی تولید میشوند و یکی از متداول ترین پوزولان های مصنوعی اند.

این ذرات کروی شکل می باشند و دارای درجه نرمی زیادی هستند.

14

۲- دوده سیلیس

دوده سیلیس یک محصول مصنوعی حاصل از کوره های قوسی الکتریکی در جریان تولید فلز سیستم یا آلیاژهای سیلیسم بخصوص آلیاژهای فروسیلیس است. این ماده با داشتن بیش از ۸۰ درصد سیلیس با حالت غیر کریستالی و به شکل ذرات بینهایت ریز با قطر متوسط ۰.۱ میکرون یک ماده پوزولانی قوی است.

ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و معدنی پوزولان ها

خواص فیزیکی پوزولان های طبیعی بسیار گسترده اند. ریزی، سطح ویژه، شکل ذرات و دانسیته پوزولان های طبیعی، خواص بتن تازه را تغییر و مقاومت سیمان را بهبود می بخشد.

ریزی پوزولان های طبیعی معمولا با روش الک تر اندازه گیری می شود.

خواص شیمیایی و معدنی

ترکیب شیمیایی پوزولان های طبیعی در طیف گسترده ای متغیر بوده و بستگی به منابع آنها دارد. مقدار سیلیس و آلومین در پوزولان های آتشفشانی مختلف بالا می باشد. سایر اکسید ها عبارتند از، اکسید های آهن کلسیم و منیزیم، در این موارد مقدار قلیایی بالا بوده، اما میتواند بین ۳ الی ۱۰ درصد تغییر نماید. کسر وزن در اثر سرخ شدن به طور کلی پایین بوده اما میتواند در برخی از پوزولان ها به ۹ درصد افزایش پیدا کند.

عوامل موثر بر فعالیت پوزولانی

چندین پارامتر موثر بر فعالیت پوزولانی پوزولان های طبیعی وجود دارد. ماهیت فازهای فعال و مقدار آنها در پوزولان، سطح ویژه و ریز ذرات، مخلوط آهک پوزولان و مقدار آب اختلاط، سیستم عمل آوردن بتن و دما مهمترین عوامل موثر بر واکنش پذیری می باشند.

پوزولان و تأثیر آن بر خواص بتن

خواص بتن با افزودن مواد پوزولانی در جهت مساعدی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بعضی از این تأثیرات ناشی از تأثیر فیزیکی ذرات پوزولان بوده و بعضی دیگر در اثر واکنش‌های شیمیایی پوزولانی بوجود می‌آیند. تغییرات مقاومت و نفوذپذیری بتن سخت شده، مقاومت در مقابل ترک‌های حرارتی، حمله سولفات‌ها و انبساط سیلیکات‌های قلیایی از جمله اثرات ناشی از واکنش‌های پوزولانی می‌باشند.

تأثیر پوزولان‌ها بر هر یک از خواص مهندسی بتن

۱- مدول الاستیسیته و خزش

مقاومت بتن و سختی دانه‌های به کار رفته در آن تأثیر بسیار زیادی در مدول الاستیسیته و خزش بتن دارد. بنابراین بتن ساخته شده از مخلوط سیمان پرتلند - پوزولان با مقاومت کمتر در سنین پایین در حالت کلی دارای مدول الاستیسیته پایین تر و خزش بالاتر نسبت به سیمان پرتلند معمولی می‌باشد

۲- انقباض

عموماً انقباض بتن های حاوی مواد پوزولانی بیشتر از بتن های معمولی است زیرا مخلوط های بتن سیمان پرتلند پوزولان برای رسیدن به یک کارآیی مشخص به آب بیشتری نیاز دارند در نتیجه انقباض خشک شدن در آن ها بیشتر خواهد بود.

۳- تخلخل و نفوذ پذیری

یکی از مهمترین خصوصیات پوزولان ها توانایی بالای آن ها در کاهش حفره ها و کاهش نفوذ پذیری بتن است.

تأثیر پوزولان ها بر دوام بتن

تحقیقات انجام شده نشان داده است که بتن های حاوی پوزولان در مقابل حمله سولفات ها، نفوذ یون کلرو، کربناتاسیون و خوردگی فولاد و واکنشهای سیلیس-قلیایی دارای مقاومت بالا در برابر کلورورها و سولفات ها کاهش نفوذ پذیری بتن در اثر واکنش های پوزولانی می باشد. مشاهدات انجام شده نیز مؤید این مطلب است که ضریب پخش یون های کلرو سولفات در بتن های حاوی پوزولان خیلی کمتر از بتن های معمولی می باشد. از طرفی کاهش میزان آهک آزاد موجود در خمیر سیمان به علت واکنش پوزولانی به همراه کاهش نفوذپذیری در مجموع مقاومت کربناتاسیون را افزایش داده و خطر خوردگی آرماتورها را می کاهش دهد. همچنین واکنش بین قلیایی های سیمان با سیلیس فعال مصالح سنگی ایجاد انبساط و ترک خوردگی به صورت ترک های نقشه ای می نماید.

جایگزین نمودن بخشی از سیمان پرتلند با یک پوزولان باعث کاهش انبساط ناشی از واکنش قلیایی ها و سیلیس می گردد و مکانیزم واقعی آن چه پوزولان را قادر به کاهش این انبساط می کند کاملاً شناخته شده نمی باشد اما آشکار است که قلیایی های موجود در سیستم توسط پوزولان کاهش می یابد

ترکیبات شیمیایی و کانی شناسی پوزولان ها

با اندازه‌گیری ترکیبات تشکیل دهنده پوزولان از جمله اکسید سیلیسیم (SiO_2)، اکسید آلومینیم (Al_2O_3) و اکسید آهن (Fe_2O_3) امکان کاربری آن در صنعت سیمان مشخص می‌شود. در جدول ۲-۱۲ ترکیب شیمیایی چند پوزولان درج شده است. در یک ماده پوزولانی مجموع درصد اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیم و آهن باید بیشتر از ۷۰ درصد باشد. البته بالا بودن درصد عناصر ذکر شده شرط لازم برای یک پوزولان بوده ولی شرط کافی نیست. پوزولان دو فاز شیشه‌ای (آمورف) و بلورین دارد. فاز شیشه‌ای اجزای فعال و فاز بلورین اجزای غیرفعال پوزولان را نشان می‌دهد. فاز شیشه‌ای عمدتاً از سیلیس و آلومینوسیلیکات‌ها و فاز بلورین از کوارتز و فلدسپات‌ها و کانی‌های آهن-منیزیم‌دار (بیوتیت و آمفیبول) تشکیل شده است. فرآیند دگرسانی باعث تجزیه فلدسپات‌ها به یک سری کانی‌های رسی (کائولینیت و ایلیت و نظایر آن‌ها) می‌شود که اجزا مضر در پوزولان را تشکیل می‌دهند و در نهایت باعث کاهش فعالیت پوزولانی می‌شوند.

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	پوزولان
۵۰٫۶۶	۱۴٫۵۵	۶٫۲	۱۰٫۶۴	۱٫۲	کرمان
۶۱٫۷۴	۳۰٫۱۰	۴٫۶	۵٫۸۸	۲٫۲	تفتان
۶۳٫۵۲	۱۷٫۷	۵٫۸	۵٫۶	۱	دماوند
۶۳٫۷۶	۱۴٫۶	۴٫۳	۷٫۳	۰٫۵	سهند
۶۹٫۲	۱۶٫۹	۲٫۶	۳٫۶۴	۱٫۰۳	معدن چکنه سیزوار

23

پنجشنبه، ۲۶ دی ماه ۱۳۹۹