بتن مکیده و کاربرد آن برای مصارف سازه ای

نام دانشجو: محمد قربانی

درس تکنولوژی عالی بتن

استاد: جناب آقای دکتر شاهمیرانی

بتن به عنوان مصالح ساختمانی قرن حاضر و پرمصرف ترین ماده بعد از آب و ویژه بتن های سبک در صنعت ساخت و ساز روز به روز گسترش می یابد و تولید مصالح سبک و در عین حال مقاوم سازی تحول عظیمی در صنعت ساختمان ایجاد نموده است . اکثر تحقیقات جاری بر روی بتن بر اساس سبک سازی و مقاوم سازی آن متمرکز شده است به نحوی که بتواند نیاز روز افزون صنعت ساختمان را هم از بابت مقاومت و هم هزینه تامین نماید. تولید قطعات پیش ساخته و پیش تنیده با بتن سبک نیز توانسته از دست صنعتی شدن ساختمان نقش مهمی را ایفا نماید. در این
تحقیق ابتدا تاریخچه مختصری از بتن بیان شده و سپس انواع بتن های آورده می شود.
سپس توضیح مختصری در مورد بتن مکیده و روش تولید آن ارائه می شود.

همواره کاهش نسبت آب به سیمان به کاهش کارآئی منجر می شود . سعی وافری بکار رفته است تا برای ایجاد بتن های مقاوم تر و با دوام تر بتوان بتن کارآتری را مصرف نمود . امروزه استفاده از روان کننده ها باعث شده است تا بتن کارآتر شده و کار کردن با آن ریختن و تراکم ساده ترگردد.
بتن مکیده تنها بتنی است که ابتدا با نسبت آب به سیمان بیشتر آن را در قطعه می ریزیم و سپس نسبت آب به سیمان آن را با اعمال خلأ و مکیدن آب کم می کنیم . این عمل بلافاصله پس از ریختن و تراکم بتن انجام می شود تا آب اضافی از مجموعه لوله های به هم پیوسته پر آب (بتن اشباع) توسط مکش ناشی از اعمال خلأ در سطح بتن از قسمتهای بالائی و تا حدودی قسمتهای میانی آن خارج گردد . ضمنا مقداری از حبابهای هوای بتن نیز بدین ترتیب خارج شده و بتن توپرتر می شود.

تاریخچه:

در سال ۱۷۵۶،یک انگلیسی به نام اسمیتم ، با استفاده از آهک آبی که در زیر آب سفت می شود و اختلاط آن با خاکستر های آتش فشانی) که اولین بار در ناحیه پوز ل در دامنه کوه وزوو یافت شده و به آن پوزلان نام داده اند. مخلوطی به دست آورد که مانند سنگ ناحیه پرتلند سخت بود.

در سال ۱۸۱۷یک فرانسوی به نام ویکا ، از طریقی علمی ، اصول شیمیایی سیمان ها را مطالعه کرد و قواعدی برای تهیه آن مشخص نمود.این ابداعات علمی نشان داد که از اختلاط سیمان، سنگدانه ها (شن و ماسه) و آب ماده ای یه دست می آید که قابل ریختن در قالب است ، سخت می شود و یه صورت یک سنگ واقعی مصنوعی در می آید. این مخلوط سفت شده بتن نام گرفت.کاربرد بتن مدتی محدود بود ، زیرا هرچند مقاومت فشاری قابل ملاحظه ای داشت ولی مقاومت کششی آن ده تا بیست بار کمتر از مقاومت فشاری و در نتیجه شکننده بود.در سال ۱۸۹۲ ، در فرانسه اولین پلهای بتن مسلح توسط هنبیک یاخته شد، که یکی شهر پرپینیان به دهانه ۱۵ متر و دومی در شهر شاتل رو به دهانه ۵۰ متر بود. چند سال بعد، د رسال ۱۹۰۰ میلادی ، همین شخص اولین ساختمان چند اشکوبه بتن در مفهوم وسیع به هر ماده یا ترکیبی که از یک ماده چسبنده با مسلح را در کوچه دانتن در شهر پاریس احداث کرد بتن به انگلیسی خاصیت سیمانی شدن تشکیل شده باشد گفته میشود. این ماده چسبنده عموما حاصل فعل و انفعال سیمانهای هیدرولیکی و آب میباشد. حتی امروزه چنین تعریفی از بتن شامل طیف وسیعی از محصولات میشود. بتن ممکن است از انواع مختلف سیمان ونیز پوزولانها، سرباره کورهها، مواد مضاف، گوگرد، مواد افزودنی، پلیمرها، الیاف و غیره تهیه شود. همجنین در نحوه ساخت آن ممکن است حرارت ،بخار آب، اتوکلاو، خلا، فشارهای هیدرولیکی و متراکم کنندههای مختلف استفاده شود.

