

آزمایش شماره ی (1) : سطح مخصوص سیمان (درجه نرمی سیمان) :

(1) هدف از آزمایش : تعیین درجه نرمی سیمان از طریق اندازه گیری سطح مخصوص آن توسط دستگاه Blaine (هواتراوی)

(2) اهمیت و کاربرد : سطح مخصوص سیمان عبارت است از سطح جانبی دانه های موجود در واحد وزن. بنابراین واحد سطح مخصوص سانتیمتر مربع بر گرم می باشد.

(3) وسایل و مصالح مورد نیاز :

1- دماسنج

2- زمان سنج با دقت 0/01 ثانیه و یا کمتر

3- ترازو با دقت 01/0 gr

4- سیمان به مقدار محاسبه شده از طریق فرمول مقابل:

e تخلخل سیمان را طبق استاندارد 0/5 در نظر می گیریم.

V حجم استوانه بلین برابر است با $1/812 \text{ cm}^3$.

وزن مخصوص نمونه مورد آزمایش که در آزمایش قبل به دست آمده که برابر است با :

بنابر فرمول خواهیم داشت :

5- دستگاه بلین (Blaine) :

شرح دستگاه : دستگاه بلین شامل وسیله کشش یک مقدار معینی هوا است که از میان یک بستر سیمان که با تخلخل معینی تهیه شده باشد عبور نماید. اندازه حفره ها در بستر سیمان با تخلخل معین با اندازه دانه های سیمان رابطه دارد و مبین میزان جریان هوا در داخل بستر است. در دستگاه بلین استوانه فلزی (سیلندر) که درپوشی دارد، با چهل سوراخ استاندارد فلزی یک میلی متری موجود می باشد روی آن فیلتر کاغذی گذاشته (در هر آزمایش باید از یک فیلتر نو استفاده کرد) و مقدار وزن سیمان مورد نیازی که در بالا به دست می آوریم را داخل آن ریخته و روی آن نیز فیلتر می گذاریم. بعد از گذاشتن فیلتر روی دستگاه ؛ درپوش استوانه را برمی داریم تا روغن شروع به حرکت کند و به بالای لوله برسد و زمان آن را اندازه می گیریم.

(4) شرح آزمایش :

ابتدا باید لوله لا شکل دستگاه Blaine تا باین ترین خط نشانه از محلول غیر فوارسی که رطوبت جذب نکند و دارای ناروایی (n) و وزن مخصوص کم باشد پر کنیم، مانند هر نوع روغن معدنی سبک.

جهت آماده سازی استوانه دستگاه بلین صفحه مشبکی که درون آن وجود دارد به روی آن یک کاغذ صافی (فیلتر) می گذاریم. سپس نمونه ی سیمان را داخل استوانه ریخته و به آرامی به جدار خارجی استوانه ضربه می زنیم تا سطح روی سیمان صاف شود و سپس کاغذ صافی دیگری روی آن قرار می دهیم. سپس استوانه را داخل لوله نانومتریک دستگاه قرار می دهیم.

(محل تماس لوله و استوانه فلزی می بایستی با روغن چرب شود).

برای تخلیه هوای داخل لوله شیر تخلیه هوا را باز کرده و زمانی که سطح محلول به بالاترین نشانه رسید، شیر را می بندیم. منتظر می مانیم تا محلول به دومین نشانه (از بالا) برسد، در این هنگام زمان سنج را روشن کرده و به محض رسیدن محلول به سومین نشانه آن را متوقف می سازیم و زمان را ثبت می کنیم، که زمان برای آزمایشی که ما انجام داده ایم 48 ثانیه به دست آمد.

در پایان درجه حرارت محیط آزمایشگاه را با دماسنج اندازه می گیریم (محیط آزمایشگاه ما 24 درجه بود).

