بسم الله الرحمن الرحيم

٩٤٧٧٤

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی
بخش مهندسی عمران

بررسی شکل پذیری اتصالات تیر- ستون با بتن خود تراکم مقاومت بالا

استاد راهنما :

دکتر علی اکبر مقصودی

مؤلف :

مسعود محمدی ینگیجه

۱۳۸۷/۲/۲۱

شهریور ۱۳۸۶

ب

۹۳۷۷۳

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه

بعنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش مهندسی عمران

دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی بعنوان فراغت از تحصیل دوره مربوطه شناخته نمیشود.

دانشجو: مسعود محمدی ینگیجه

استاد راهنما: دکتر علی اکبر مقصودی

داور ۱: دکتر رضا رهگذر

داور ۲: دکتر جواد سلاجقه

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده: دکتر غلام عباس بارانی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به

مرحوم پدرم و مادر بزرگوارم

و

خواهرها و برادرهای عزیزم

تشکر و قدردانی

قبل از هرچیز باید از زحمت های جبران ناپذیر مرحوم پدرم و مادر بزرگوارم که هرچه دارم از آنهاست تقدیر و تشکر نمایم. لازم می‌دانم از زحمات و تلاشهای استاد گرانقدر جناب آقای دکتر علی اکبر مقصودی قدردانی نمایم که با تلاش و دلسوزی راه درست زندگی و پژوهش را به من نشان دادند. همچنین از ایشان بابت پرداخت کلیه هزینه های ارزی و ریالی تشکر می گردد. از جناب آقای دکتر رضا رهگذر و جناب آقای دکتر جواد سلاجقه که زحمت تصحیح و داوری پایان نامه اینجانب را تقبل فرمودند قدردانی می نمایم. همچنین از آقایان مهندس سید حمید هاشمی، مهندس حسن زاهدی فر، محمد حسنی و ید الله قطب الدینی و از تمامی دوستانی که مرا در تهیه و چاپ این پایان نامه یاری کردند نیز کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

بتن خود متراکم (Self Compacting Concrete, SCC) نوع جدیدی از بتن است که نیاز به ویبره کردن نداشته و تحت وزن خود متراکم می گردد و در ابتدا در ژاپن توسط Okamura در سال ۱۹۸۰ ابداع شد. اگر چه پژوهش در مورد بتن خود متراکم مقاومت بالا اخیرا آغاز شده، پس بررسی آزمایشگاهی و تئوری رفتار خمشی سازه های بتن مسلح با بتن خود متراکم مقاومت بالا ضروری است. با افزایش مقاومت بتن احتمال ترد شکنی آن هم افزایش می یابد، بنابراین دانش درباره شکل پذیری اتصال ها در ناحیه های زلزله خیز ضروری است. پژوهش گزارش شده در اینجا، برای به دست آوردن درک بهتری از رفتار کامل بار- خیز و لنگر- انحنا اعضای خمشی با بتن خود متراکم مقاومت بالا که تا مرحله گسیختگی بارگذاری شده اند، می باشد.

در این مطالعه، چند طرح اختلاط بتن خود متراکم مقاومت بالا توسط استاد راهنما در اختیار گذاشته شد و در فاز خمیری و سخت شده آزمایش های Slump Flow، L- Box، V-Funnel و مقاومت فشاری ۲۸ روزه نمونه ها تعیین گردید. سپس مناسب ترین طرح اختلاطی که دارای مقاومت بالای مناسبی داشت برای استفاده در اتصالات به کار برده شد.

سه عدد اتصال دارای بتن خود متراکم مقاومت بالا (Self Compacting High Strength Concrete, SCHSC) با درصد های مختلف ρ و ρ' ساخته و تحت بار فزاینده قرار گرفت. در حین آزمایش، کرنش بتن و آرماتورهای کششی و فشاری و خیز در نقاط مختلف تا زمان گسیختگی اندازه گیری شد. بر اساس نتایج آزمایشگاهی (سه عدد اتصال به همراه یک عدد اتصال که قبلا توسط استاد راهنما آزمایش شده بود و از داده های تئوری و تجربی آن در این پایان نامه استفاده شد) چهار اتصال به دست آمده، دیاگرام های بار-خیز و لنگر انحنا رسم و شکل پذیری اعضا محاسبه شد.

