ارزیابی مقاومت بتن خود تراکم و بتن معمولی در پی‌های عمیق به روش مغزه‌گیری

جمشید اسماعیلی، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
نوبخت بختیاری*، مربی، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مراغه، مراغه، ایران
مهدی امری، مربی، دانشکده مهندسی عمران،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مراغه، مراغه، ایران

*nobakht.bakhtyari@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۰۲/۲۱

چکیده:

شمع‌های بتنی درجا، نوع پرکاربردی از پی‌های عمیق محسوب می‌گردد که اجرای آن‌ها به خصوص در پروژه‌های راهسازی و راه آهن روز به روز در حال افزایش است. تجربیات نشان میدهد که مشکلات فنی اجرائی اجتناب‌ناپذیر در بکاربردن بتن معمولی با اسلامپ بسیار بالا در این نوع شمع‌ها وجود دارد ، مقاومت فشاری ضعیف و کم دوام و نفوذپذیری بالا در محیط زیر سطح زمین، از عوارض این نوع بتن‌ریزی‌هاست، از سوی دیگر مقاومت بسیار عالی، اطمینان از تراکم مناسب نفوذپذیری، سهولت بتن‌ریزی و افزایش سرعت اجرا، از مزایای چشمگیر بتن خود متراکم به شمار می‌رود،

مزایای فوق به خصوص در بتن‌ریزی شمع‌های بتنی درجا، بیشتر متجلی می‌گردد در این مقاله با مقایسه مقاومت‌های درجا که توسط نمونه‌های مغزه‌گیری شده از دو نوع شمع اجراء شده بتن‌ریزی معمولی و بتن خود متراکم نتایج مهمی اخذ شده است این مغزه‌ها که در ترازهای مختلف تا عمق ۱۴ متری از سطح زمین نمونه‌بردای و مورد آزمایش قرار گرفته است. نشان می‌دهند که بکارگیری بتن خود متراکم علاوه بر مزایای فنی، اجرائی قابل توجه، باعث یکنواختی نسبی بیشتر در مقاومت‌های کسب شده واقع در قسمت‌های بالاتر از طول شمع می‌گردد که این محدوده از شمع‌ها تحت اثر بیشترین تنش‌های قائم و جانبی قرار دارند بنابراین استفاده از بتن خود متراکم، یا بتن نسل جدید می‌تواند به طور گسترده در پی‌های عمیق پروژه‌های راهسازی و راه آهن، جایگزین روش سنتی گردد.

کلید واژگان: پی عمیق، شمع بتنی درجا، بتن خود متراکم، بتن معمولی – مغزه گیری

۱- مقدمه

بکارگیری پی‌های عمیق پیوسته در حال افزایش است بخصوص اینکه کاربرد این نوع پی‌ها در پروژه های مانند پایه پلها، ساختمان های بلند، سازه‌های دریائی و سازه‌های سنگین صنعتی از اهمیت ویژه-ای برخوردار بوده و حتی در مواقعی، تنها گزینه مناسب برای پی‌سازی این نوع سازه‌ها می‌باشد. اهمیت انتقال مناسب بارهای سنگین توسط شمع‌های اجراء شده وقتی آشکار می‌گردد که بدانیم سهم عمده از تامین پایداری ثقلی و جانبی سازه‌ها و ایمنی سازه‌های مهم، متوجه پی آنها است. در کنار مزایای قابل توجه برای شمع‌های بتنی درجا از نظر باربری، عمدتاً عیب مربوط به بتن‌ریزی آنها است. بعد از حفاری، موضوع کوچک شدن قطر و معیوب شدن مقطع قابل انتظار است و یا

Archive of SID
www.SID.ir

به دلیل اسلامپ متفاوت بتن و وضعیت لوله ترمی، ممکن است بتن ریزی درشرایط مطلوب انجام نگیرد عیب مهم‌تر اینکه کیفیت بتن به دلیل قابل روئیت نبودن و عدم امکان ویبره، تقریباً قابل بررسی وکنترل نیست. عدم امکان ویبره زنی و متراکم نمودن یکنواخت بتن، از مشکلات اساسی ضعف بتن می‌باشد که در بتن ریزی معمولی برای مقاطع پرآرمه وجود دارد به غیر از تراکم زیاد میلگردها، که تغییر آن خارج از اختیارات اجرائی است کمبود نسبی کارگر ماهر، راحت طلبی و سهل‌انگاری و صعوبت‌های جسمی نیز، به مشکلات متراکم نمودن بتن اضافه می‌شود. در بتن ریزی شمع‌های بتنی در جا، صرفنظر از مشکلات فوق، به دلیل ماهیت المان سازه‌ای، امکان تراکم واقعاً وجود ندارد بنابراین لازم است بکارگیری بتن خود متراکم SCC [۲] در کنار بتن معمولی، در این نوع سازه‌ها مورد بررسی قرار گیرد .

۲- مروری بر تحقیقات

اولین کارهای تحقیقاتی که نگاهی به اصول مورد نیاز SCC در ژاپن داشتند، در حدود سال های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱ منتشر شدند. این مطالعات تحت عناوین" بتن با عملکرد بالا و بتن فوق کارا"، بر خواص بتن تازه، مانند ظرفیت پرشدگی، جاری شدن و مقاومت در مقابل جداشدگی متمرکز بودند [۱و۲]. سوئد اولین کشور اروپایی بود که توسعه SCC را آغاز کرد در سال ۱۹۹۳، تحقیقات گسترده ای تحت عنوان پروژه Brite-Euam با همکاری کشورهای اروپایی آغاز شد که بتن آنها بر اساس ترکیب سیمان پرتلند با پودر سنگ آهک روی پروژه های عمرانی و خانه‌سازی به عنوان پروژه های تجربی انجام شد[۳] در این سیمان‌های ترکیبی، از دستورالعمل کمیته اروپائی بتن استفاده گردید[۴]. همچنین این تحقیقات براساس کمیته ACI 237R [۵] و دستورالعمل PCI [۶] آغاز شد .گزارش کمیته ACI 237 در سال ۲۰۰۷ منتشر شددر ایران نیز از سال ۱۳۸۵ تحقیقات مورد نظر به صورت جدی آغاز شده است .