نکته :

هر چه سیمان مورد مصرف درشت دانه تر باشد، به دلیل بیشتر بودن حفره های بین دانه های آن، هوای محبوس شده در سیمان سریعتر خارج شده و در نتیجه سرعت حرکت مایع از نشانه دوم تا نشانه سوم بیشتر بوده و زمان کمتری ثبت می شود که این عمل بیانگر سطح مخصوص کمتر سیمان منی باشد. * بعد

(5) ثبت نتایج و انجام محاسبات :

سطح مخصوص سیمان نمونه آزمایشی ما از رابطه زیر محاسبه می شود.

نکته : * بعد از بیرون آوردن نمونه از استوانه مشاهده می کنیم که قسمت پائین آن از قسمت بالای آن تیره تر است و این موضوع به این دلیل است که پائین نمونه به دلیل تراکم بیشتر پررنگ تر و قسمت بالای نمونه به دلیل تخلخل بیشتر کم رنگ تر شده است.*

اگر آزمایش در دمای 25 درجه انجام گیرد، ضریب 21 جایگزین قسمتی از فرمول می شود :

$$e = 0.5 \quad , \quad T = 48 \text{ } ^\circ\text{S}$$

$$n = 0.0001828 \text{ در } 24 \text{ درجه}$$

نتیجه : عدد به دست آمده بیانگر این است که نمونه سیمان آزمایشی ما بیشتر از نوع دانه های متوسط است :

سطح مخصوص دانه متوسط سطح مخصوص دانه متوسط

$$3000 \quad 2470/5$$

آزمایش شماره (2) : زمان گیرش اولیه سیمان

1- هدف از آزمایش : تعیین زمان گیرش اولیه و تغییر وضعیت آن

2- اهمیت و کاربرد : زمان گیرش اولیه مدت زمان سپری شده از لحظه اختلاط آب و سیمان می باشد که از این به بعد رشد کریستالهای ناشی از هیدراسیون سیمان به اندازه ای است که روانی خمیر رو به کاهش می گذارد.

گیرش اولیه سیمان بر اثر تری کلسیم سیلیکات (S_3C) انجام می شود. با توجه به این که غلظت مخلوط (میزان آب نسبت به سیمان) در سرعت گیرش سیمان و به عبارتی در سرعت کاهش روانی خمیر تأثیر می گذارد ، آزمایش تعیین زمان گیرش اولیه بایستی با مقدار آب مشخص (غلظت نرمال) صورت گیرد تا اینکه نتایج این آزمایش برای نمونه های مختلف سیمان پرتلند قابل مقایسه با یکدیگر بوده و یا بتوان این آزمایش را برای یک نمونه سیمان مشخص نسبت به مقادیر قید شده در مشخصات کارخانه ای آن محک زد.

* کاربرد این آزمایش شناسائی زمان گیرش انواع سیمان پرتلند است. همچنین این آزمایش جهت بررسی کیفیت سیمان های مصرفی در کارگاه قابل استفاده است، زیرا سیمان های فاسد شده دارای زمان گیرش بیش از حد متعارف می باشند.

3- وسایل و مصالح مورد نیاز :

(1) دستگاه ویکات همراه با سوزن آب سنج

(2) ترازو با دقت gr1/0 و یا کمتر

(3) استوانه مدرج (حداقل ظرفیت ml200)

(4) زمان سنج

(5) سیمان به میزان gr300

4- شرح آزمایش :

ابتدا gr300 سیمان را وزن کرده و داخل لگن می ریزیم. سپس به میزان غلظت آب نرمال که در آزمایش هفته گذشته به دست آوردیم، با استفاده از استوانه مدرج به آن آب می افزائیم. عمل مخلوط کردن آب و سیمان را مطابق آزمایش هفته گذشته انجام می دهیم. این بار پس از اینکه خمیر را داخل قالب ویکات ریختیم، قالب را زیر سطح صاف و زیر سوزن ویکات قرار داده و روی آن را با کاردک می بریم و صاف می کنیم. پس از گذشت مدت 30 دقیقه از زمان اختلاط آب و سیمان، پیچ سوزن را شل کرده و اجازه می دهیم سوزن تحت وزن 9 گرمی خود در مدت 30 ثانیه داخل خمیر فرو رود. این عمل را هر 15 دقیقه یک بار انجام می دهیم تا زمانی که سوزن حدود 35 میلی متر داخل نمونه فرو رود.