با توجه به گسترش و پیشرفت علم و پیدایش تکنولوژی های فراوان در قرن اخیر، شناخت بتن و خواص آن نیز توسعه قابل ملاحظه ای داشته است، به نحوی که امروزه شاهد کاربرد انواع مختلف بتن با مصالح مختلف هستیم که هر یک خواص و کاربری مخصوص به خود را داراست. در حال حاضر انواع مختلفی از سیمانها که شامل پوزولانها ، سولفورها ، پلیمرها ، الیافهای مختلف و افزودنیهای متفاوتی هستند ، تولید می شوند . همچنین می توان خاطر نشان کرد که تولید انواع بتن با استفاده از حرارت ، بخار، اتوکلاوم ، تخلیه هوا ، فشار هیدرولیکی وییره و قالب انجام می گیرد. بتن به طور کلی محصولی است که از اختلاط آب با سیمان آبی و سنگدانه های مختلف در اثر واکنش آب با سیمان در شرایط محیطی خاصی به حاصل می شود و دارای ویژگیهای خاص است. بتن اینک با گذشت بیش از ۱۷۰ سال از پیدایش سیمان پرتلند به صورت کنونی توسط یک بنّای لیدزی ، دستخوش تحولات و پیشرفتهای شگرفی شده است.در دسترس بودن مصالح آن ، دوام نسبتاً زیاد و نیاز به ساخت و سازهای فراوان سازه های بتنی چون ساختمان ها ، سازه ها ، سد ها ، پل ها، تونل ها و راه ها ، این ماده را بسیار پر مصرف نموده است. اینک حدود سه تا چهار دهه است که کاربرد این ماده در شرایط خاص مورد استقبال کاربران آن قرار گرفته است .

مراحل تولید بتن مکیده

وسایل مورد نیاز :

پمپ مکش :

یک پمپ خلأ برای اینکه فشاری در حدود ۴۰ تا۶۰ سانتیمتر جیوه داشته باشیم ، لازم است . انتخاب پمپ به محیط فرش خلأ ما بستگی دارد و باید با این محاسبات ، پمپ از نظر قدرت و تخلیه هوا مشخص گردد . مسلما پمپ ها ممکن است برقی باشند ، بنابر این تأمین برق ضروری است . اما ممکن است پمپ و کمپرسور با موتور دیزل کار کند.

فرش خلاء :