در مورد بتن ریزی شمع های بتنی در جا، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. کامپ و براون (Camp, Brown) در سال ۲۰۰۲ در خصوص روش های بتن ریزی و تهیه بتنی که منجر به بروز مشکلات اجرائی در بتن‌ریزی شمع‌های بتنی درجا نگردد را مورد بررسی قرار داد در این تحقیق از بتن های با ترکیب‌های مختلف و با مقاومت بالا در شمع های بتنی در جا استفاده شده است[۷]. در سال ۲۰۰۴ براون (Brown) در طی تحقیقات خویش نقش تفکر و هنر دراجرای بتن ریزی مطلوب شمع های بتنی را بیان نمود[۸] همچنین دیز و مولینز (Dees, Mullins) درسال ۲۰۰۵ به بررسی اثرات پارامترهای مختلف در رفتارشناسی بتن‌های مخصوص شمع‌های در جا، بحث نموده و نشان داد که سهولت اجرای بتن خود متراکم با پارامترهائی نظیر قابلیت جریان، پایداری، قابلیت پرداخت، قوام و قابلیت پمپاژ مربوط است [۹] لذا با توجه به فراگیر شدن بتن خود متراکم، و مزایا و تسهیلاتی که این نوع بتن، به خصوص در بتن‌ریزی شمع‌های بتنی درجا و یا سایر ابنیه مشابه (مثل بتن‌ریزی پوسته تونل‌ها) ، ایجاد می‌کند لازم است که مزایای فنی کاربرد این نوع بتن‌ها در بتن‌ریزی شمع‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. [۱۰ و ۱۱].

می توان گفت تحقیقات خاص در مورد کاربری بتن خود متراکم در پی های عمیق از سال ۲۰۰۱ صورت گرفت در این سال ، استفاده از بتن خود متراکم در پی و دیوار سازه ای، در ژاپن با استفاده از دستورالعمل مربوطه، گزارش شده است [۱۲و۲۴].

P.L. Domone شصت و هشت مورد از موارد استفاده از بتن خود متراکم (SCC) از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۰۳ را در یک سازه واقعی مورد بررسی قرار داد و طی دو مقاله [۱۳و ۱۴] نتایج مربوطه منتشر نمود.

در سال ۲۰۰۶ دو گروه شمع ۶ تایی با قطر ۲۵۰ میلی متر و طول ۴ متر، ساخته شده از بتن SCC و بتن معمولی با شرایط محیطی مشابه، اجرا شد و سپس خود شمع‌ها تست شده و بعد از ارزیابی کرنش ها و نشست شمع‌ها با روش پالس فراصوتی ، یکپارچگی بتن‌ها نیز ارزیابی گردید. نمونه‌های اخذ شده برای آزمایش از بتن شمع ها دارای ۷۵ میلی متر قطر و ۱۵۰ میلی‌متر ارتفاع بودند (همانند نمونه های استاندارد مغزه‌گیری) مطالعه تجربی به وضوح نشان داد که عملکرد SCC در شمع بتنی در جا، در همه شرایط بهتر از بتن معمولی می باشد[۱۵]. در سال ۲۰۰۷ عملکرد خوردگی شمع های بتنی در جا و میزان نفوذ یون کلرید در طول ۴۰ سال عمر شمع، در پایه های پل ها بررسی گردید[۱۶] و نشان داده شد که مقاومت بالا در مقابل خوردگی بتن شمع، ناشی از نسبت کم آب به سیمان و خوب متراکم شدن و مقاومت بالای بتن می باشد که خواص مذکور، مشابه خواص ذاتی بتن خود متراکم می باشند .

۳-طرح موضوع

بدلیل عدم دسترسی به چاه حفاری شده شمع‌ها ومجهول بودن، وضعیت حفاری ، وضعیت جداره وحتی مجهول بودن عمق واقعی حفاری و عمق بتن‌ریزی، عدم قطعیت های فراوانی در مراحل مختلف ساخت این نوع شمع ها می تواند وجود داشته باشدکه مهمترین این مجهولات، درمرحله بتن‌ریزی است که باید با دقت و سرعت و پیوسته انجام گردد. در نقشه‌های اجرائی اسلامپ بتن‌های مصرفی برای شمع-های بتنی درجا درحدود ۱۵۰ الی ۲۰۰ میلی‌متردرج می گردد. دامنه وسیع تغییرات برای اسلامپ و شل بودن در بتن معمولی، بنا به نیازهای اجرائی است این نیازها عبارتند از : عدم امکان ویبره زدن برای این نوع بتن ریزی‌ها، تسهیل در بتن‌ریزی با لوله ترمی، اطمینان از نفوذ بتن به خلل و فرج بدنه حفاری شده.

