



نیاز فناوریانه



مرکز نوآوری و هم‌آفرینی
صنعت بتن و ساختمان

ارائه‌ی راهکار جهت کنترل روانی
(اسلامپ) بتن آماده در حین
ساخت بتن

زمستان ۱۴۰۳

 hbscoo.com

عنوان نیاز فناورانه

ارائه‌ی راهکار جهت کنترل روانی (اسلامپ) بتن آماده در حین ساخت بتن

شرح نیاز

• مقدمه و شرح کلی مسئله

بتن یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی در صنعت ساخت‌وساز و دومین ماده پر مصرف دنیا پس از آب است که به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود مانند مقاومت فشاری بالا، دوام طولانی‌مدت و انعطاف‌پذیری در طراحی، به ماده‌ای اصلی در پروژه‌های عمرانی تبدیل شده است. این ماده با ترکیب سیمان، آب، سنگدانه و افزودنی‌های خاص تولید می‌شود و در انواع سازه‌ها از جمله ساختمان‌ها، پل‌ها، سدها، جاده‌ها و تونل‌ها استفاده می‌شود.

برای تضمین کیفیت و عملکرد مطلوب بتن، کنترل برخی از ویژگی‌های بتن تازه بسیار اهمیت دارد. از جمله مهم‌ترین این ویژگی‌ها می‌توان به روانی بتن تازه اشاره نمود. روانی یکی از ویژگی‌های اساسی بتن است که با آزمایش اسلامپ اندازه‌گیری می‌شود و به‌عنوان توانایی بتن تازه برای جریان یافتن و شکل‌پذیری تعریف می‌گردد. کنترل دقیق روانی نه‌تنها به بهبود کیفیت و دوام بتن کمک می‌کند، بلکه هزینه‌ها و مشکلات اجرایی را نیز به حداقل می‌رساند.

اهمیت کنترل روانی بتن:

تسهیل در عملیات اجرا: روانی مناسب بتن، کارایی مخلوط را افزایش داده و امکان جای‌گیری صحیح آن در قالب‌ها، به‌ویژه در مقاطع با تراکم آرماتور بالا را فراهم می‌کند.

جلوگیری از جداشدگی و آب‌انداختگی: روانی بیش از حد می‌تواند باعث جداشدگی سنگدانه‌ها و ایجاد مشکلاتی مانند آب‌انداختگی در سطح بتن شود.

اطمینان از کیفیت و دوام بتن: روانی کنترل‌شده منجر به تولید بتن با مقاومت و چسبندگی مناسب شده و از کاهش دوام سازه جلوگیری می‌کند.

افزایش یکنواختی: کنترل روانی بتن تضمین می‌کند که مخلوط به‌صورت یکنواخت در تمامی بخش‌های سازه توزیع شده و حفره یا فضای خالی ایجاد نشود.

روانی بتن به عوامل متعددی مانند نسبت آب به سیمان، نوع و دانه‌بندی و درصد شکستگی سنگدانه‌ها، نوع و مقدار سیمان، و مواد افزودنی شیمیایی بستگی دارد. افزایش نسبت آب به سیمان معمولاً روانی را بیشتر می‌کند، اما می‌تواند منجر به کاهش مقاومت و دوام بتن شود. نوع سنگدانه‌ها و دانه‌بندی آن‌ها نیز تأثیر زیادی بر روانی دارد. سنگدانه‌های صاف و با دانه‌بندی مناسب روانی بیشتری

ارائه‌ی راهکار جهت کنترل روانی بتن آماده در حین ساخت بتن

ایجاد می‌کنند. در حالیکه سنگدانه‌های زیر و با دانه‌بندی نامناسب می‌توانند روانی را کاهش دهند. مواد افزودنی مانند فوق‌روان‌کننده‌ها و روان‌کننده‌ها نیز نقش مهمی در افزایش روانی بتن بدون تغییر نسبت آب به سیمان ایفا می‌کنند.