همچنین دو حالت بهره برداری و نهایی اعضاء بتنی دارای SCHSC مورد تحقیق قرار گرفته و نتایج حائز اهمیت زیر بدست آمده است: *i*) مقادیر کرنش نهایی قرائت شده در تار بحرانی (در هنگام شکست) بتن، دارای مقادیری بیش از ۰/۰۰۳ است، این مقدار برای بتن‌های با مقاومت بالا حاکی از اعتماد بیشتر به شکل پذیر بودن آنها می‌باشد. *ii*) از دیگر نتایج به دست آمده می‌توان به ترک‌خوردگی اتصال ها، که در باری، کمی کمتر از مقادیر حاصل از روابط ارائه شده در آیین‌نامه ACI و CSA اشاره کرد. *iii*) در حالیکه لنگرهای نهایی آزمایشگاهی مقطع، دارای مقادیری کمی بیش از لنگرهای نهایی محاسباتی بر اساس این آیین نامه‌ها می‌باشد. *iv*) در بار نهایی، کرنش فولاد وارد محدوده سختی کرنشی (Strain-Hardening) شده است، که مجددا چنین نتیجه‌ای اعتماد بیشتر به شکل پذیر بودن این نوع بتن‌های با مقاومت بالا در سازه ها را نشان می‌دهد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
مقدمه	۲
فصل دوم: تکنولوژی بتن خود متراکم	۵
۲-۱ تاریخچه	۷
۲-۲ ویژگیهای بتن خود تراکم تازه	۱۱
۲-۲-۱ توانایی پرکنندگی	۱۱
۲-۲-۲ مقاومت در برابر جداشدگی	۱۳
۲-۲-۳ توانایی عبورکنندگی	۱۵
فصل سوم: ویژگیهای مکانیکی بتن با مقاومت بالا	۱۷
۳-۱ تاریخچه	۱۸
۳-۲ خواص و ویژگیهای بتن با مقاومت بالا	۱۹
۳-۲-۱ دیاگرام تنش- کرنش بتن با مقاومت بالا	۱۹
۳-۲-۲ مدول الاستیسیته و نسبت پواسون بتن با مقاومت بالا	۲۲
۳-۲-۳ مقاومت کششی بتن با مقاومت بالا	۲۲
۳-۲-۴ دوام بتن بامقاومت بالا	۲۳
۳-۲-۵ اعضاء خمشی دارای بتن با مقاومت بالا	۲۳
۳-۲-۶ حداکثر و حداقل نسبت فولاد کششی در اعضاء خمشی بتن با مقاومت بالا	۲۴
۳-۲-۷ مقاومت برشی اعضاء خمشی بتن با مقاومت بالا	۲۶
۳-۲-۸ پارامترهای بلوک تنش فشاری مقاطع خمشی بتن با مقاومت بالا	۲۷
۳-۲-۹ معادلات ارائه شده برای مدول الاستیسیته بتن با مقاومت بالا	۲۷
فصل چهارم: شکل پذیری وعوامل مؤثر بر آن	۲۹
٤-۱ مقدمه	۳۰