برای رسیدن به اسلامپ فوق، نسبت آب به سیمان بالائی به کارمی رود به طوریکه برای کسب حداقل مقاومت سازه‌ای که ۲۰۰

---

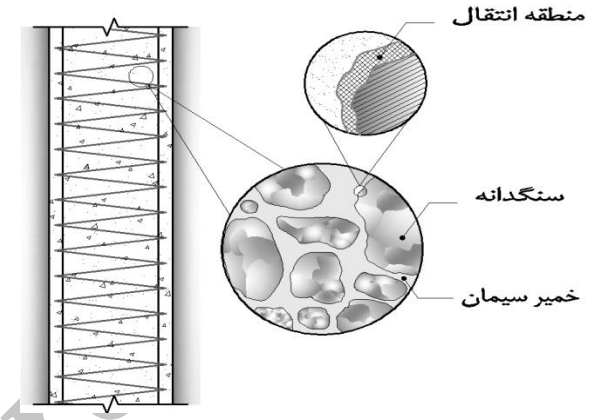
۱ Self compact concrete

Archive of SID
www.SID.ir

کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین می شود سیمانی بیشتر از ۴۰۰ کیلو گرم در هر متر مکعب مصرف می شود بنابر این علاوه بر کاهش وزن مخصوص بتن، با روندی که درتولید بتن با اسلامپ بالا برای شمع‌ها حاکم است بهره و مقاومت بهینه لازم از سیمانی که به سادگی حاصل نمی‌شود، برده نشده و یک روند غیرفنی در کارگاههای شمع ریزی جاری بوده و هست.

کاهش وزن مخصوص بتن به دلیل افزایش نسبت آب به سیمان، نفوذ پذیری و آب انداختگی بتن را افزایش داده و تخلخل منطقه انتقالی در بتن را افزایش می‌دهد درحقیقت بسیاری از رفتارهای بتن، با درنظر گرفتن اثر فصل مشترک دانه‌ها وخمیر سیمان(منطقه انتقالی) مشخص می‌گردد. این ناحیه به صورت یک پوسته نازک به ضخامت حدود ۰/۰۰۵ میلیمتر به دور دانه‌های درشت قرار می‌گیرند و حلقه ضعیف در اتصال اجزاء بتن را تشکیل می دهد (شکل ۱) بنابر این در بتن ریزی متعارف شمع ها که نسبت آب به سیمان درآنها زیاد است به دلیل ضعف و ناهمگنی شدید در منطقه انتقالی بتن‌هائی با مقاومت بسیار پائین، حاصل می‌شود و بیشتر می‌توان به مقاومت اصطکاکی این نوع شمع‌ها استناد کرد تا به مقاومت اتکائی و سازه‌ای آنها، و این موضوع نوعی نقص فنی و محاسباتی را در پی خواهد داشت.

از اجزاء مهم بتن خود تراکم، استفاده از پودر سنگ می باشد که ریز ساختار و منطقه انتقالی بتن را تحت تاپیر قرار می دهد. Tragardh[۱۷] وضعیت ریز ساختار بتن های حاوی پودر سنگ آهک بررسی نموده اند و اثر پرکننده سنگ آهک بر توزیع اندازه منافذ خمیر سیمان را تحقیق نموده است و چنین نتیجه گیری شد که ساختار منفذ بتن های خود تراکم در مقایسه با بتن معمولی ریزتر است این پژوهشگر تفاوت ریز ساختار بتن معمولی و بتن خودتراکم حاوی پودر سنگ را عمدتا" تفاوت در منطقه انتقالی دو نوع بتن می داند. به دلیل حجم خمیر بیشتر در SCC، فاصله بین سنگدانه ها بیشتر است از طرف دیگر تراکم منطقه انتقالی در بتن خودتراکم، بهتراز بتن معمولی است .



شکل ۱ – منطقه انتقالی ضعیف در بتن ریزی معمولی شمع های بتنی در جا

مشکلات حاصل از مصرف غیرفنی و غیر اقتصادی سیمان و هزینه تهیه آن از یک سو و مشکلات اجرائی حاصل از بکارگیری بتن های معمولی درشمع های درجا از سوی دیگر، موجب طرح این سئوال است که آیا تهیه بتن با اسلامپ بسیار بالا و به دلیل عدم امکان وییره زنی، توجیهی مناسب برای استفاده غیرفنی و غیر اقتصادی ازسیمان است؟ و یا آیا نمی‌توان را ه حلی پیدا کرد که با استفاده بهینه از سیمان، ضمن رسیدن به مقاومت بالاتر، از بروز مشکلات اجرائی نیز جلو گیری شود ؟

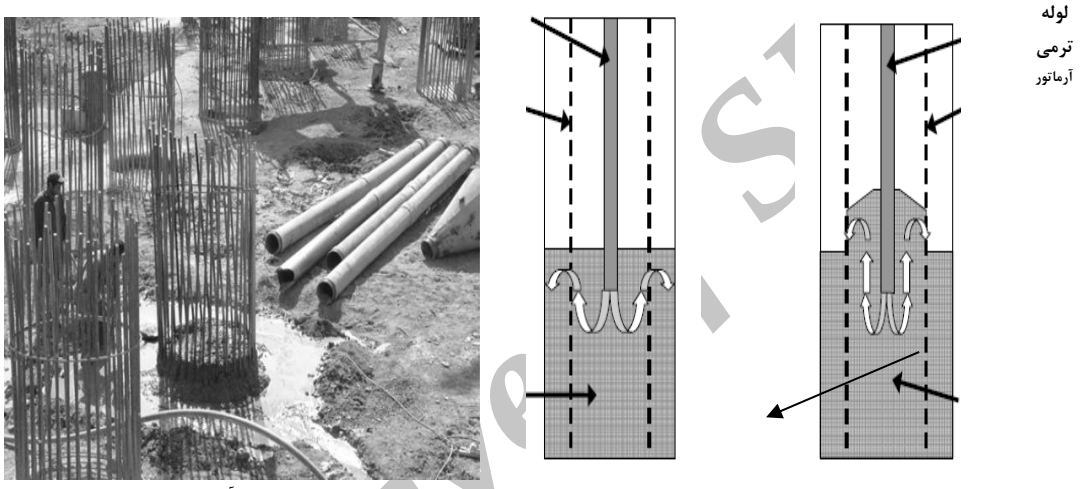
با تفکر جایگزینی بتن خود متراکم با بتن معمولی، جواب سئوالات فوق، منفی است بنابراین برنامه تهیه پودر سنگ و فوق روان کننده در دستور کار کارگاهی قرار گرفت تا نسبت به ارائه و آزمایش طرح مخلوط بتن خود متراکم، با همان مصالح موجود مصرفی در ساخت بتن معمولی اقدام شود.