برای اعمال خلأ به یک وسیله برای اینکه از سطح بتن هوا و سپس آب تخلیه گردد ، احتیاج داریم که بدان فرش خلأ می گوئیم . این فرش مربعی یا مستطیلی و با مساحت معمول ۱/۲ -۱ مترمربع است طول و عرض حدود ۹/۰ تا ۱/۲ است. این وسیله از یک دوره قاب تشکیل شده که پارچه یا نمد مخصوص به آن متصل شده است مثل یک تابلوی نقاشی.این پارچه یا نمد مخصوص ریز ، به یک توری سیمی وصل می باشد . همچنین یک پوشش فلزی یا چوبی در بالا داریم که لوله Joistریز متصل است و توری سیمی به یک خرپای نازك فلزی ای از میان آن هوا را خارج می کند و در انتهای آن شیر فلکه ای قرار دارد . معمولا محیط این فرش در محاسبات مهم است و لذا آن را زیاد بزرگ نمی گیرند تا پمپ بزرگ و گران نشود سطح اهمیتی ندارد.در کارخانه قطعات پیش ساخته این فرش به عنوان قالب هم بکار می رود .گاه به جای استفاده از تخته چند لا در بالای فرش خلأ ، از یک ورق فولادی انعطاف پذیری بویژه سطوح دارای انحنا استفاده می گردد . دور ه فرش خلأ دارای یک لاستیک برای هوابندی است و با اعمال فشار روی سطح بتن هوابندی خوبی خواهیم داشت. وسایل ارتباطی مانند لوله های صلب و انعطاف پذیر شیلنگ مخصوص به همراه لوازم اتصال مانند بست ها ، آچارهای مخصوص و سایر لوازم مورد نیاز از جمله وسایلی است که بکار می رود . با توجه به اینکه به ویژه در کارگاهها لازم است فرش خلأ از تحرك پذیری خوبی برخوردار باشد لذا از شیلنگهای مخصوص به شدت استفاده می شود.

بتن و مصالح مصرفی:

هر روش بتن ریزی نیاز به بتن هائی دارد که با آن روش ، بهتر تناسب دارند در زیر به این موارد می پردازیم .

کارآئی بتن برای کاربرد این روش باید نسبتا زیاد باشد . اسلامپ بتن های مربوطه معمولا از ۵ سانتیمتر بیشتر است زیرا اصولا در این روش می خواهیم کم استفاده کنیم و آن را W/Cبتن ریزی سهل و ساده ای را داشته باشیم و به مسئله تراکم چندان بهائی ندهیم و گرنه می توانستیم از یک بتن سفت با با دقت و با وسایل مناسبی متراکم نمائیم.

از نظر حداکثر اندازه و بافت دانه بندی باید گفت بتن های با حداکثر اندازه بیشتر و بافت دانه بندی درشت تر بهتر آب خود را پس می دهند . به هرحال ضوابط دیگر حاکم بر طراحی بتن نیز در این رابطه تعیین کننده است

بتن هائی با شن و ماسه غلتیده و گردگوشه آب خود را بهتر پس می دهند و از این نظر مطلوب تر هستند . به هرحال بهتر است حداقل ، ماسه این بتن ها گرد گوشه باشد.

هر چه بتن پر سیمان تر و دارای مواد ریزدانه تر مانند پوزولانها ، پودر سنگ و گل و لای بیشتر باشد ، کار خروج آب مشکل تر می گردد . در واقع هر چه سطح ویژه بتن بیشتر شود آب کمتر پس می دهد و آن را بیشتر در سطح خود نگه می دارد.

مصرف روان کننده هائی که لزجت آب را نیز کم کنند مناسب است.

برای اینکه بتوانیم در مدت زمان قابل قبولی این عمل مکش را در تمام سطح بتن (به ویژه دالهای بزرگ) انجام دهیم ، نیاز به یک کندگیر کننده هم داریم . لذا بهتر است از یک کندگیر کننده روان ساز (روان کننده کندگیر) مثل لیگنوسولفوناتها استفاده نمائیم.

استفاده از مواد حبابزا و بتن حبابدار توصیه نمی شود زیرا این حبابها در اثر مکش خارج می شوند و خروج آب را نیز دشوار می کنند . اصولا بکارگیری هر ماده در بتن که بتواند خارج شود و یا از خروج آب جلوگیری کند ، توجیه ندارد.