عنوان	صفحه
٤-٢ اهمیت شکل پذیری	٣١
٤-٣ روشهای تعریف شکل پذیری	٣٢
٤-٤ شکل پذیری در مقابل تراز تسلیم	٣٤
٤-٥ شکل پذیری تیرهای بتن مسلح	٣٥
٤-٥-١ محاسبه نسبت شکل پذیری مقاطع تیرها	٣٥
٤-٥-٢ متغیرهای مؤثر در شکل پذیری سطح مقطع تیرها	٣٧
٤-٥-٣ تعریف نسبت شکل‌پذیری در تیر	٤٠
٤-٥-٤ متغیرهای مؤثر در شکل پذیری تیرها	٤١
٤-٦ شکل پذیری اتصالات تیر-ستون	٤٢
٤-٧ تحقیقات انجام شده در مورد شکل‌پذیری بتن های معمولی	٤٤
فصل پنجم: اتصال تیر – ستون	٤٩
٥-١ مقدمه	٥٠
٥-٢ طراحی اتصال	٥١
٥-٣ تغییر شکل برشی اتصال	٥٢
٥-٤ مدل جز فشاری و تنگ برای رفتار اتصال	٥٥
٥-٥ ضوابط گسیختگی اتصالهای تیر- ستون داخلی	٥٨
٥-٦ طبقه بندی اتصالات تیر به ستون	٥٨
٥-٦-١ تعریف اتصال	٥٨
٥-٦-٢ دسته بندی اتصالات تیر-ستون سازه ای	٥٩
٥-٧ ملاحظات طراحی	٦٠
٥-٧-١ مقاطع بحرانی در اتصال	٦٠
٥-٧-٢ بارها و نیروهای منتجه در اتصال	٦٠
٥-٧-٣ نیروها	٦٢
٥-٧-٤ قابلیت بهره برداری	٦٤
٥-٧-٥ ملاحظات مقاومت	٦٤

عنوان	صفحه
۵-۸ ضوابط مربوط به مقاومت اسمی	۶۴
۵-۸-۱ فشار	۶۴
۵-۸-۲ آرماتور عرضی	۶۵
۵-۸-۲-۱ اتصالات نوع ۱	۶۶
۵-۸-۲-۲ اتصال نوع ۲	۶۷
۵-۸-۳ برش برای اتصالات نوع ۱ و نوع ۲	۷۰
۵-۸-۴ خمش	۷۳
۵-۸-۵ مهار آرماتور	۷۴
۵-۸-۵-۱ مقاطع بحرانی برای مهار آرماتور تیر	۷۵
۵-۸-۵-۲ قطع میلگردهای قلاب دار در اتصال	۷۶
۵-۸-۵-۳ قطع میلگردهای مستقیم در اتصالات نوع یک	۷۷
۵-۸-۵-۴ میلگردهای تیر و ستون که از داخل اتصال می گذرند	۷۸
۵-۹ اتصالات تیر عریض	۷۹
۵-۱۰ اتصال با خروج از مرکزیت	۸۰
۵-۱۱ اتصال های تیر-ستون پهن	۸۱
نمادها	۸۲
فصل ششم: برنامه آزمایشات	۸۴
مقدمه	۸۵
٦-۱ آزمایشات فاز خمیری یا بتن تازه	۸۵
٦-۱-۱ آزمایش جریان اسلامپ(Slump flow test)	۸۶
٦-۱-۲ آزمایش جعبه L (L-box test)	۸۶
٦-۱-۳ آزمایش قیف V (V-funnel test)	۸۸
۶-۱-۴ آزمایش J-Rring :	۸۹
۶-۲ پارامترهای مورد مطالعه و دلیل انتخاب آن	۹۰
۶-۳ مصالح مورد استفاده	۹۰

عنوان	صفحه

۶-۳-۱ بتن ۹۰
۶-۳-۲ آرماتور مصرفی ۹۱
۶-۴ ساخت قالب برای بتن ریزی نمونه ها ۹۲
۶-۵ ساخت قفسه آرماتور نمونه ها ۹۳
۶-۶ نصب کرنش سنجها ی الکتریکی ۹۵
۶-۷ عملیات بتن ریزی،آزمایشهای مربوط به SCC و ساخت نمونه های آزمایشگاهی ۹۸
۶-۸ عمل آوری نمونه ها ۱۰۰
۶-۹ مراحل آزمایش بارگذاری نمونه ها ۱۰۲
۶-۹-۱ نصب ابزار لازم ۱۰۲
۶-۹- ۲ مراحل بار گذاری نمونه ۱۰۳