در این شرایط خمیر سیمان از حالت روانی به خمیری تغییر حالت داده و مدت زمان سپری شده از هنگام اختلاط آب و سیمان معادل است با زمان گیرش اولیه.

نکته : باید توجه داشت که محل نفوذ سوزن در هر بار باید حداقل 6mm با محل های نفوذ دیگر و همچنین با لبه قالب فاصله داشته باشد.

5- ثبت نتایج و انجام محاسبات :

مرتبیه آزمایش	مدت زمان سپری شده به دقیقه	قرائت های انجام شده
1	30	40
2	45	40

3	60	40
4	75	40
5	90	40
6	105	40
7	120	40
8	135	39
9	150	39
10	165	39
11	180	38
12	195	36
13	210	33

آزمایش شماره (3) : روش تعیین مقاومت فشاری نمونه های مکعبی ملات سیمان

1. هدف از آزمایش : تعیین مقاومت فشاری ملات سیمان با نسبت های مختلف آب

2. وسایل و مصالح مورد نیاز :

(1) قالب ساخت نمونه مکعبی

(2) خمیر نرمال سیمان

3. شرح آزمایش :

ملاتی که در آزمایش هفته گذشته پس از یک روز ماندن در قالب به مدت یک هفته در آب بود را زیر دستگاه جک می شکنیم تا مقاومت فشاری آن را به دست آوریم.

نکته : هر چه میزان آب بالاتر رود ، کارایی بتن بالاتر و مقاومت فشاری آن پائین تر می آید.

4. ثبت نتایج و انجام محاسبات :

مقاومت فشاری از رابطه زیر به دست می آید :

$$p / A = F_c$$

F_c مقاومت فشاری

P نیروی فشاری

A سطحی که نیرو به آن وارد می شود.

برای تعیین وزن مخصوص، باید وزن نمونه مورد نظر را تقسیم بر سطح قالب کنیم که نمونه ما وزنش 261 گرم است و سطح قالب نیز $5 \times 5 = 125$ می باشد.

نیروی که صرف ترکیدن نمونه شد برابر با $t65/4$ می باشد که با ضرب آن در عدد 1000 آن را به کیلوگرم تبدیل می کنیم.

$$P \text{ (نیروی فشاری)} = 4.65 \times 1000 = 4650 \text{ kg}$$

و حالا با به دست آمدن p (نیروی فشاری) می توانیم مقاومت فشاری را نیز به دست آورد:

در اینجا دو سوال پیش می آید که به هر کدام پاسخ می دهیم :

I. چرا برش و ترکیدگی نمونه در زاویه 45 درجه اتفاق می افتد؟

پاسخ : وقتی نیروی فشاری وارد می کنیم، چون مقاومت فشاری بالاتر از مقاومت کششی است و چون بر اساس دایره مور بررسی ماکزیمم برش 45 درجه اتفاق می افتد، نمونه به دلیل کرنش های جانبی در اثر نیروی فشاری وارده تحت تنش کششی می شکند.

II. چرا نمونه پس از یک هفته ماندن در آب، آب به مقدار کمی نفوذ کرده (تقریباً 5/0 cm)؟

چون نمونه در چند روز اول پس از ساخت از خود حرارت آزاد می کند.

آزمایش حجم انبوهی سنگدانه ها (60% ماسه- 40% شن)

آزمایش 1:

روش دانه بندی شن به وسیله الکل بر اساس استاندارد ملی ایران شماره 302 و دت 206 و ASTM 136-848

مقدمه ای قبل از انجام آزمایش :

همانطور که می دانیم، اجزای اصلی تشکیل دهنده شن عبارتند از سنگدانه ها، آب، سیمان که از میان آنها سنگدانه ها مهم ترین رکن تشکیل دهنده شن می باشد که پیکره اصلی آن را تشکیل داده (انتقال دهنده) اصلی فشار می باشد. پس اگر این ذرات از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و یا اینکه در اندازه های استاندارد روش استفاده نشود کیفیت قبل را کاهش داده و مقاومت فشاری آن را تقلیل می دهد.