با این حال، این پارامترها به‌شدت متغیر بوده و برهم‌کنش‌های بین آن‌ها وجود دارد. شرایط محیطی مانند دما و رطوبت، زمان اختلاط و حمل بتن، و خواص ترکیبات مختلف بتن نیز می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر روانی نهایی بتن داشته باشند. این تعاملات باعث می‌شود پیش‌بینی دقیق روانی بتن پس از تغییر هر یک از این پارامترها دشوار باشد. این پیچیدگی‌ها اهمیت کنترل دقیق فرآیند تولید و آزمایش‌های مداوم برای دستیابی به روانی مطلوب بتن را دوچندان می‌کند.

• وضعیت موجود در واحد متقاضی

شرکت همیار بتن شیرکوه در زمینه تولید محصولات پیش‌ساخته بتنی از جمله دیوارهای پیش‌ساخته، زیردیواری‌ها، ستون‌ها و تراورس‌های پیش‌تنیده فعالیت می‌کند. این شرکت از تجهیزات بچینگ نیمه اتوماتیک داخلی برای بتن‌ریزی محصولات خود استفاده می‌کند. ذخیره‌سازی سیمان مشابه آن‌چه ذکر شد در سیلوهای عمودی می‌باشد اما سنگدانه‌ها در پشت دیواره‌ی ذخیره‌سازی دیو می‌شوند (شکل ۱ و ۲).



شکل ۲: دیو‌ی سنگدانه و نحوه‌ی برداشت آن با باکت



شکل ۱: سیلوهای نگهداری سیمان

پس از دیو‌ی شن و ماسه در پشت دیواره، باکت‌ها برای برداشت مصالح به کارگرفته می‌شوند. این باکت‌ها به‌طور مکانیکی و از طریق سیم‌بوکسل‌های فولادی به‌صورت عمودی و افقی حرکت می‌کنند و مصالح را از سطح دیواره برداشت می‌کنند (شکل ۲). پس از برداشت، باکت‌ها مصالح را مستقیماً به داخل مخزن وزن‌کشی (Load cell) منتقل می‌کنند تا مقدار وزنی آن‌ها اندازه‌گیری شود و برای مخلوط شدن با سایر مواد آماده شوند. لازم به ذکر است که در برخی از سیستم‌های بچینگ، مصالح پس از وزن‌کشی وارد نوار نقاله شده و بدین وسیله مسافت مورد نیاز تا رسیدن به مخلوط‌کن را طی می‌کنند.

^۱ تجهیزات بچینگ به دستگاه‌ها و ماشین‌آلاتی گفته می‌شود که برای اندازه‌گیری، مخلوط کردن و تهیه بتن با ترکیب دقیق مصالح در ایستگاه‌های تولید بتن استفاده می‌شوند.

ارائه‌ی راهکار جهت کنترل روانی (اسلامپ) بتن آماده در حین ساخت بتن

سپس مصالح داخل میکسر (درام میکسر) ریخته شده و تا زمانی که مخلوطی یکنواخت به دست آید چرخش درام ادامه می‌یابد (شکل ۳). پس از مخلوط کردن مصالح در میکسر، نیاز است آب لازم متناسب با مقادیر تعیین شده در طرح اختلاط به بتن اضافه گردد تا روانی و اسلامپ مورد نظر حاصل شود. در این مرحله ویژگی‌ها و مقادیر مصالح بسیار حائز اهمیت است و در صورت متغیر بودن آن، اسلامپ و ویژگی‌های مورد نظر حاصل نگردیده و بتن نیاز به اصلاح دارد. روش معمول برای بررسی روانی بتن تازه، کالیبره کردن آمپر میکسر برای رسیدن به اسلامپ مورد نظر است. در این روش با استفاده از داده‌های پیشین می‌توان به رابطه‌ی معناداری میان مقاومت الکتریکی ایجاد شده در میکسر و اسلامپ بتن دست یافت. بدیهی است با افزایش رطوبت، افزایش فوق روان‌کننده‌ها، افزایش گردگوشگی سنگدانه و... روانی بتن افزایش یافته و مقدار مقاومت الکتریکی میکسر برای هم زدن مصالح کاهش می‌یابد و بالعکس. با انتقال این اطلاعات به سیستم کنترل بچینگ (شکل ۴)، مقدار آب و مواد افزودنی لازم برای رسیدن به اسلامپ مورد نظر توسط اپراتور مشخص می‌شود. این روش علی‌رغم کم هزینه بودن و عدم نیاز به تجهیزات خاص، نیازمند دقت بالا و کنترل‌های مداوم توسط اپراتور بچینگ بوده و نمی‌تواند با دقت بالا مقدار روانی بتن حاصل را تنظیم نماید.