۴-اشکالات بتن ریزی معمولی

علاوه بر اشکالات فنی مذکور، اشکالات اجرائی عدیده‌ای نیز در مصرف بتن معمولی در شمع‌ها بوجود می‌آید اشکالات فوق از این نظر اهمیت دارند که ممکن است منجر به بروز یک ایمنی تقلیل یافته شوند که در این صورت می‌توانند خطاهای پرخطر سازه‌ای را موجب گردند. در کارهای اجرائی و بخصوص در پی سازی با شمع‌های بتنی در جا، اشکالات ممکن است از سرویس دهی نامطلوب تا وقوع یک فروپاشی کلی سازه‌ای را در پی داشته باشد.

www.SID.ir

در بتن ریزی شمع‌ها، برای اینکه بتن بتواند از لوله ترمی خارج شود باید فشار بتن داخل لوله که از پائین به بالا وارد می‌شود ، بر فشار مخلوط آب بنتونیت خارج لوله که از بالا به پائین وارد می‌شود غالب گردد یعنی بتن باید کاملا به صورت سیال عمل کند بنابراین بتن خروجی از انتهای لوله ترمی، باید دارای چند خاصیت مهم باشد تا اشکالات احتمالی مربوط به خواص بتن ریزی معمولی را برطرف نماید مهمترین این خواص، قابلیت پرکنندگی، قابلیت عبوری ومقاومت در برابر جدا شدگی است که بتن معمولی با اسلامپ بسیار بالا فاقد خواص مذکور می‌باشد با ادامه بتن‌ریزی و بالا رفتن ارتفاع بتن در داخل چاه شمع، فشار ناشی از ستون بتنی داخل لوله ترمی(که می خواهد از لوله خارج شود) برای غلبه بر فشار بتن و بنتونیت خارج از لوله، ناکافی شده و بتن به راحتی از لوله ترمی خارج نمی‌شود درنتیجه به دلیل پدیده انسداد ناشی از وجود میلگرد های حلقوی شمع، عملیات بتن ریزی مختل می‌گردد (شکل ۲) در این مواقع با افزایش نسبت آب به سیمان(در بچینگ پلانت) و افزایش آب به مخلوط (در داخل ترک میکسر) سعی در رقیق کردن بتن می‌شود با این کار، لزجت بتن که از مشخصات بنیادی رئولوژیکی بتن می‌باشد کاسته شده و با جدایش بیشتر دانه ها، بتن ضعیف تر می‌گردد.



شکل۲- پدیده انسداد ناشی از وجود میلگردهای حلقوی در بتن معمولی و جایگزینی آن با بتن خود متراکم

۵-تهیه و بکارگیری طرح مخلوط بتن خود متراکم

با ا ستفاده از م صالح سنگدانه ای رود خانه زرینه رود (آذر بایجان غربی) و سیمان تیپ یک صوفیان تبریز، پودر سنگ آهک آذر شهر و فوق روان کننده از شرکت وند شیمی، با ترکیبات مختلف بتن‌های مختلفی با امکانات کارگاهی ساخته شد. در ارائه طرح مخلوط از روش ونگالا (Vengala) ا ستفاده شد [۱۸] در این روش ابتدا طرح اختلاط بتن معمولی به روش ACI و با اسلامپ ۱۰۰ میلی متر تهیه شد و سپس با افزودن فوق روان کننده به طرح اختلاط، اسلامپ ۲۰۰ میلی‌متر بد ست آمد و با م شاهده آب انداختگی ظاهری و جدا شدگی جزئی، حدود ۸ درصد از سنگدانه های درشت با سنگدانه های ریز جایگزین شد سپس برای رسیدن به بتن خود متراکم، از افزایش های ۱۰ درصدی (نسبت به وزن سنگدانه ها) برای جایگزینی پودر سنگ به جای سنگدانه در شت ا ستفاده گردید و آزماي شات جریان ا سلامپ و جعبه L به عمل آمد و نهایتاً نسبت اختلاط مطابق جدول ۱ بد ست آمد که طرح اختلاط حاصل، نتایج آزمایشات را در حد قابل قبولی ارائه می داد استاندارد این آزمایش ها مطابق با ASTM C 1611 است [۱۹] (جدول ۲)

جدول ۱- طرح اختلاط آزمایش شده بتن معمولی و بتن خود متراکم برای یک متر مکعب بتن

نوع بتن	شن(kg)	ماسه(kg)	پودر سنگ(kg)	سیمان(kg)	فوق روان کننده(lit)	آب(lit)
بتن معمولی	۱۱۰۰	۸۸۰	–	۴۰۰	–	۲۴۰
بتن خود متراکم	۷۳۷	۸۸۰	۲۸۰	۳۴۰	۸/۵	۱۵۰

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- نتایج آزمایش برای بتن خود متراکم شمعها بتنی درجا

آزمایش	L-Box test	V-Funnel test		Slump Flow test		وزن مخصوص
ویژگی	قابلیت عبوری	قابلیت عبوری		ر وانی	جدا شدگی	T0n/m^3
نتایج طرح اختلاط	۰/۹۲	T5 min	T10 sec	D	T 50 cm	۲۳۹۵
		sec۶	sec۱۲	cm۶۹	sec۵	

لازم به تو ضیح ا ست که برا ساس کمیته ACI 237R [۵] و دســتورالعمل PCI [۶]، مواد پودری که اندازه ذرات آنها کوچکتر از الک نمره ۱۰۰ (۰/۱۲۵ میلی متر) اســت، به عنوان پودر در بتن خود تراکم محسوب می شوند. این مواد به دو گروه پودر تقریباً خنثی و پودر پوزولانی با خصــوصــیات هیدرولیکی پنهان مانند ســرباره تقســیم می شوند. برا ساس این تعریف، پودر فقط شامل پودر سنگ نیست و بقیه مواد پودری را نیز شامل می شود .البته در این تحقیق از پودر سنگ آهک که به وفور و ارزان در دسترس است استفاده شده است.