فصل هفتم: نتایج آزمایشهای بتن تازه و آزمایشهای نمونه ها و تحلیل‌های مربوطه ۱۰۶

۷-۱ مقدمه ۱۰۷
۷-۲ نتایج آزمایشات فاز خمیری یا بتن تازه ۱۰۷
۷-۳ اطلاعات مربوط به نحوه بارگذاری، ایجاد ترکها و شکست نمونه ها ۱۰۸
۷-٤ نتایج اطلاعات آزمایشگاهی نمونه ها در خمش ۱۱۱
۷-۵ شکل پذیری اتصالات بتنی دارای SCC ۱۱۸
۷-۵-۱ شکل پذیری جابجایی (μ_d) ۱۱۸
۷-۵-۲ شکل پذیری انحنا ۱۱۹
۷-۶ کرنش آزمایشگاهی فولاد، بتن و مقادیر عرض ترک ۱۲۰
۷-۶-۱ کرنش فولاد های طولی ۱۲۰
۷-۶-۲ مقادیر عرض ترک آزمایشگاهی ۱۲۱
۷-۶-۳ میزان کرنش آزمایشگاهی بتن فشاری درنمونه های دارای HSSCC ۱۲۲
۷-۷ لنگرها ۱۲۵

عنوان	صفحه
فصل هشتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۱۲۶
۸-۱ نتیجه گیری از تحقیقات آزمایشگاهی	۱۲۷
۸-۲ پیشنهاد برای تحقیقات آینده سازه‌های بتن مسلح دارای HSSCC	۱۲۹
مراجع	۱۳۰

مقدمه

مقدمه

در سالهای اخیر بیشترین پیشرفتهای سریع در محدوده تکنولوژی بتن رخ داده است، که منجر به تحولی در ضوابط گوناگون طراحی در بعضی آئین نامه ها شده و با افزایش رقابتهای ساخت در ترکیب استفاده از مصالح جدید و تکنولوژی ساخت، موقعیت بتن را به عنوان یک ماده ساختمانی تثبیت کرده است. با برخورداری از تکنولوژی تجربی و پتانسیل استفاده بیش از حد در صنعت ساختمان، تکنولوژی بتن امروزه به عنوان یک حرفه مطرح می شود. به دنبال آن این روزها، علاقه فراوان برای داشتن علم بهتر در استفاده از تکنولوژی برتر بتن در تحلیل و طراحی مقاطع تشکیل دهنده سازه ها افزایش یافته است.

بتن خود تراکم (Self-Compacting Concrete) پدیده جدیدی در علم مصالح ساختمانی است که کمتر از دو دهه از عمر آن می گذرد. این بتن با ویژگی‌های خاص خود، امکانات جدیدی را در اختیار قرار داده که با استفاده از آن می توان بر مشکلاتی که ناشی از عدم تراکم مناسب در سازه‌های بتنی می‌باشد از جمله کاهش عمر و دوام سازه‌ها، فائق آمد.

چنین بتنی بدون نیاز به هیچ لرزاننده ای تحت اثر وزن خود متراکم شده و از کارایی بالایی برخوردار است. از مزایای استفاده از بتن خود تراکم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- افزایش سرعت اجرای سازه‌های بتنی

۲- اطمینان از تراکم کافی در مناطق با تراکم بالای آرماتور

۳- کاهش آلودگی صوتی

۴- بالا رفتن کیفیت محصول نهایی

۵- صرفه جویی اقتصادی

ایده بتن خودتراکم اولین بار در ژاپن توسط شخصی به نام Okamura مطرح گردید و امروزه در سراسر دنیا مراکز تحقیقاتی مختلفی در مورد چنین بتنی بشدت در حال پژوهش و تحقیق می‌باشند.

کاربرد بتن با مقاومت بالا(High Strength Concrete) در سازه ها با توجه به خصوصیات و مزایا آن بسرعت رو به افزایش است. در اعضا فشاری مزیت عمده استفاده از چنین بتنی باعث کاهش سطح مقطع، خزش بتن، بنحوی که در ستونهای لاغر منجر به کاهش لنگر ثانویه گردیده و همچنین در اعضا خمشی از جمله تیرها و ستونهای تحت خمش باعث افزایش دوام اعضا می گردد. یکی از مسائلی که در طراحی مقاطع خمشی بتن مسلح بویژه بتنهای با مقاومت بالا

بخاطر خصوصیات ترد بودن آنها مطرح است، لزوم شکل پذیر بودن چنین مقاطعی خصوصاً در مناطق زلزله خیز است.