شکل ۳: اختلاط مصالح با درام میکسر



شکل ۴: سیستم کنترل بچینگ

ارائه‌ی راهکار جهت کنترل روانی (اسلامپ) بتن آماده در حین ساخت بتن

بعد از آماده‌سازی بتن، تخلیه‌ی آن از درام میکسر با چرخش در جهات مختلف به درون کامیون تراک میکسر صورت می‌گیرد. این کامیون وظیفه‌ی حفظ یکنواختی بتن تا زمان تخلیه‌ی آن در محل بتن‌ریزی در قالب‌ها را بر عهده دارد که با چرخش خود مانع از سفت شدن و یا جداشدگی مصالح از یکدیگر می‌گردد. بعد از انتقال به محل بتن‌ریزی، بتن از تراک میکسر به داخل قالب‌ها هدایت می‌گردد. در بتن‌ریزی برخی قطعات، بتن از تراک میکسر به محفظه‌های به خصوصی انتقال داده می‌شود و این محفظه می‌تواند با حرکت در جهات مورد نیاز بدون جابه‌جایی قالب‌ها، به سهولت حجم مورد نیاز بتن را به قالب‌ها منتقل کند (شکل ۵ و ۶).



شکل ۵: انتقال بتن از تراک میکسر به قالب‌ها



شکل ۶: انتقال بتن از تراک میکسر به محفظه‌های بتن‌ریزی

• اهمیت و ضرورت نیاز

همان‌طور که گفته شد، برای دستیابی به کیفیت بالا و یکنواخت بتن در کارخانجات تولید بتن آماده، کنترل دقیق روانی (اسلامپ) بتن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اسلامپ بتن شاخصی برای ارزیابی روانی و کارایی آن در حالت تازه است که بر سهولت جابجایی، جای‌گیری، و فشرده‌سازی بتن تأثیر می‌گذارد. با توجه به اینکه اسلامپ تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله نسبت آب به سیمان، نوع و دانه‌بندی سنگدانه‌ها، مقدار و نوع سیمان، مواد افزودنی شیمیایی و شرایط محیطی قرار دارد.

پارامترهای مؤثر بر اسلامپ بتن به‌شدت به یکدیگر وابسته‌اند و تغییر در هر یک از آن‌ها می‌تواند اثرات غیرقابل‌پیش‌بینی و متقابلی ایجاد کند. برای مثال، افزایش نسبت آب به سیمان روانی را افزایش می‌دهد اما ممکن است منجر به جداشدگی سنگدانه‌ها، آب‌اندازی، و کاهش مقاومت بتن شود. از سوی دیگر، افزودن فوق‌روان‌کننده‌ها می‌تواند روانی را بدون تغییر نسبت آب به سیمان بهبود بخشد، اما نوع و مقدار این افزودنی‌ها باید با دقت تنظیم شود تا اثرات نامطلوب ایجاد نشود.