را در اجرا ، به نمایش می گذارد که در زیر بدان می پردازیم. W/Cگفته شد این شیوه بتن ریزی راه حل تضاد بین ایجاد کارآئی و کاهش
ابتدا بتن نسبتا شل یا شل خود را در محل می ریزیم و پس از تراکم و تراز کردن آن با شمشه بدون اینکه آن را ماله کشی کنیم ، در اسرع وقت آماده اعمال خلأ می شویم . این کار باید قبل از سفت تر شدن بتن صورت گیرد .
فرش خلأ را بر روی بتن قرار می دهیم و پس از اتصال به پمپ ، آن را روشن نموده تا مکش اعمال شود و آب بتن خارج گردد . این عمل معمولا ۱۰ تا ۲۰ دقیقه ادامه می یابد.
پس از پایان کار در یک قسمت ، فرش خلأ را به قسمتهای مجاور منتقل نموده و عملیات را عینا ادامه می دهیم .
مسلما در صورت وجود فرش خلأ به تعداد زیادتر ، می توان از آنها استفاده نمود . فرشهای متعدد باعث تسریع کار شده و از سفت شدن بتن نیز جلوگیری می شود.
بعد از اعمال مکش در هر قسمت ، می توان آن را با ماله چوبی و سپس فلزی صاف نمود.
مکش معمولا تا عمق ۱۵ سانتیمتری مؤثر است و می تواند آب را تا حدود ۲۰ درصد خارج نماید . این خروج آب ممکن است به نشست بتن تا حدود ۳ درصد ضخامت منجر شود. بدیهی است در ابتدا آب بیشتر خارج شده و به تدریج خروج آب از بتن کم می شود. همچنین می توان گفت توزیع میزان خروج آب در ضخامت قطعه یکسان نیست. افزایش زمان نیز نمی تواند تأثیر چندانی بر افزایش خروج آب و بالاتر بردن کیفیت بتن داشته باشد (به ویژه بیش از ۲۵ تا ۳۰ دقیقه)

نکات و عوامل مؤثر بر کیفیت کار:

در استفاده از این شیوه بتن ریزی ، باید گفت برخی نکات و عوامل را باید ازنظر دور نداشت تا با دید بهتری کار را به انجام رسانید.

با خارج کردن آب قبل از گیرش اولیه بتن ، نسبت آب به سیمان کاهش می یابد و در صورت ایجاد تراکم مطلوب و عدم فضای خالی کیفیت بتن از نظر مقاومتی و دوام افزایش می یابد . مقداری از آب عملا بین حفرات سنگدانه ها و میلگردهای کلفت باقی می ماند و نتیجه مورد انتظار عاید نمی گردد.

علیرغم کاهش نسبت آب به سیمان باید گفت مقاومت و دوام حاصله کمتر از مقاومت و دوام بتنی است که در ابتدا با نسبت آب به سیمان مشابه ریخته شده باشد اما بهرحال بیشتر از حالتی است که بدون استفاده از این روش آب بتن خارج گردد . شاید ایجاد برخی حفرات بعد از خروج آب و عدم امکان برای تراکم مجدد دلیلی بر این موضوع باشد . در جدول زیر مثالهائی از این مسئله دیده می شود . باید گفت این جدول برای یک سری بتن های خاص تنظیم شده و در هر مورد و با استفاده از طرحهای اختلاط متفاوت با مصالح دیگر جوابهای دیگری ممکن است بدست آید .

در یک بتن ، مقاومت ۳ روزه ۶ مگاپاسکالی با این شیوه به ۱۲ مگاپاسکال رسیده است.

W/C قبل از اعمال خلأ	W/C بعد از اعمال خلأ	مقاومت Mpa قبل از اعمال خلأ	مقاومت Mpa بعد از اعمال خلأ
0.7۴	0.68	17.5	23
0.71	0.59	15.0	22.5
0.65	0.57	20.5	27
0.6	0.55	29.5	33

مقدار خلأ اعمال شده معمولا در حدود ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر جیوه (فشار اتمسفر ۷۶ سانتیمتر جیوه در حالت عادی و کنار دریا) می باشد . افزایش خلأ ممکن است به خروج و حرکت ذرات ریز منجر شود . بنابر این برای هر بتنی با طرحهای اختلاط متفاوت فشار خلأ خاصی بکار می رود . بدیهی است خلأ بیشتر موجب خروج آب بیشتر (استعداد خروج آب بیشتر) می شود.