از طرف دیگر در مناطق زلزله خیز طرح اغلب سازه ها با تکیه بر رفتار الاستیک آنها در زلزله شدید، توجیه اقتصادی ندارد، زیرا در اینصورت مقاطع حاصله بسیار بزرگ خواهند شد. به همین دلیل فلسفه طراحی سازه‌ها در برابر زلزله در حال حاضر، بر مبنای جذب انرژی در تغییر شکلهای غیر الاستیک حین زلزله های شدید مطرح میباشد. عملکرد سازه در این شرایط به مقدار شکل پذیری اعضا در مقاطع بحرانی بستگی دارد. بدین منظور سازه در مقاطع بحرانی باید دارای قابلیت دوران پلاستیک باشد.

بر این اساس آیین نامه ها ضوابط خاصی را برای طرح اعضا در برابر نیروهایی از قبیل زلزله بیان می دارند که باعث ایجاد یک شکل پذیری ایده آل در المانهای تشکیل دهنده سازه و در نتیجه شکل پذیری کل سازه می شوند.

بنابراین دلایل طراحی شکل پذیری سازه ها را می توان به شرح ذیل بیان کرد:

۱- اجتناب از شکست ناگهانی عضو-سازه

۲- امکان باز پخش ممان خمشی، نیروی برشی و نیروی محوری در سازه های نامعین استاتیکی

۳- تحمل تغییر مکانهای پلاستیک در هنگام زلزله

۴- با توجه به اینکه پاسخ سازه به بارهای زلزله یا باد بستگی به سختی آن دارد، عمل شکل‌پذیری غیر ارتجاعی سعی به کاهش نیروهای اینرسی به ساختمان را دارد، در نتیجه باعث اقتصادی شدن طرح سازه می‌شود.

می توان شکل پذیری اتصالات را با توجه رفتار انفرادی مقاطع یا رفتار کل اتصال بیان داشت. ساده ترین و رایج‌ترین روش بیان شکل پذیری یک مقطع بررسی منحنی ممان-انحناء می‌باشد. برای بیان شکل پذیری کل نمونه معمولا از نسبت $\mu_r = \theta_u / \theta_y$ یا بررسی منحنی بار-تغییر مکان استفاده می‌شود.

یک عضو بتنی در صورتی شکل پذیر است که میلگردهای آن تسلیم شود و بتواند قبل از تخریب تغییر شکل های زیادی بدهد. با افزایش مقاومت بتن، برای برقراری تعادل نیروهای فشاری و کششی عمق محور خنثی کاهش پیدا می‌یابد. با کاهش عمق محور خنثی و افزایش کرنش میلگردهای کششی، انحناء مقطع و در نتیجه شکل پذیری افزایش پیدا می‌یابد.

پارامترهای زیادی مانند درصد فولاد کششی (ρ)، درصد فولاد فشاری (ρ')، مقاومت مصالح، فولاد جانبی بر میزان شکل پذیری مقاطع خمشی بتن مسلح تأثیر گذار است. از پارامترهای مهم

موثر در میزان شکل پذیری مقدار فولاد کششی و فشاری است. تغییر در میزان فولاد طولی(کششی و فشاری) به شدت مقاومت مقطع را تغییر می دهد و بیشتر طراحان جهت حصول به مقاومت یا مه مختلف از تغییر در میزان فولاد طولی (کششی و فشاری) استفاده می کنند.

همانگونه که اشاره شد یکی از مزایا استفاده از بتن با مقاومت بالا کاهش ابعاد و وزن سازه های میباشد. کاهش سطح مقطع بر ممان اینرسی (I) اعضا تاثیرگذار است و لذا بهی سرربر رییغت لکش تیر تحت بار سرویس حائز اهمیت خواهد بود. ممان اینرسی تیر بتن مسلحی گتسبه بن ازیم کرت خوردگی عضو دارد. برای بارهای کمتر از بار ترک خوردگی، اغلب تغییر شکلرب س اسا ناسمه اینرسی مقطع کل (I_g) بدون در نظر گرفتن فولاد مسلح کننده بدست می آید. در یتروصهراب ای اعمال شده بیش از بار ترک خوردگی گردد، در طول عضو ترک ایجاد میدوشتارییغت روحه خنثی بین اهکرت ، بب سرییغتانحنا در لوطاضعا مدشوثعاب شهاکی تخس یشمخع طقم می گردد. مقدار ممان اینرسی (I) در طول دهانه تیر از یک مقدار حداکثر (I_g) برای ع طقم کرت نخورده تا یک مقدار حداقل (I_{cr}) برای مقطع کاملا ترک خوردهرییغت یم دنکتارییغت ناسمه اینرسی (I) در طول دهانه، محاسبه تغییر شکل را مشکل می سازد.