به دلیل تأثیر متغیرهای متعدد و تعاملات پیچیده میان آن‌ها، پیش‌بینی دقیق اسلامپ و کارایی بتن دشوار است. این امر اهمیت استفاده از ابزارهای دقیق مانند اسلامپ‌سنج‌ها و انجام آزمایش‌های مکرر در مراحل مختلف تولید و اجرا را افزایش می‌دهد. کنترل اسلامپ بتن نه تنها برای تضمین کیفیت و جلوگیری از مشکلاتی مانند جداشدگی، آب‌اندازی، یا گیرش نامناسب ضروری است، بلکه در پروژه‌های حساس مانند پل‌ها، سدها، و تونل‌ها اهمیت دوچندان پیدا می‌کند.

پیشینه‌ی مسئله

اندازه‌گیری اسلامپ بتن، یکی از روش‌های کلیدی برای ارزیابی روانی و کارایی بتن تازه است. در کارخانجات بتن آماده، این اندازه‌گیری به‌طور سنتی و مدرن انجام می‌شود. روش‌های اصلی به شرح زیر هستند:

روش سنتی (آزمایش مخروط اسلامپ)

روش سنتی اندازه‌گیری اسلامپ بتن یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین روش‌ها برای ارزیابی روانی بتن تازه است که مطابق با استاندارد ملی شماره ۳۲۰۳ یا ASTM C143 انجام می‌شود (پیوست ۱). در این روش، از قالب مخروطی شکل استفاده می‌شود که بتن تازه در سه لایه داخل آن ریخته و هر لایه با میله مدرج فشرده می‌شود. پس از پر شدن قالب، آن را به آرامی بالا می‌کشند تا بتن فروکش کند و میزان افت ارتفاع بتن به‌عنوان مقدار اسلامپ اندازه‌گیری می‌شود.

این روش به دلیل سادگی و هزینه‌ی پایین، در کارخانجات بتن آماده و پروژه‌های ساختمانی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجهیزات آن شامل قالب مخروطی، میله متراکم‌کننده، و خط‌کش بوده و به راحتی قابل دسترس است. با این حال، این آزمایش به مهارت اپراتور و شرایط محیطی حساس است. این روش در پروژه‌های ساختمانی برای کنترل کیفیت بتن و اطمینان از روانی مناسب قبل از ریختن بتن در قالب‌ها استفاده می‌شود. هرچند که زمان‌بر بودن و وابستگی به اپراتور از معایب آن است و امکان تعیین رطوبت بتن آماده به‌طور مکرر و در حین ساخت وجود ندارد.

روش تعیین اسلامپ بر مبنای آمپر میکسر بچینگ

یکی از روش‌های نوین برای کنترل روانی بتن است که بر اساس تغییرات جریان برق در موتور میکسر بچینگ کار می‌کند. در این روش، آمپر موتور میکسر در حین اختلاط بتن به صورت لحظه‌ای ثبت می‌شود. بتن با اسلامپ پایین (خشک‌تر) نیروی بیشتری برای اختلاط نیاز دارد و این نیاز منجر به افزایش آمپر مصرفی موتور می‌شود، در حالی که بتن روان‌تر به نیروی کمتری نیاز داشته و آمپر کاهش می‌یابد. ابتدا کالیبراسیون موتور در شرایط بدون بار و با اسلامپ‌های مشخص انجام می‌شود تا میزان آمپر مصرفی برای هر سطح اسلامپ ثبت شود. سپس در حین اختلاط، با مقایسه مقادیر ثبت‌شده و آمپر لحظه‌ای، میزان روانی بتن تعیین می‌گردد.

این روش نیاز به کنترل مکرر و کالیبراسیون منظم سیستم است، زیرا تغییرات در کارایی موتور، استهلاک قطعات، یا شرایط محیطی می‌تواند بر دقت اندازه‌گیری تأثیر بگذارد. علاوه بر این، این روش نیازمند آموزش تخصصی اپراتور بچینگ است تا بتواند تغییرات آمپر را به درستی تفسیر کرده و تنظیمات لازم را برای دستیابی به اسلامپ مطلوب انجام دهد. در صورت عدم آگاهی کافی اپراتور، احتمال بروز خطا در تنظیم مخلوط بتن وجود دارد.