در همین راستا و به دلیل اهمیت زیاد سنگدانه ها، پیش از استفاده از آنها در بتن حتماً باید آزمایشاتی جهت تست اندازه و کیفیت آنها صورت پذیرد تا بتن تولیدی، خواص مورد نظر را دارا باشد که یکی از همین آزمایش ها، آزمایش تعیین دانه بندی شن به وسیله الکل بوده که در چهارمین جلسه از کلاس عملی آزمایشگاه بتن و به عنوان یکی از آزمایش های سه گانه انجام شد که شرح آن به صورت کامل در متن زیر آمده است.

وسایل و مصالح مورد نیاز :

1) پنج الکل استاندارد محدوده ی بتن : (الکها باید طوری روی هم چیده شوند تا سنگدانه ها به هنگام الکل کردن به بیرون پرتاب نشوند) و اندازه آنها از بالا به پائین به ترتیب زیر باشد

2) ترازو با دقت 0/5 گرم

3) لرزاننده ی مکانیکی (shaker)

4) پنج کیلوگرم شن خشک

شرح انجام آزمایش :

در ابتدای آزمایش، الکل ها را با همان ترتیب گفته شده بر روی هم قرار داده و زیر الکل را انتهای آخرین الکل قرار می دهیم. سپس نیمی از نمونه شن موجود (در حدود 2/5kg) را بر روی اولین الکل از مجموعه الکل ها ریخته و به منظور جلوگیری از پرتاب سنگدانه ها به محیط اطراف در حین عمل لرزش، درپوش الکل را بر روی آن قرار داده و مجموعه را به مدت 6 دقیقه به وسیله دستگاه shaker می لرزانیم. در انتها وزن سنگدانه های موجود بر روی هر الکل را به دست آورده و به منظور تکمیل آزمایش، همین مراحل را برای بقیه ی نمونه مورد آزمایش تکرار می کنیم و نتایج به دست آمده را برای هر الکل با نتایج به دست آمده برای الکل مشابه در مرحله قبل جمع می کنیم و به این ترتیب درصد سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الکل را مقایسه می کنیم.

تذکر 1 : زمان تخمین زده شده برای قراردادن مجموعه الکل ها درون دستگاه 10 shaker دقیقه بوده که این مدت زمان برای این آزمایش به 6 دقیقه کاهش داده شده که خطاهای احتمالی در نتایج آزمایش را به دنبال داشت.

تذکر 2 : باید همواره توجه داشته باشیم که نمونه انتخابی، به طور یکنواخت از مخزن انتخاب شوند و معرف وضعیت کلی از سنگدانه های مخزن باشد- همچنین سنگدانه های انتخابی به منظور سهولت در عبور از الکل ها و در تست نتایج به دست آمده، باید خشک بوده و یا اینکه رطوبت آنها خیلی کم باشد.

تذکر 3 : با وجود اینکه دستگاه لرزاننده مکانیکی در جهات مختلف نمونه را لرزاننده و عمل الک کردن به نحو صحیح انجام می پذیرد، ولی باز هم به منظور تکمیل آزمایش، قبل از توزین سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الک، الک را به صورت دستی لرزانده تا اگر دانه ای توانایی عبور از حفره ها را دارد بر روی الک پائین بریزد.

تذکر 4 : به هنگام توزین سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الک، باید به این نکته توجه داشته باشیم که وزن همه سنگدانه ها به دست آمده و هیچ سنگدانه ای از ظرف توزین به بیرون پرتاب نشود.

آزمایش شماره 2 :

آزمایش تعیین ضریب تطویل و تورق سنگدانه ها، طبق استاندارد BS 812- 72 و دت 220 :

همانطور که می دانیم، سنگدانه ها از لحاظ شکل ظاهری به پنج دسته سنگدانه های گرد گوشه نامنظم، تیزگوشه و سوزنی شکل تقسیم می شوند که از میان آنها دو دسته آخر یعنی، سنگدانه های پولکی شکل و سوزنی شکل برای استفاده در بتن مضر بوده و باعث کاهش مقاومت بتن تولیدی می شوند که بر طبق استانداردها، حداکثر میزان وجود این سنگدانه ها در بتن 15% تعیین شده است.