بنابراین، در محاسبات اعضاء ترک خورده، می توان از ممان اینرسی موثر (I_e)، که دارای یرادقم بین ممان اینرسی مقطع ترک خورده (I_{cr}) و ممان اینرسی مقطع ترک نخورده (I_g) استهدافتسا کرد. مطالعات محدودی برای تغییر شکل اعضا با بتن خود تراکم مقاومت بالا انجام شده است.

در این تحقیق به بررسی آزمایشگاهی اثر فولاد کششی و فشاری بر شکل پذیری هکدرقطانم زلزله خیزکه بسیار با اهمیت است برای یک نوع خاصی از اتصالات بتن مسلح ساخته مدشازنتب خود تراکم مقاومت بالا پرداخته شده است.

بدین منظور اتصالات بتنی دارای بتن خود تراکم مقاومت بالا با درصد فولاد شکشی ویراشف مختلف ساخته و در آزمایشگاه تحت بارگذاری قرار گرفت. با رسم نمودارهای لنگر- انحناء، بار- خیز، مقادیر نسبتهای شکل پذیری در مقاطع و کل نمونه هلهب دو روش μ_ϕ و μ_Δ نییعت مدیدرگ جهت، است. ضمن اینکه نتایج به صورت تئوریک نیز مورد ارزیابی واقع شدمتسا .نیبنچمهت الدهاشم عینی و قرائت‌های انجام شده و رفتار سازه در حین آزمایش گزارش شده است.

مجموعهٔ این کارها دانش ما را به عوامل دخیل در لکشریذپ یلاصتا رییتهب نوتس درنتب مسلح ساخته شده از بتن خود تراکم مقاومت بالا سوق می دهد، یعنی قابلیت اهذآ دررییغت لکش در دامنه غیر الاستیک پس از تسلیم شدگی که به عنوان مفصل پلاستیک نامیده می شود. زمانیکه یک سازه بتنی مسلح تحت تأثیر زلزله یا باد قرار گیرد قابلیت آن تغییر شکل غیر الاستیک

همراه با قابلیت آن جهت تغییر شکل الاستیک و با قابلیت آن جهت تحمل بار ازت‌یمها ەژ‌یو ای برخوردار می باشد. همچنین توزیع مجدد ممان داخلی وبرش‌گتسب ی‌ەب ەعسوت ب‌سانه ش‌خرچ پلاستیک داشته که در نتیجه ماکزیمم ظرفیت جذب انرژی ایجاد شده است.

در این مطالعه نمونه ها روی تکیه گاه های ساده ای گذاشته شده اند و در طسو ەناهد ر‌یزراب متمرکزی که بر Stub (ریشه)- جهت شبیه سازی اتصال تیر به ستون استفاده شده است- واردی‌ەم شود، بارگذاری شده اند. متغیرهای مورد مطالعه شامل نسبت فولاد کششی، نسبت فولادراشف ی و مقاومت بتن که با بارگذاری تکراری در یک جهت دراهریت ی ەتخاس ەدش ازن‌تب دوخم کار‌ت مقاومت بالا مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل اول این تحقیق شامل مقدمه است. فصل دوم ع‌جارەب ەچخیراث و ی‌اهیگژیون‌تب دوخ تراکم و توصیه های آیین نامه ای بیان شده است. فصل سوم شامل ویژگی های بتن مقاومت‌لاب و روابط داده شده برای این نوع بتن می باشد. و فصل چهارم مشتمل بر مفاهیم ل‌کشی‌ریذ‌پت‌سا . در فصل پنجم روابط مورد استفاده در طراحی اتصال تیر به نوتس ەار‌مهاب ی‌تاحیضوت دردرو‌ەم آنها آورده شده است. درل‌صف ەم‌شقه‌مانرب شیامزآهاح‌یضوت داده ەدشت‌سا . درل‌صف ەم‌تفه بررسی‌جیاتن شیامزآها و درل‌صف ەم‌تشهه‌جیتن ی‌ر‌یگاز ی‌اهراکی‌هاگشیامزآم‌اجنا ەدشو پیشنهادهایی برای کارهای پژوهشی آینده آورده شده است.