سنسورهای اسلامپ‌سنج نصب‌شده در میکسر:

سنسورهای اسلامپ‌سنج ابزارهایی پیشرفته برای اندازه‌گیری آنی روانی بتن در فرآیند تولید و حمل‌ونقل هستند. این سنسورها معمولاً در میکسر بچینگ یا کامیون‌های حمل بتن نصب می‌شوند و با ثبت داده‌های مربوط به ویژگی‌های بتن تازه، امکان تنظیم دقیق ترکیب بتن و اطمینان از کیفیت آن را فراهم می‌کنند. عملکرد این سنسورها بر اساس اصول مختلفی از جمله مکانیکی، الکترونیکی، اولتراسونیک یا ویراتوری طراحی شده است.

این سنسورها علاوه بر اندازه‌گیری روانی بتن، می‌توانند اطلاعاتی در مورد دما، رطوبت، و ترکیبات بتن نیز ارائه دهند. داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط این سنسورها به سیستم‌های کنترلی منتقل شده و برای تنظیم خودکار میزان آب، افزودنی‌ها، یا زمان اختلاط استفاده می‌شوند. از جمله مزایای سنسورهای اسلامپ‌سنج می‌توان به اندازه‌گیری لحظه‌ای، کاهش خطای انسانی، افزایش دقت، و بهینه‌سازی فرآیند تولید بتن اشاره کرد. سنسورهای اسلامپ‌سنج به‌ویژه در پروژه‌های بزرگ عمرانی و کارخانه‌های بتن آماده برای تضمین کیفیت و کنترل یکنواختی بتن استفاده می‌شوند.

با وجود کاربرد گسترده این سنسورها در سایر کشورها، به دلیل هزینه بالای تکنولوژی ساخت آن‌ها و عدم تولید بومی این سنسورها، معمولاً این دستگاه‌ها با قیمت‌های بسیار زیادی عرضه می‌شوند که توجه اقتصادی ندارد. این مسئله باعث کاهش استفاده از این سنسورها در شرکت‌های تولید بتن آماده گردیده است. در نتیجه، استفاده از این تکنولوژی‌ها در کشور محدود به پروژه‌های خاص می‌گردد.

حوزه‌های تخصصی مسئله

- مهندسی مکانیک
- مهندسی برق و الکترونیک
- مهندسی نرم‌افزار و هوش مصنوعی
- مهندسی عمران

حوزه‌ی کاربرد مسئله

- کنترل اسلامپ بتن در صنعت پیش‌ساخته‌ی بتن
- کنترل اسلامپ بتن در ایستگاه‌های تولید بتن آماده

رویکردها

۱. رویکردهای ممکن در ارائه‌ی راه حل (راه حل‌های پیشنهادی برای حل مسئله)
 - طراحی سنسورهایی که بتوانند با دقت بالایی در حین عبور ساخت و تخلیه‌ی بتن روانی آن را تعیین کنند و هزینه‌ی تولید و نصب آن از نظر اقتصادی به صرفه باشد.
 - طراحی سنسورهایی با امکان نصب آسان بر روی خطوط تولید بتن آماده و کامیون‌های حمل بتن .
 - مهندسی معکوس نمونه قطعات خارجی
۲. رویکردهایی که دارای جذابیت نمی‌باشند
 - با توجه به اهمیت و تاثیر موضوع در کیفیت بتن آماده، محدودیتی در ارائه‌ی پیشنهادات وجود ندارد و در صورتی که طرح و ایده‌ی ارائه شده توجیه فنی و اقتصادی لازم را داشته باشد پذیرفته خواهد شد.