افزایش سطح ویژه ذرات بتن شامل کاهش حداکثر اندازه ، ریزبافت شدن ، وجود ذرات ریز زیاد مانند سیمان (بویژه سیمان ریز دانه تر و حاوی سرباره و پوزولانهای خیلی ریز) و پوزولانها و سرباره ها بویژه میکرو سیلیس، همچنین پودر سنگ و گل و لای بیشتر می تواند کار خروج آب را مشکل کند و خلأ بیشتر و زمان بیشتر برای این کار لازم است مشروط بر اینکه این امر شدنی باشد.

زمان اعمال خلأ نیز یک عامل در جهت افزایش کیفیت کار محسوب می شود . زمان اعمال خلأ ۱۰ دقیقه تا ۳۰ دقیقه می باشد که زمان بیش از ۳۰ دقیقه عملا در مقایسه با هزینه ، اثر چندان را نشان نمی دهد. زمانهای مطلوب و بهینه ۱۵ تا ۲۵ دقیقه است .

مسلما در ابتدا آب بیشتری خارج شده و سپس بتدریج آب خروجی کمتر می گردد.

ایجاد یک فضای خالی بعد از اعمال مکش بویژه در بتن های سفت تر باعث می شود تا افزایش مقاومت و دوام چندان چشمگیر نباشد . لذا به نظر می رسد ایجاد تراکم و لرزش حین مکش یا بعد از آن بتواند کیفیت کار را به مراتب بهتر کند . تحقیقات و آزمایشهای گوناگون این امر را تأیید نموده و همچنین نشان داده است که لرزش در حین مکش مقدار آب خروجی را تا دو برابر افزایش داده است . لذا دو عامل باعث افزایش کیفیت شده است : یکی کاهش بیشتر آب و دیگری کاهش فضای خالی ناشی از خروج آب.

میزان خروج آب از عمق ۱۵ تا ۳۰ ساتیمتری را در یک مکش معمولی تا ۲۰ درصد ذکر نموده اند و در عمقهای کمتر خروج آب تا بیش از ۳۰ درصد می رسد . فشار مکش ، نوع بتن و مصالح آن و میزان کارآئی و آب اولیه در ساخت بتن در این زمینه مؤثر می باشد . ضخامت قطعه نیز بی تأثیر نیست و بایدگفت در نزدیکی سطح ، آب بیشتری خارج می شود و کیفیت قسمتهای سطحی بمراتب بهتر از بخشهای عمیق تر خواهد شد . به هرحال عمق مؤثر را ۱۵ سانتیمتر در نظر می گیرند و برای قطعات ضخیم پیش ساخته مکش از دو طرف باید اعمال شود.

به طور مثال از یک پمپ خلأ مکش ۲۲ متر مکعبی در دقیقه ۸۰۰ فوت مکعب در دقیقه واقع در فاصله ۴۰۰ متری از قالب ها با مکش متوسط ۵۰ سانتیمتر جیوه را در سطح ۱۱۰ متر مربعی (۱۲۰۰ فوت مربع) استفاده نموده اند . همچنین از یک پمپ خلأ ۳۰ متر مکعب در دقیقه برای اعمال خلأ ۳۸ سانتیمتر جیوه در سطح ۳۷ متر مربعی استفاده گردیده و موفقیت آمیز بوده است . به هرحال این پمپها بزرگ بوده و در کارهای کوچکتر پمپهای خاص نیاز نیست.

مسلما گذشت زمان کار خروج آب را مشکل می کند . ضمنا با خروج آبهای اولیه بتن سفت تر شده و عمل خارج کردن آب با مشکل بیشتری همراه می گردد لذا تسریع در کار همواره بر کیفیت تأثیر مثبتی دارد.