فصل دوم

تکنولوژی بتن خود متراکم

Self Compacting Concrete,)

(SCC

۲-۱ تاریخچه

از آنجا که برای ایجاد سازه های بتنی با دوام، تراکم کافی توسط نیروی کار ماهر مورد نیاز است، بحران کاهش نیروی کار ماهر در صنعت ساخت و ساز ژاپن در اوایل دهه ۸۰ میلادی از یک سو و تراکم نامناسب ناشی از افزایش حجم آرماتورهای مصرفی به تبع عملکرد بهتر سازه ای و همچنین تمایل به استفاده از آرماتورهای با قطر کمتر به منظور کنترل ترک خوردگی از طرف دیگر باعث کاهش کیفیت کارهای اجرائی انجام گرفته گردید[۱و۲]. این موضوع برای چندین سال مورد بحث و بررسی قرار گرفت تا اینکه نظریه بتن خودتراکم (Self Compacting Concrete) بتنی که خودش متراکم شود و احتیاج به تراکم توسط ویبراتور نداشته باشد به عنوان راه حلی برای رفع مشکل دوام سازه های بتنی توسط Okamura در سال ۱۹۸۶ مطرح گردید[۳].

بتن خودتراکم(SCC)، بتنی است که تحت اثر وزن خود متراکم شده و نیاز به هیچ لرزاننده ای برای ایجاد تراکم ندارد. این مسأله باعث صرفه جویی اقتصادی و کاهش زمان ساخت و ساز و در نتیجه بالا رفتن راندمان نهایی می شود[۱و۴].

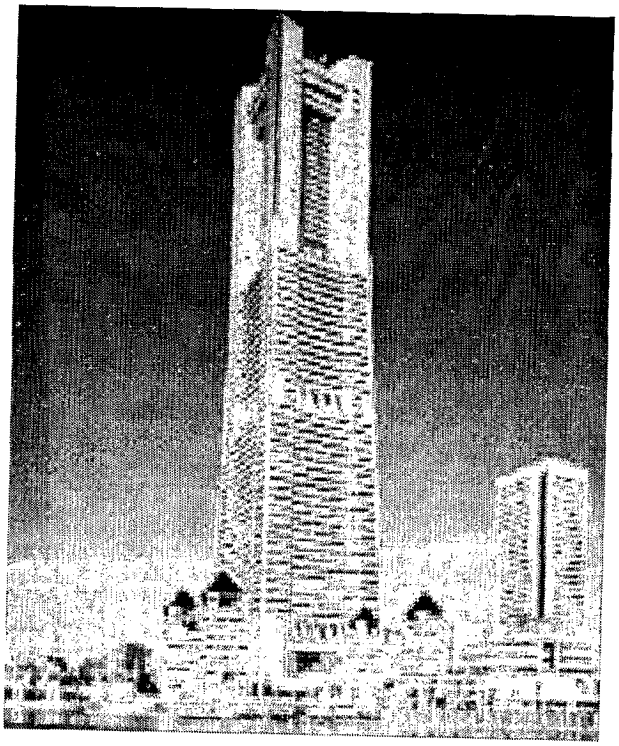
بتن خود تراکم علاوه بر استفاده فراوانی که در سازه های با تراکم بالای آرماتور دارد گاهی نیز بصورت غیر مسلح، مثلاً در خاکریزها مورد استفاده قرار می گیرد. از مزایای دیگر استفاده از آن می توان به کاهش آلودگی صوتی ناشی از سروصدای لرزاننده‌ها، کاهش نیروی انسانی، حفظ سلامت کارگران و جلوگیری از بیماریهای ناشی از استفاده از لرزاننده‌ها و بالا رفتن کیفیت محصولات نهایی اشاره کرد[۱].

