

نقش فیلر در

بتن متراکم شده توسط غلتک RCC به جای

پوزولان

درد آورنده و مؤلف:

محمد حامد موزه

قراگاه سازندگی خاتم الانبیا (ع) - قرب کربلا

معاونت برنامه ریزی و سیاست ها

انتشارات قراگاه سازندگی کربلا

با همکاری جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

پیشگفتار

در عصری که دانشمندان و نظریه پردازان آن را عصر فناوری اطلاعات و ارتباطات نامیده‌اند، رشد دانش بشری آنچنان شتاب فزاینده‌ای گرفته است که لحظه‌ای غفلت، موجب عقب ماندگی جبران ناپذیری برای هر ملت خواهد شد. البته این موضوع قابل ذکر است که دانش همیشه برای افراد ارزشمند بوده است و فرهنگ‌های قوی و متمدن در جوامعی بوجود می‌آمدند که افراد در این جوامع به دانش بها داده‌اند و این اصل همچنان به عنوان کل اصلی گنجینه ثروت‌های یک جامعه باقی مانده است. در دنیای امروز یا باید ملتی مدرن و تحت سلطه بود و یا اینکه باید با تلاش و کوشش همه جانبه و فراگیر، قله‌های موفقیت را فتح کرد و با عزمی استوار با انحصارگران جهانی و نظام سلطه رقابت کرد.

قرارگاه سازندگی کربلا (قرب کربلا) را به قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) افتخار دارد که از سال ۱۳۶۸ با بیش از دو دهه فعالیت مؤثر و مفید و در اختیار داشتن نیروی انسانی متعهد و توانمند و تجهیزات تخصصی و مدرن، با سرلوحه قرار دادن کیفیت، سرعت، کاهش قیمت تمام شده و رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی بیش از صدها پروژه مهم عمرانی و صنعتی را در سطح کشور اجرا و به اتمام رسانده است. این گروه مهندسی با تکیه بر موفقیت‌های چشمگیر خود در اجرای پروژه‌های عمرانی و صنعتی بر خود لازم می‌داند تا تجارب بدست آمده، سرمایه‌ها و دارایی‌های فکری و معنوی خود را جهت ارتقای سطح آگاهی مدیران اجرایی، کارشناسان و دانش پژوهان میهن اسلامی به صورت مدون تقدیم نماید.

در همین راستا و با توجه به ضرورت ثبت و انتشار دانش‌های حاصله از مدیریت و اجرای پروژه‌های متنوع مهندسی در اختیار و بنا به تدبیر و دستور فرماندهی محترم قرارگاه سازندگی کربلا، حوزه مدیریت دانش به عنوان یکی از زیر مجموعه‌های معاونت

برنامه‌ریزی و سیستم‌ها ایجاد و فعال گردید که تهیه کتب دانش فنی و اجرایی به عنوان بخشی از وظایف آن در حال پیگیری می‌باشد.

انشاء... که با این اقدامات بتوانیم نقشی مؤثر در خدمت به جامعه علمی و پژوهشی کشور عزیزمان ایفا نماییم و سهمی مفید در تولید انتشار دانش داشته باشیم.

معاونت برنامه‌ریزی و سیستم‌های قرب کربلا

جواد زارع پور

www.ketab.ir

مقدمه

موسسه سازندگی فجر بعد از پایان هشت سال دفاع مقدس در سال ۱۳۷۱ با هدف سازندگی در عرصه پروژه‌های عمرانی کشور تاسیس گردید و این افتخار را پیدا کرد که به پاس آن همه خون‌هایی که در راه سرافرازی نظام مقدس جمهوری اسلامی ریخته شد در راه سازندگی ایران سرافراز سهیم گردد.

موسسه فجر فعالیت خود را در زمینه اجرای پروژه‌های راهسازی در مناطق محروم و روستایی شروع نمود و پس از آن با توجه به ظرفیت علمی و مکانیزه موسسه در عرصه پروژه‌های راه، راه‌آهن، سد و نیروگاه و معدن وارد شد.