در بتن‌ریزی شمع‌ها به دلیل نبود قالببندی و عدم امکان اجرای ویبره از یکسو و ثابت بودن مسیر انتقال در ریختن بتن که با قیف و لوله ترمی به طول نسبتا زیاد و به قطر نسبتا کم صورت می گیرد و عواملی مانند غیرقابل رویت بودن امتداد حفاری، امتداد نسبتا مجهول شبکه آرماتورگذاری، نامعلوم بودن ضخامت پوششی بتنی و همچنین عدم آگاهی از نحوه پخش و گسترش بتن، موجب می‌شود که مقبولیت بتن‌ریزی شمع‌ها همواره با حدس و گمان همراه باشد و عدم قطعیت-هایی در این مورد وجود داشته باشد. این عدم قطعیت ها با بکار بردن بتن خود متراکم به شدت کاسته می شود.

از آنجائیکه گسترش و یکنواختی بتن در داخل شمع‌ها به پارامترهائی از قبیل سطح مقطع حفاری، اسلامپ و روانی بتن، سرعت بتن‌ریزی و ناپایداری خاک جداره شمع بستگی دارد بنابراین با بکار بردن بتن خود متراکم، مهمترین ویژگی مطلوب بتن یعنی جاری شدن تحت اثر وزن خویش و نیاز نداشتن به هر گونه ویبره مهیا می‌شود ضمن اینکه قابلیت خود ترازی این نوع بتن بدون کاهش در روانی، مقاومت و جدا نشدگی اجزاء، از مزایای منحصر به فرد این نوع بتن محسوب می گردد که دقیقاً مناسب بتن‌ریزی این قطعات سازه‌ای هستند.

با افزایش مقاومت فشاری بتن وبا استفاده از روابط متعارف بتن مسلح، می توان از مقدار درصد آرماتور در مقطع کاست در بررسی رفتار بتن مسلح مقاومت فشاری بتن خود تراکم را می توان همانند بتن معمولی در نظر گرفت. مقصودی و همکاران [۲۰] در بررسی شکل پذیری در حالت نهائی محل اتصال در اعضای ساخته شده از بتن خود متراکم، نشان دادند که رفتار بتن خود متراکم در سازه های بتن مسلح همانند بتن معمولی بوده و می توان کرنش نهائی فشاری بتن را در حدود ۰/۰۰۳۵ در نظر گرفت بنابراین، با توجه به روابط معمول بتن آرمه، در محاسبات سازه ای شمع ها، می توان مقدار صرفه جوئی در مصرف فولاد را محاسبه نمود این مقدار، متناسب با افزایش مقاومت مشخصه بتن خواهد بود.

در بحث دوام، در محیط زیر خاک و در معرض آب‌های زیر زمینی انتظار بر این بود که بتن خود متراکم با خواص مناسب به دلیل نفوذپذیری کم و یکنواختی نسبتا بالا، ضعف کمتری داشته باشد که این خاصیت در ارتباط با مقدار مصرف پودرسنگ متغیر است بنا بر این در ارائه طرح مخلوط به این موضوع نیز توجه گردید که علیرغم قطعیت نیافتن اثرات منفی استفاده از مقادیر بالای پودر سنگ آهک در این نوع بتن ها مقدارآن محدود شده و مصرف سیمان عمداً افزایش یافت (علیرغم افزایش مقدار سیمان در بتن خود متراکم، این مقدار همچنان حدود ۱۵ درصد پائین‌تر از مصرف سیمان در بتن معمولی بوده است). البته در این پروژه، نتایج آزمایشگاه ژئوتکنیک و مکانیک خاک ، مقدار سولفات و کلراید درآبهای زیر زمینی را زیر حد مجاز، گزارش نموده [۲۱] به طوریکه استفاده از سیمان تیپ یک را مجاز شمرده است. برای نفوذ یون کلراید نیز به طریق مشابه پیش‌بینی‌های لازم به عمل آمد در این ارتباط، از نتایج ازمایشات انجام شده توسط رمضانیانپور و Obla [۲۲و۲۳] استفاده شد که نشان داده اند با افزایش مقاومت فشاری بتن، نفوذ پذیری یون کلراید به صورت تقریبا خطی کاهش می یابد

۶-دستگاه ازمایش و روش مغزه گیری

دستگاهی که این ازمایش به وسیله ان انجام شد یک مغزه گیر از سری EL-35-501 می‌باشد که حداکثر قطر قابل حفاری آن mm ۱۵۰ می باشد مته‌های دستگاه به صورت استوانه ای و دارای سر الماسه می باشد که برای خنک کردن آن از اب با دبی ۳ لیتر بر ثانیه استفاده شده است هر چند به صورت تجربی می توان مقدار آب لازم را تنظیم کرد در این آزمایش با توجه به صعوبت نقل و انتقال دستگاه به عمق مورد نظر ، از تمهیدات کمکی نظیر حفاری رمپ ونیروی کمکی زیاد استفاده شد.