کاربرد و محدودیت ها:

با توجه به اصول کلی این بتن ریزی و فلسفه بکارگیری آن کاربردها و محدودیت های آن ارائه می شود.

کاربردها :

کمتری می گردد و W/C بتنی که مکش بر سطح آن اعمال می شود بخشی از آب خود را از دست داده و علاوه بر سفت تر شدن سریع ، دارای بویژه سطح آن از مقاومت و دوام بیشتری در برابر عوامل خارجی و محیطی برخوردار می شود . بنابر این کاربردهای زیر را می توان برای آن نام برد .

همچنین باید گفت حفرات سطحی (مک) قطعات با این شیوه حذف خواهد شد.

این شیوه در کارخانجات قطعات پیش ساخته بتنی برای استفاده بیشتر از قالبها و با دفعات متعددتری در طول روز بکار می رود به نحوی که حتی توانسته اند ظرف ۳۰ دقیقه با این روش قالب یک ستون ۴ متری را بردارند . این امر به اقتصادی تر شدن کار پیش ساخته منجر می شود زیرا هر چه بتن در قالب بماند هزینه ها برای کارخانه قطعات پیش ساخته بیشتر می گردد.

در کلیه دالهای بتنی بویژه در راهسازی می توان این شیوه را برای بهبود کیفی سطح بتن بکار گرفت.

در بتن سرریزها و کانالها و لوله های آب بر می توان از این شیوه استفاده نمود . در اینگونه موارد مقاومت کل قطعه چندان مهم نیست بلکه مقاومت و دوام سطحی در برابر سایش و قلوه کن شدن ناشی از خلأزایی اتصال خوب Cavitation از اهمیت زیادی بر خوردار می باشد.

روکش بتنی تعمیری در رویه راه یا سرریزها و.... با این شیوه بهتر تأمین می گردد .ش

محدودیت ها :

هر روشی دارای محدودیت هائی است که باید آن را شناخت . این روش نیز از محدودیت هائی برخوردار است که با آن آشنا می شویم.

استفاده از این روش مستلزم داشتن وسایل اعمال خلأ و مکشی می باشد که تأمین آن گران بوده و از تعمیر و نگهداری پر هزینه ای برخوردار است . لذا این روش در کشورهائی پر طرفدارتر است که با این وسایل سروکار بیشتری دارند . کشورهای اسکاندیناوی(بویژه سوئد) به دلیل تبحر و تجربه در ساخت پمپ و کمپرسورهای هوا و خلأ کاربرد این شیوه بتن ریزی را معمول نموده اند در حالیکه در ایالات متحده امریکا کمتر مورد استقبال قرار گرفته است.

وجود دارد که به طور کلی یک محدودیت W/Cعمل مکش و کاهش آب به طور نامحدودی انجام نمی شود و معمولا حدی برای کاهش محسوب می شود.

همه بتن ها به یک میزان در این روش از بهبود برخوردار نمیشوند . همچنین وجود برخی مواد پوزولانی و ریز باعث می شود نتوان به خوبی از این روش استفاده کرد.

در همه قسمتها به یک میزان کم نمی شود . W/C همه قسمتهای بتن به یک اندازه بهبود نمی یابند (هم از نظر مقاومتی و هم از نقطه نظر دوام) زیرا قسمتهای فوقانی با بخش های میانی و تحتانی یک قطعه (مانند دال) کاملا متفاوت خواهد بود . البته در این مورد نوع کاربرد ها ممکن است به نحوی باشد که این اختلاف کیفیت در قطعه نامطلوب نبوده بلکه خواسته ما نیز همین باشد.

صرف وقت برای اعمال مکش در قسمت های مختلف سطح قطعه از جمله محدودیت های مهم می باشد . در هوای معتدل یا گرم مسئله گیرش بتن باید به ما اجازه چنین کاری را بدهد زیرا هر چه به زمان گیرش اولیه بتن نزدیک می شویم کار خروج آب با مشکل بیشتری همراه می گردد .