تکنولوژی بهتر، مترجم شده توسط غلتک در سال‌های اخیر بین متخصصان و طراحان سدسازی به دلیل روش‌های خاص اجرا با افزایش سرعت اجرا و کیفیت بالا پس از بهره‌برداری مورد توجه قرار گرفته است. در میان پروژه‌های سدسازی موسسه فجر، سد دانه فیروزآباد استان فارس به دلیل استفاده بتن RCC در بدنه اصلی و همچنین در جرم فرازبند به عنوان اولین تجربه در این بخش سد از اهمیت بالایی برای موسسه فجر، قرارگاه سازندگی کربلا و قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) برخوردار بود.

در پروژه‌های مختلف در سطح قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) عملیات حفاری روباز و بسته به روش انفجار از عوامل مهم و پیرملاط در حین اجرا است که با عنایت خداوند متعال و با تکیه به دانش فنی مهندسان این با تجربه و متخصص در امورات حفاظتی قرارگاه، این مهم در سد هابقر فیروزآباد با اجرای ۸۸۰۰ پاس انفجار بدون هیچگونه آسیب جانی و مالی صورت پذیرفت. رویه حفاظتی به گونه ای می باشد که مواد ناریه در زاغه های مهمات به صورت صحیح و بر اساس منشور حفاظتی نگهداری می گردد بطوریکه در هر لحظه از شبانه روز آمادگی لازم برای انفجار فراهم بوده که این امر در پیشرفت پروژه ها نقش بسزایی ایفا نموده است.

نقش واحد ایمنی و بهداشت محیط زیست (HSE) نیز که برای پیش‌بینی و پیش‌گیری از خطرات احتمالی و حوادث و بیماری‌ها و حفظ محیط زیست در پروژه‌ها را نمی‌توان نادیده گرفت. این واحد با شناسایی و مشخص نمودن نقاط حادثه‌ساز قبل از انفجار و بررسی قسمت‌های پرخطر پس از انفجار از وقوع حوادث و اتفاقات جلوگیری می‌نمایند. مسئولین و پرسنل این واحد با حضور دائم در حین اجرای کار احتمال آسیب‌های جانی و مادی را به حداقل ممکن می‌رسانند.

از آنجایی که اکثر سدهای خاکی و یا سنگریزه‌ای پس از بهره‌برداری آسیب می‌بینند و با جری خفیف می‌شوند، از این رو، با ثبت رخدادهای و تجربیات به دست آمده در زمان ساخت سد، کتاب حاضر را تهیه و به جوامع علمی و مشتاق علوم بتن و سازه‌های بتنی ارائه می‌نماییم تا انشاءالله متخصصان و طراحان در جهت ساخت سدهای بتن PCC به‌ترتیب ترغیب شوند.