ویژگی‌ها و خروجی‌های مورد نیاز فناوری

- طراحی تجهیزاتی با قابلیت اندازه‌گیری دقیق میزان روانی بتن در محدوده ۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر و تشخیص تغییرات جزئی در اسلامپ.
- ارائه داده‌های لحظه‌ای در طول فرآیند اختلاط یا تخلیه‌ی بتن.
- طراحی برای تحمل ضربات و لرزش‌ها در حین عملیات اختلاط بتن.
- مقاوم در برابر گردوغبار، آب، رطوبت، و مواد شیمیایی بتن و عملکرد پایدار در دماهای بالا، پایین، و شرایط محیطی سخت

- قابلیت نصب آسان بر روی سیستم‌های کنترل بچینگ هوشمند و نیمه هوشمند
- ارائه‌ی سطوح دسترسی مختلف به اپراتور بچینگ و قابلیت مانیتورینگ

بعد اقتصادی و مالی رفع مسئله

با توجه به اهمیت موضوع برای واحد متقاضی در صورتی که طرح پیشنهادی توجیه فنی و اقتصادی لازم را داشته باشد، تقاضا برای آن وجود دارد.

مدت زمان مطلوب برای حل مسئله

مدت زمان مطلوب برای رفع این مسئله حدود ۶ ماه می‌باشد.

موارد مورد نیاز برای ارائه در پروپوزال

- تشریح فرایند و روند اجرایی راهکار پیشنهادی
- رویکرد مورد استفاده و تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد نیاز
- مشخصات فنی و عملکردی سیستم
- هزینه‌ی پروژه
- زمان لازم برای انجام پروژه

ارسال پاسخ

نوآوران و فناوران محترم پیشنهادات خود را در قالب پروپوزال (طرح پیشنهادی) به همراه رزومه‌ی شرکت و سایر مستندات و مجوزات مرتبط به آدرس ایمیل hbsventure@hbscoo.com ارسال نمایند.

جهت هماهنگی و کسب اطلاعات بیشتر با شماره‌های ۰۳۵-۳۲۶۳۷۶۷۶ و ۰۹۱۳۵۵۰۸۱۸۲ تماس برقرار نمایید.

مهلت ارسال پیشنهادات: پایان بهار ۱۴۰۴

پیوست ۱: روش انجام آزمون اسلامپ بر اساس استاندارد ملی شماره ۳۲۰۳

بتن تازه – قسمت دوم: تعیین روانی به روش اسلامپ^۱ – روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

- ۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین روانی بتن تازه به روش اسلامپ می‌باشد.
- ۲-۱ آزمون اسلامپ بتن تازه، برای دامنه‌ای از درجه روانی بتن تازه، کاربرد دارد که اسلامپ آنها بین ۱۰ تا ۲۱۰ میلی متر باشد. برای مقادیر خارج از این محدوده باید از روشهای دیگر استفاده نمود.
- ۳-۱ اگر تغییرات اسلامپ بتن تازه بعد از ۱ دقیقه، از زمان خارج کردن از قالب، ادامه داشته باشد، این آزمون برای تعیین روانی مناسب نمی باشد.
- ۴-۱ این آزمون برای بتن های تازه‌ای که بزرگترین اندازه سنگدانه آنها بزرگتر از ۴۰ میلی متر باشد، مناسب نیست.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظر های بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۲۰۱ : سال ۱۳۷۰ ، بتن تازه – روش نمونه برداری