آزمایش های تطویل، تورق که به منظور کنترل میزان ورود این نوع از سنگدانه ها به بتن طراحی شده، درصد وجود آنها در نمونه انتخابی نشان می دهد که نحوه انجام آن در متن زیر به صورت کامل آمده است.

وسایل و مصالح مورد نیاز آزمایش :

1. سنگدانه های محدوده س شن

2. الک های استاندارد محدوده ی شن با شماره های :

3. ترازو با دقت 0/1 گرم

4. دستگاههای تعیین تطویل و تورق

اصول آزمایش :

- بر اساس استانداردها، سنگدانه هایی که ضخامت آنها از 0/6 اندازه متوسط آنها کمتر باشد، سنگدانه های پولکی شکل محسوب شده و سنگدانه هایی که طول آنها از 1/8 اندازه متوسط آنها بیشتر باشد، در طبقه سنگدانه های سوزنی شکل جای می گیرند. همچنین منظور از اندازه متوسط سنگدانه ها، میانگین اندازه دو الک متوالی است که توسط آنها مصالح را دانه بندی نموده اند.

- دستگاه تعیین تطویل سنگدانه ها از یک صفحه چوبی تشکیل شده که بر روی آن، تعدادی میله فلزی و با فواصل مشخص از هم، به حالت قائم قرار گرفته اند.

کنار هر میله یک شماره درج شده که این شماره ها با شماره الک های استاندارد محدوده ی شن متناسب است. همچنین دستگاه تعیین تورق سنگدانه ها از یک صفحه فلزی تشکیل شده که بر روی آن تعدادی حفره بیضی و با ضخامت های مشخص، به ترتیب از کوچک به بزرگ قرار گرفته اند.

شرح انجام آزمایش :

ابتدا مقدار مناسب سنگدانه در محدوده ی شن را از مخزن خارج کرده و به وسیله الک های استاندارد محدوده ی شن الک می کنیم (همانطور که در آزمایش تعیین نوع دانه بندی شن انجام شد). پس به تعداد 200 عدد از سنگدانه های باقی مانده روی الک با شمار 1/2 گزینش کرده و به کار بر روی آنها به وسیله دستگاهها (تعیین تطویل و تورق) می پردازیم. طبق تعاریف گفته شده، اندازه متوسط این سنگدانه ها برابر است با شماره الک بالایی و الک پائین که این مقدار برابر است با

باز هم طبق توضیحات داده شده سنگدانه هایی که طول آنها از 1/8 اندازه متوسط سنگدانه ها بزرگتر باشد سوزنی و سنگدانه هایی که ضخامت آنها از 0/6 اندازه متوسط سنگدانه ها، کوچکتر باشد، سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند.

در نتیجه این آزمایش، سنگدانه هایی با طول بیشتر از $1.8 \text{ inc} = 0.65 \times X$ سنگدانه های سوزنی شکل و سنگدانه هایی با ضخامت کمتر از $0.6 \text{ inc} = 0.37 \times X$ ، سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند.

حال، ابتدا این دویست سنگدانه را از شیار موجود بین دو میله شماره های 1/2 و 3/4 دستگاه تعیین تطویل سنگدانه ها عبور داده و وزن سنگدانه های عبوری و عبور نکرده را به دست می آوریم. (سنگدانه های عبور نکرده، به عنوان سنگدانه های سوزنی شکل محسوب می شوند). سپس این سنگدانه ها را این بار از حفره هایی یا ضخامت 0.37 inc دستگاه تعیین تورق عبور داده و وزن سنگدانه های عبور کرده و عبور نکرده را به وسیله ترازو به دست می آوریم. (این بار سنگدانه های عبور کرده به عنوان سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند). در نهایت به وسیله محاسبات زیر، درصد وزنی سنگدانه های پولکی و سوزنی را محاسبه می کنیم.