ومن الله توفیق

نورالله صدرا

مدیرعامل موسسه فجر

فصل اول: مهم ترین خصوصیات بتن متراکم شده توسط غلتک

۱-۱ تعریف

۲-۱ خصصیات بتن متراکم شده توسط غلتک

۱-۲-۱ نفوذپذیری

۲-۲-۱ کارایی در بتن متراکم شده توسط غلتک

۳-۲-۱ چسبندگی بتن متراکم شده با غلتک

۴-۲-۱ مقاومت فشاری مطلوب در بتن متراکم شده توسط غلتک

۵-۲-۱ دانسیته مناسب بتن متراکم شده توسط غلتک

۱-۵-۲-۱ دانسیته تئوری بدون هوای بتن

۲-۵-۲-۱ دانسیته به دست آمده از میز ویبی

۳-۵-۲-۱ دانسیته نسبی آزمایشگاهی

فصل دوم: پوزولان و تقسیم بندی آن

۱-۲ تعریف پوزولان

۲-۲ مواد پوزولانی بر اساس استاندارد ASTM C 618

۱-۲-۲ مواد پوزولانی طبیعی (Natural Pozzolan) N

۲-۲-۲ مواد پوزولانی خاکستر بادی (Fly ash) F

۳-۲-۲ مواد پوزولانی خاکستر بادی (Coal) C

فهرست

۴۹	فصل سوم: نقش پوزولان در بتن متراکم شده با غلتک
۵۱	۳-۱ نقش پوزولان
۵۱	۳-۱-۱ از لحاظ فیزیکی
۵۲	۳-۱-۲ از لحاظ شیمیایی
۵۵	فصل چهارم: فیلرها و تقسیم‌بندی آنها
۵۷	۴-۱ تعریف فیلر و مشخصات آن
	۴-۱-۱ فیلر طبیعی
۶۶	۴-۱-۲ فیلر مصنوعی
۶۷	۴-۱-۲-۱ محاسن
۶۸	۴-۱-۲-۲ تاثیر کاهش فیلر بر ریزش بتن متراکم شده توسط غلتک
۷۶	۴-۱-۳ فیلر سازها
۷۷	۴-۱-۳-۱-۲-۱ دستگاه شماره ۱
۸۰	۴-۱-۳-۲-۲-۱ دستگاه شماره ۲
۸۳	۴-۱-۳-۳-۲-۱ دستگاه شماره ۳
۸۹	فصل پنجم: علت استفاده از فیلر در بتن متراکم شده توسط غلتک
۹۱	۵-۱ غنی‌سازی ماسه مورد استفاده در بتن متراکم شده توسط غلتک
۹۵	۵-۲ جبران خمیر در بتن
	۵-۲-۱ افزایش چسبندگی بتن متراکم شده توسط غلتک
۹۶	۵-۲-۲ جلوگیری از خروج هیدروکسید کلسیم از بتن
۹۷	فصل ششم: جایگزینی فیلر به جای پوزولان در بتن
۹۹	۶-۱ انبساط داخلی ناشی از واکنش قلیایی - سیلیسی
۱۰۱	۶-۲ واکنش بین سیمان و پوزولان
۱۰۲	۶-۲-۱ تعیین درصد فعالیت پوزولان
۱۱۰	۶-۳ بررسی استفاده از پوزولان و فیلر در بتن از نظر اقتصادی

فهرست

- ۱۱۰ ۱-۳-۶ هزینه خرید هر یک از مصالح
- ۱۱۱ ۲-۳-۶ هزینه حمل مصالح
- ۳-۳-۶ کیفیت مصالح
- ۴-۳-۶ هزینه دستگاه‌های فیلر ساز
- ۱۱۱ ۴-۶ مراحل حذف پوزولان در بتن متراکم شده توسط غلتک
- ۱۱۲ ۵-۶ بررسی حذف پوزولان در سد هایقر
- ۱-۵-۶ بررسی انبساط داخلی ناشی از واکنش قلیایی ت سیلیسی
- ۱۱۴ ۲-۵-۶ درصد فعال پوزولان
- ۱۱۵ ۳-۵-۶ تعیین مقدار پوزولان نیاز بر اساس طرح اختلاط
- ۴-۵-۶ تعیین هزینه تهیه و زودان در مقایسه هزینه تولید فیلر برای کل پروژه
- ۱۱۶ ۵-۵-۶ زمان مورد نیاز برای تهیه پوزولان و فیلر
- ۱۱۷ ۶-۵-۶ جمع‌بندی

۱۱۹

منابع

مقدمه

طی چند سال گذشته استفاده از بتن متراکم شده توسط غلتک (Roller Compacted concrete) به عنوان یکی از تکنولوژی‌های مورد استفاده در پروژه‌ها مطرح گردیده است. جدول شماره ۱ خلاصه مشخصات تعدادی از سدهای بتن متراکم شده توسط غلتک در دنیا را نشان می‌دهد.

در ایران نیز این تکنولوژی مورد استفاده قرار گرفته و به بهره‌برداری رسیده است. نظیر سدهای جبین و زیردان که قسمت عمده بدنه سد را بتن متراکم شده توسط غلتک تشکیل داده است و این سدها در این ساختار ساخته شده و هم‌اکنون مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. سدهای دیگری نیز در دست احداث است، که جنس بدنه آن را بتن متراکم شده توسط غلتک تشکیل می‌دهد. جدول شماره ۲ مشخصات تعدادی از این پروژه‌ها در ایران را نشان می‌دهد.