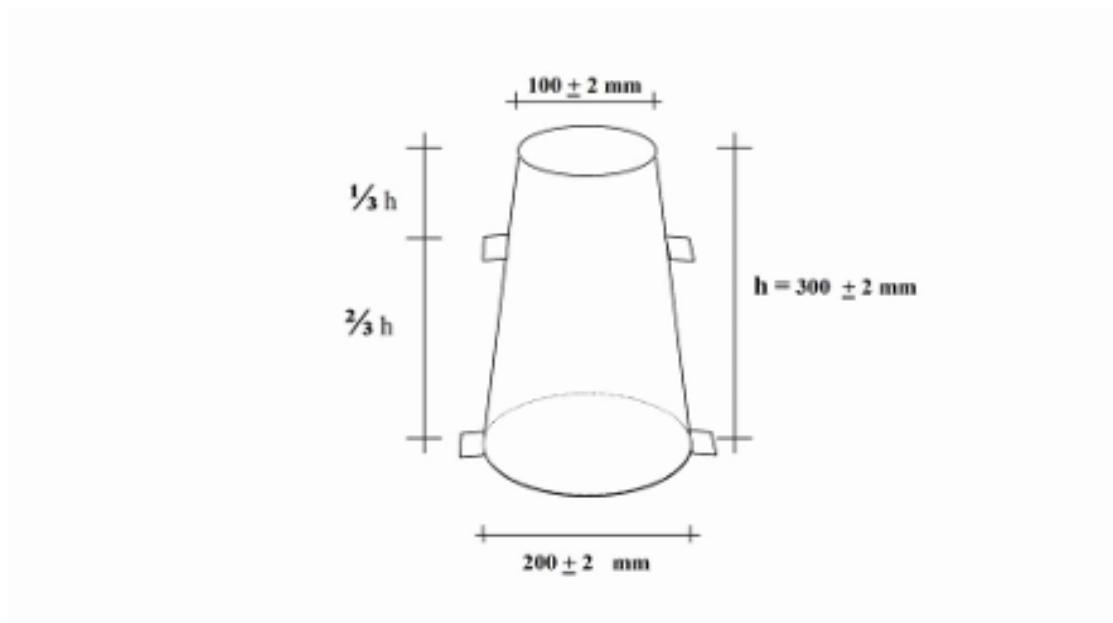
۳ اساس روش

در این روش، بتن تازه در قالبی به شکل مخروط ناقص با ابعاد معین، متراکم می‌گردد، هنگامی که مخروط به طرف بالا کشیده می‌شود. میزان افت که بتن تازه نسبت به حالت اولیه، را اندازه‌گیری نموده که این اندازه، روانی بتن تازه بر روش اسلامپ می‌باشد.

۴ وسایل

- ۱-۴ قالب – این قالب از فلزی ساخته شده که با خمیر سیمان، واکنش ندهد و از بین نرود. ضخامت آن حداقل ۱/۵ میلی متر باشد.
- قالب ممکن است با درز یا بدون درز ساخته شود، ولی داخل قالب باید صاف و عاری از هرگونه برجستگی یا فرورفتگی باشد.
- قالب به شکل مخروط ناقص توخالی، مطابق شکل ۱ با ابعاد زیر باشد :

- قطر قسمت زیرین : (200 ± 2) میلی متر
- قطر قسمت بالایی : (100 ± 2) میلی متر
- ارتفاع : (300 ± 2) میلی متر



شکل ۱- قالب اسلامپ

باید قسمت زیرین و بالایی مخروط باز و موازی با یکدیگر و در زاویه عمود نسبت به محور مخروط باشد. همچنین دو دستگیره در $\frac{2}{3}$ ارتفاع از پایین و دو پاگیره در تراز کف برای نگه داشتن قالب بر روی آن نصب شده‌اند. به جای پاگیره می‌توان از سیستم چفت و بست استفاده نمود، به شرط آن که در هنگام باز کردن، قالب جابجا نشود و با بتن در حال افت برخورد نکند.

۲-۴ میله تراکم (کوبه) - وسیله‌ای است برای تراکم بتن که باید از جنس فولاد باشد. این میله صاف و دارای سطح مقطع گرد، با قطر (16 ± 1) میلی متر و طول (600 ± 5) میلی متر و یک انتهای گرد (نیم کره) می‌باشد.

۳-۴ قیف (اختیاری) - ساخته شده از ماده غیر جاذب که با خمیر سیمان واکنش ندهد و از بین نرود. این وسیله برای ریختن بتن به داخل قالب اسلامپ روی آن قرار می‌گیرد.

یادآوری- قیف باید به گونه‌ای باشد که به هنگام نصب یا برداشتن از روی قالب باعث تکان خوردن بتن و تاثیر روی نتیجه آزمون نشود.