در مقایسه با ژاپن، تحقیقات در اروپا و آمریکا اخیراً آغاز گردیده و در حالیکه اکنون در ژاپن به بتن خودتراکم از نقطه نظر بتن با مقاومت بالا نگاه می شود، در اروپا بتن خودتراکم با مقاومت متوسط همچنان مورد نظر می باشد[۲]. همچنین امروزه استفاده از الیاف در بتن خودتراکم مورد توجه محققان قرار گرفته و پژوهش هایی در این زمینه آغاز شده است [۵- ۷]. در ایران بررسی ها نشان می دهد، اولین گزارشات توسط مقصودی و هورنهاد برای بتن های خود متراکم معمولی [۱، ۱۰و۸] ارایه شده است. ضمن اینکه بتن های خود متراکم مقاومت بالا و استفاده از آنها در پل های پیش تنیده در کشور برای اولین مرتبه نیز توسط مقصودی گزارش شده است[۱۱و۱۲].

از پروژه های مطرحی که در ساخت آنها از بتن خود متراکم استفاده شده، می توان به موارد ذیل اشاره کرد[۱]:

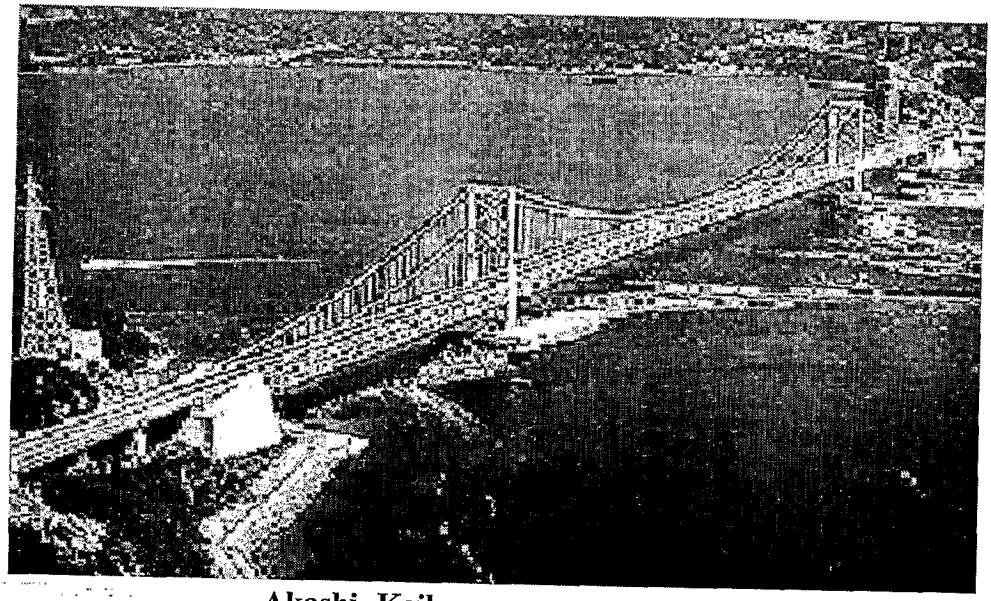
۱- برج Landmark [۱۳]

این برج با ۲۹۶ متر ارتفاع و ۷۰ طبقه مرتفع ترین برج در ژاپن می باشد که در یوکوهاما واقع شده است. برای پرکردن ۶۶ ستون در نه طبقه ابتدایی آن از بتن خودتراکم استفاده شده است. در این پروژه مجموعاً $۸۸۵m^3$ بتن مصرف شده است (شکل ۲-۱).



۲- پل معلق Akashi- Kaikyo [۱۴]

این پل به طول ۳/۹۱۰km بلندترین پل معلق جهان می باشد که در سال ۱۹۹۸ افتتاح شد. در این پروژه حدود $۲۹۰۰۰۰m^3$ بتن خودتراکم استفاده شده و از زمان ساخت و ساز ٪۲۰ کاسته شده است(شکل۲-۲).



Akashi- Kaikyo