سد هابقر فیروز آباد واقع در استان فارس به عنوان یکی از پروژه‌های در دست احداث قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا (ص) قرارگاه سازندگی کربلات موسسه فجر شیراز می‌باشد.

بدنه این سد با هسته بتن متراکم شده با غلتک و رویه بتن متعارف (بتن معمولی) همواره مورد توجه مسئولان جهت استفاده از تجارب علمی به دست آمده و ثبت این تجارب و بهره‌برداری از آنها در دیگر پروژه‌ها است. طی مراحل ساخت این پروژه با حمایت از مهندسان ایرانی و استفاده از تجهیزات موجود همراه با نوآوری‌ها و خلاقیت‌ها بوده است که در جای خود موجب استحکام و برتری برای جمهوری اسلامی ایران است.

بتن به عنوان ماده بسیار مناسب جهت ساخت سازه‌هایی با اشکال هندسی متفاوت در پروژه‌های عمرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما کیفیت بتن قبل از ساخت، بعد از ساخت، به صورت تازه و به صورت سخت شده اهمیت بالایی برخوردار است که جهت کنترل کیفیت بتن برای هر مرحله از آن استانداردها و آرایش‌هایی در نظر گرفته شده است.

یکی از مسائل مهمی که در ساخت بتن با بتن‌ریزی‌های حجیم مطرح بوده است حرارت زایی سیمان درون بتن است. این حرارت که در اثر واکنش سیمان با آب به وجود می‌آید در بتن‌ریزی‌های حجیم خطرناک می‌باشد و باید قبل از طراحی بتن این مهم مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به نوع سیمان و عیار در نظر گرفته شده و انالیزهای حرارتی، حرارت‌زایی سیمان را کنترل و سرعت اجرا را به گونه‌ای تنظیم نمود که مقدار قابل توجهی از این حرارت قبل از بتن‌ریزی لایه بعدی آزاد شود.

اصولاً هر مقدار که از عیار سیمان کاسته شود مقداری از حرارت‌زایی بتن کاهش خواهد یافت (مقدار حرارت‌زایی بستگی به نوع کیفیت فیزیکی و شیمیایی سیمان دارد). اما در مقابل سیمان کم شده باید مواد سیمانی را جایگزین نمود که ضمن داشتن خاصیت سیمانی از حرارت‌زایی کمتری برخوردار باشد و علاوه بر آن نه تنها خواص بتن را تغییر ندهد، بلکه موجب افزایش کیفیت بتن شود.

از دیگر از مسائل مهم در ساخت بتن واکنش‌های شیمیایی غیرقابل کنترل و مضر درون بتن است که در مباحث بعدی به آن می‌پردازیم.

استفاده از مواد پوزولانی یکی از راه‌هایی است که می‌توان با افزودن آن به بتن به عنوان درصدی از سیمان، در شرایط تعریف شده‌ای مشکلات مربوط به بتن‌ریزی‌های حجیم را کاهش داد. در سد هایقر یکی از مسائلی که از حساسیت بالایی پیش از اجرای بتن‌ریزی بدنه سد برخوردار بود استفاده از پوزولان درون طرح اختلاط بتن است که این موضوع موجب شد با استقرار و آ‌ا‌یشگاه مجهز، طرح‌های اختلاط بتن فراوانی درون کارگاه ساخته و با برگزاری کمسیون فنی و تریه و تحلیل طرح‌های پوزولان درون طرح اختلاط نهایتاً منجر به حذف پوزولان و جایگزینی آن در طرح اختلاط بتن گردید.

سد هایقر را می‌توان به عنوان اولین سد ساخته شده با بتن غلتکی در ایران نام برد که ریسک حذف پوزولان و جایگزینی فیلر با آن، را بنا بر دلایل علمی و آزمایشگاهی پذیرفت. به دلیل اینکه عمده مبحث این کتاب بر روی فیلر و پوزولان که از مصالح تشکیل‌دهنده بتن متراکم شده توسط غلتک است متمرکز می‌شود لازم می‌دانیم کمی در رابطه با این بتن و خصوصیات آن بحث نموده و پس از آن به بحث جایگزینی فیلر با پوزولان بپردازیم.