مغزه گیری از بدنه تمیز شده شمع بتنی در جا و با تنظیمات دقیق دستگاه مغزه گیر انجام شد جهت مغزه با توجه به ماهیت سازه، عمود بر جهت بتن ریزی صوت گرفت مغزه ها با تعبیه سکو های موقت ، در ارتفاع های مختلف انجام گرفت با توجه به امکانات مغزه‌گیری (کرگیری) موجود در کارگاه، مقرر شد با خاکبرداری اطراف شمع ها در ترازهای مختلف از عمق شمع، مغزه گیری انجام گیرد این نمونه‌ها طبق استاندارد ASTM - C42 مغزه‌گیری و طبق استاندارد ASTM – C39 عمل‌آوری و مورد آزمایش مقاومت فشاری قرار گرفتند.

Archive of SID
www.SID.ir

آزمایشات کرگیری به تناسب عمق خاکبرداری از عمق‌های ۲ متری شروع و سپس در اعماق ۴ و ۶ و ۸ و ۱۰ متری ادامه یافت در هر دو شمع آزمایش شده، در موقع اجراء از غلاف فولادی (Cassing) به طول ۶ متر در ابتدای دهانه شمع استفاده شده بود. در شکل ۳ مراحل مختلف خاکبرداری اطراف شمع واستقرار دستگاه، مغزه‌گیری و نمونه ها نشان داده شده است.

با توجه به اینکه احتمال بالا آمدن تراز آب زیر زمینی در پروژه بالا بود، مغزه‌های بتنی به مدت حداقل ۴۰ ساعت در آب غوطه ور شدند و سپس بصورت مرطوب آزمایش گردیدند. در اکثر استانداردها توصیه شده است مغزه گیری به نحوی انجام شود که آرماتور در داخل مغزه وجود نداشته باشد و یا در صورت وجود آرماتور در مغزه اولیه ، سعی می شود هنگام بریدن مغزه قطعه ای از آن را که دارای آرماتور نیست تهیه کرده و آزمایش را بر روی آن انجام دهند.

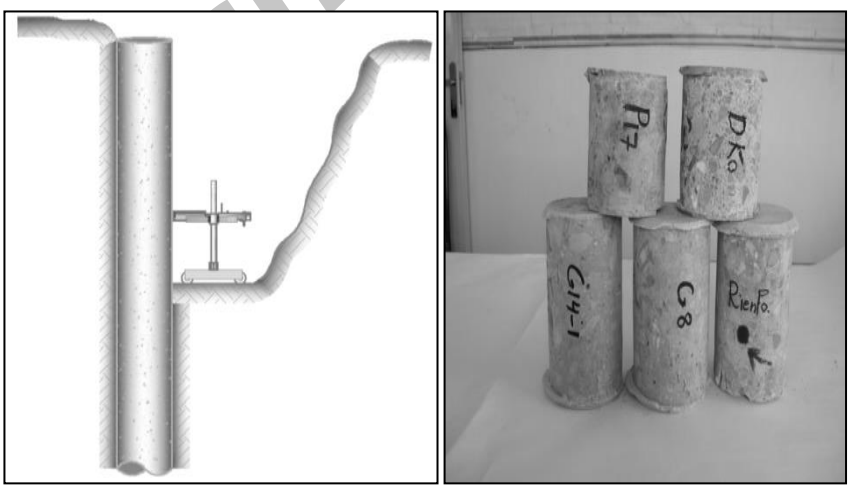
اما در این تحقیق و در شمع های بتنی در جا به دلیل فشردگی آرماتوربندی امکان تهیه مغزه بدون آرماتور مشکل بود که با تلاش مضاعف انجام شد با توجه به اینکه محل اتصال آرماتور و بتن جزء ضعیف ترین قسمت های مغزه محسوب می شود و شکست مغزه ها عمدتا در این قسمت اتفاق می افتد اصلاحات لازم ، مطابق ضوابط برای تعداد اندک نمونه‌ها به عمل آمد.

۷-نتایج آزمایش ها و بحث در باره آنها

علیرغم تلاش‌هائی‌که در اجرای بتن همگن به عمل می آید وضعیت توزیع مقاومت فشاری واقعی بتن در طول شمع‌ها ، از وضعیت معلوم و شناخته شده‌ای بر خوردار نیست. به منظور بررسی مقاومت واقعی بتن های سخت شده شمع ها، با فرصت استثنائی که در جریان کار های اجرائی پیش آمد این موضوع بررسی شد. به دلیل تغییر در پلان پروفیل قسمتی از مسیر راه آهن در یکی از پروژه های ملی در غرب کشور، دو عدد از شمع‌های بتنی اجرا شده (به عنوان پی پایه پل) خارج از مسیر قرار گرفتند که یکی از آنها با بتن معمولی و دیگری با بتن خود متراکم اجرا شده بودند. عمر بتن ریزی ها بین ۱۰۰و ۱۱۰ روز بوده است

با توجه به امکانات مغزه‌گیری (کرگیری) موجود در کارگاه، مقرر شد با خاکبرداری اطراف شمع‌ها در تراز های مختلف از عمق شمع، مغزه گیری انجام گیرد این نمونه‌ها طبق استاندارد ASTM - C42 مغزه‌گیری و طبق استاندارد ASTM – C3 عمل‌آوری و موردآزمایش مقاومت فشاری قرارگرفتند.

آزمایشـــات کر گیری به تناســـب عمق خاکبرداری از عمق‌های ۲ متری شـروع و سـپس در اعماق ۴ و ۶ و ۸ و ۱۰ متری ادامه یافت در هر دو شمع آزمایش شده، در موقع اجراء از غلاف فولادی (Cassing) به طول ۶ متر در ابتدای دهانه شـمع اسـتفاده شـده بود. در شـکل ۳ مراحل مختلف خاکبرداری اطراف شمع و ا ستقرار د ستگاه، مغزه‌گیری و نمونه‌ها نشان داده شده است.



Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۳- خاکبرداری اطراف شمع ، استقرار دستگاه مغزه گیر و نمونه برداری از بتن سخت شده

بعد از آزمایش نمونه‌های مغزه‌گیری شده، جهت تبدیل نتایج به مقاومت آزمونه‌های مکعبی، از ضرایب جدول ۶-۵-۱-۱- الف تعبیر بخش اول آئین نامه بتن ایران استفاده گردیده و نتیجه نهائی به همراه مقایسه و در صد کسب شده مقاومت در جدول ۳ درج گردید.

جدول ۳- نتایج آزمایشات مغزه گیری از عمق های مختلف در دو نوع شمع، با بتن معمولی و بتن خود متراکم

عمق شمع (متر)	۲	۴	۶	۸	۱۰	مقاومت متوسط آزمایشگاهی	مقاومت مشخصه
مقاومت مغزه در بتن معمولی(Kg/cm^2)	۱۲۴	۱۲۸	۱۳۶	۱۴۲	۱۵۴	Kg/cm^2 ۲۳۰	۲۰۰
نسبت مقاومت مغزه به مقاومت مشخصه (٪)	۶۲	۶۴	۶۸	۷۱	۷۷		
مقاومت مغزه در بتن خود متراکم(Kg/cm^2)	۲۲۸	۲۴۹	۲۵۵	۲۵۸	۲۶۴	۳۱۸	۳۰۰
نسبت مقاومت مغزه به مقاومت مشخصه(٪)	۷۶	۸۳	۸۵	۸۶	۸۸		

در بتن‌های معمولی اجراء شده عملا تغییرات حاصل از نسبت آب به سیمان های متغییر (که برحسب شدت گرمای محیط تغییر می‌کند) در وضعیت بتن ها، مشاهده می‌گردد بنابراین همخوانی و معادل فرض کردن مقاومت بتن بکار رفته در شمع ها، با مقاومت بتن نمونه‌های عمل آوری شده یک فرض خوش بینانه بوده و این تفاوت علناً و عملاً در مقایسه مقاومت مغزه‌ها با مقاومت‌های آزمایشگاهی مشهود است

با توجه به آزمایشات انجام شده در خصوص توزیع مقاومت بتن در طول شمع‌های بتنی درجا می‌توان گفت که در شمع‌ها با بتن‌ریزی معمولی و بتن خود متراکم مقاومت بتن در امتداد طول شمع از پائین به بالا (از عمق۱۲ متری به بالا)، کاهش می‌یابد این پدیده احتمالاً در نتیجه تاثیر آب انداختن بتن و جداشدگی و همچنین آثار هیدرواستاتیک بتن در ارتفاع شمع می‌باشد. همچنین در بررسی اثر موقعیت مغزه ها در یک تراز مشخص و ثابت، مقاومت بتن، در کناره‌های دیواره شمع یا جداره شمع کمتر از نواحی مرکزی آن می‌باشد که شدت تغییرات مذکور در بتن خود متراکم کمتر از بتن معمولی بوده است این موضوع شاید به دلیل مجاورت بتن با لایه‌هائی از خاک جداره و یا مخلوط چسبیده آب و بنتونیت به جداره شمع باشد که قبل از بتن‌ریزی در داخل چاه شمع وجود داشته است.

Archive of SID
www.SID.ir

۸-نتیجه گیری

۱- مناسب‌ترین نوع بتن‌ریزی از نظر فنی و اجرائی برای شمع‌های بتنی درجا، بتن خود متراکم است به شرطی که تعادلی مناسب بین جریان پذیری و لزجت بتن بر قرار گردد.

۲- به دلیل افزایش مقاومت فشاری حاصل از بکارگیری بتن خود متراکم، با فرض ثابت بودن مقطع و طول شمع، از درصد آرماتور مصرفی در مقطع کاسته می‌شود.

۳- به دلیل مقاومت فشاری نسبتا زیاد در بتن‌های خود متراکم نسبت به بتن‌های معمولی با اسلامپ بسیار بالا، دوام و نفوذ ناپذیری بتن شمع نیز افزایش می‌یابد.

۴-در شمع‌ها برای بتن معمولی شدت تغییرات نسبی مقاومت واقعی بتن درترازهای بالا، بیشتر از ترازهای پائین می‌باشد ولی این تغییرات برای بتن خود متراکم کمتر است و این ویژگی بسیار مثبتی تلقی می‌گردد چون شمع‌ها معمولاً در یک سوم تراز فوقانی خویش تحت تاثیر تنش-های قائم و جانبی حداکثر قرار می‌گیرند.

۵- با بکاربردن بتن خود تراکم از عدم قطعیت‌های موجود در بکارگیری بتن معمول در شمع‌ها، به شدت کاسته می‌شود.

۹-مراجع

[1] Tanigawa, Y., Mori, H., Yonezawa, T., Izumi, I., and Mitsui, K. (1989/1990) Evaluation of the Flow ability of high Strength Concrete by L-Flow Test, Proceedings of the Annual Conference of the Architectural institute of japan,

[2] Ozawa, k., Maekawa, K., and Olamura, H. (1990) High Performance Concrete with High Filling Ability, Proceedings of the RILEM Symposium, Admixtures for Concrete, Barcelona,

[3] Billberg, P., (1990) Self-compacting Concrete for Civil Engineering Structure . The Swedish Experience, Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm, CBI Report,

[4] European Committee for Standardization, Cement: Composition, Specifications and Conformity Criteria,(2000). part 1 : Common Cements, EN 197-1, EN/TC51/WG 6 Rev.,

[5] ACI, (2007). Committee 237, Self-consolidating Concrete, American Concrete Institue,

[6] PCI, TR-6-03, (2003). Interim Guidelines for the Use of Self-consolidating Concrete, Precast/ Prestressed Concrete Institute,

[**7**] Camp, W., Brown, D., and Mayne, P. (2002). "Construction Method Effects on Axial Drilled Shaft Performance, Deep Foundations, ASCE, GSP 116, pp 193-208.

[**8**] Brown, D., (2004). Zen and the Art of Drilled Shaft Construction, Geo support 2004, ASCE, GSP 124, pp.19-33.

[**9**] Deese, G., and Mullins, G. (2005). Factors Affecting Concrete Flow in Drilled Shaft Construction, "Proceedings, The International Association of Foundation Drilling Dallas/Ft. Worth, TX, pp. 144-155.

[10] Brown, D., Bailey, J., and Schindler, A. (2005). "The Use of Self-Consolidating Concrete for Drilled Shaft Construction: preliminary Observations from the Lumber River Bridge Field Trials, " Proc, Geo Construction, TX,PP.437-448.

[۱۱] شاهیدخت، غ. و جبروتی، م.ر.(اسفند ۱۳۸۵)، "طرح اختلاط بتن خود تراکم پروژه تونل بزرگراه رسالت" . شکرچی‌زاده، م.، لیبر، ن. (تدوین کنندگان)، مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بتن خود تراکم، ، ص ۲۹۵-۳۰۴.

[12] Inoue H, Takeichi Y, Ohtomo T. (2001). Construction of rigid foundation ofunderground diaphragm wall with highly congested reinforcing by using self-compacting concrete. In: Proc of 2nd Int Symp. on self-compacting concrete, Tokyo, Japan October, COMS Engineering, Japan. p. 643–50

[13] P.L. Domone / Cement & Concrete Composites 28 (2006). 197–208 Investigations on the Static Behavior of Self-Compacting Concrete Under-Reamed Piles

[14] P.L. Domone., (2005). Self-compacting concrete: An analysis of 11 years of case study, Department of Civil and Environmental Engineering, University College London, London, UK

[15] J. Annie Peter; N. Lakshmanan; and P. Devadas Manoharan,(2006). Investigations on the Static Behavior of Self-Compacting Concrete Under-Reamed Piles. JOURNAL OF MATERIALS IN CIVIL ENGINEERING, ASCE.

[16] K. Lau, A.A. Sagüés, L. Yao, and R.G. Powers, (2007). Corrosion Performance of Concrete Cylinder Piles. Journal of CORROSION—Vol. 63, No. 4 366.

[17] Tragardh, J., (1999). Microstructural Features and Related Properties of Self-compacting Concrete, Proceedings, First International Symposium on Self-compacting Concrete, Sweeden, pp. 175-186

[18] Vengala, J., Sudharshhan M. S., Ranganath R. V.(2003). Experimental study for obtaining self – compacting concrete. Indian Concrete J., 77(8), pp. 1261 – 6.

[19]ASTM C 1611/c 1611M-05. " Standard Tset Method for Slump-Flow of Self-Consolidating Concrete.

[۲۰] مقصودی ، ع. ا. و همکاران (۱۳۸۵)، " شکل پذیری در حالت نهائی محل اتصال در اعضائ ساخته شده از بتن خود متراکم". مجله اساس، فصل نامه انجمن مهندسین عمران ایران، سال نهم، شماره ۲۰ ، ص ۱۵ - ۲۱ .

Archive of SID
www.SID.ir

[۲۱] آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک وزارت راه و شهرسازی استان اذربایجان غربی،(۱۳۸۸) " گزارش ژئوتکنیک و تجزیه شیمیایی آب و خاک" ، شماره ۲۳۴ پروژه راه آهن مراغه – ارومیه .

[۲۲] رمضانیانپور، ع. و بختیاری، ی. (اسفند ۱۳۸۵)، "برسی تاثیر افزودن موادریز دانه خنثی بر خواص مکانیکی و دوام بتن خود تراز " . شکرچی‌زاده، م.، لیبر، ن. (تدوین کنندگان)، مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بتن خود تراکم، ص ۱۲۴–۱۳۷

[23] Obla, K. H., Hill, R.L., Thomas, M. D. A., . Shashiprakash, S.G., Perebatova, (2003). Properties of concrete containing ultra – fine fly ash. ACI Materials Journal, Vol. 100, No.5, pp 426-433

[24] Japanese Society of Civil Engineering. (1998). Guide to Construction of High Flowing.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of self-compacting concrete and ordinary concrete, by core method, in deep foundations

J.ismaily*
Assistant Professor, Department of Civil Engineering,Tabriz University, Tabriz Iran
N.Bakhtiari
Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Maraghrh Branch, Maragheh, Iran
M. Amri
Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Maraghrh Branch, Maragheh, Iran

ABSTRACT:

Situ concrete piles, the most widely used type of deep foundation. In Iran experience shows, that technical problems and economic performance by avoiding the use of ordinary concrete with a slump an extremely high in these types of candles. Poor and low compress resistance, durability and high penetrate the subsurface environment, the effects of this type of concrete planning. The excellent strength, permeability to ensure proper compaction, concrete ¬ ease and speed up the planning run, the significant advantages of self-compacting concrete. These benefits are especially situ concrete pile planning, most appear to be. In This paper compares core strength situ by taking samples from two typical arrangement of pile ordinary and self-compacting concrete and important results have been obtained. The core samples, to a depth of 14 m in which different levels of ground benchmark are tested. Show that the use of self-compacting concrete technical advantages, economic and administrative notable and lead to greater uniformity in resistance acquisition, located in the upper part of the pile is. This section, the maximum stresses due to vertical and lateral loads. Therefore, the use of self-compacting concrete in deep foundations, can widely replace traditional methods.

Keywords: deep foundation pile, in-situ concrete, self-compacting concrete,

www.SID.ir