تذکر 1 : طبق روال آزمایش بر روی سنگدانه ها، باید توجه داشته باشیم که نمونه انتخابی از مخزن یکنواخت بوده و معرف کل سنگدانه های مخزن باشد.

تذکر 2 : به هنگام کار با دستگاه تطویل باید توجه داشته باشیم که سنگدانه ها را فقط به صورت طولی از شیار دستگاه بگذرانیم. در مورد دستگاه تعیین تورق هم باید همین نکته را رعایت کرده ولی با این تفاوت که باید در عبور دادن سنگدانه ها از ضخامت آنها دقت به عمل آوریم که در غیر این صورت و اشتباه در عبور دادن و یا عبور ندادن حتی یک سنگدانه به خاطر اندازه بالای متوسط دانه ها در نتایج آزمایش ایجاد خطا می شود.

تذکر 3 : در هنگام وزن کردن سنگدانه ها، باید توجه داشته باشیم که وزن همه ی سنگدانه های عبوری و عبور نکرده، به صورت کامل به وسیله ترازو محاسبه گردد و هیچ سنگدانه ای از توزین باز نماند.

آزمایش شماره 3 :

تعیین میزان جذب رطوبت سنگدانه ها و درصد جذب آب بر اساس دت 207 و دت 210 و (ASTMCL 27- 88- ASTM C 566-89)

همانطور که می دانیم، به هنگام تعیین آب اختلاط بتن باید میزان آب لازم جهت عمل هیدراتاسیون و همچنین میزان جذب آب توسط سنگدانه ها، محاسبه گردد تا هنگام انجام عمل هیدراتاسیون آب لازم جهت این واکنش شیمیایی جذب سنگدانه ها شده ذرات سازنده بتن به خوبی به هم متصل شوند.

در راشتهای رسیدن به این هدف، میزان جذب رطوبت سنگدانه ها طی مراحل زیر به دست می آید که شرح کامل آن به صورت زیر است.

وسایل و مصالح لازم جهت اجرای آزمایش:

1- Kg2 سنگدانه در محدوده ی شن

2- دستگاہ گرم کن oven با توانایی ایجاد دمای $105^{\circ}C$

3- ترازو با دقت 0/1 گرم

شرح انجام آزمایش :

به منظور انجام این آزمایش، ابتدا به میزان 1 kg شن از مخزن برداشته و در یک سینی فلزی می ریزیم سپس فلزی را درون دستگاہ oven قرار داده و دمای دستگاہ را روی 105 درجه تنظیم می کنیم. پس از 24 ساعت سینی را از دستگاہ بیرون آورده و وزن سنگدانه های خشک را به وسیله ترازو به دست می آوریم. و این عدد را به عنوان وزن سنگدانه های خشک و عاری از رطوبت ثبت می کنیم.

در مرحله دوم از آزمایش، باز هم به میزان 1 kg سنگدانه در محدوده ی شن از مخزن انتخاب کرده و این بار آن را در یک لگن پلاستیکی ریخته و به مدت 24 ساعت در حوضچه های آب قرار می دهیم. پس از اتمام این مدت زمان آن را از آب بیرون آورده و به وسیله روزنامه سطح خارجی سنگدانه ها را کاملاً خشک کرده و آنها را به وسیله ترازو وزن می کنیم.

در نهایت وزن آنها را به عنوان وزن سنگدانه های اشباع از آب (مرطوب) وزن کرده و از طریق روابط زیر، میزان رطوبت سنگدانه ها را به دست می آوریم.

نتایج و محاسبات :

993 gr : وزن سنگدانه های خشک

1023 gr : وزن سنگدانه های اشباع از آب (رطوبت)

تذکر 1 : به هنگام انتخاب سنگدانه ها از مخزن باید توجه داشته باشیم که سنگدانه ها به صورت یکنواخت انتخاب شوند و نمونه انتخابی معرف وضعیت کلی سنگدانه های مخزن باشد.

تذکر 2 : باید به این نکته توجه داشته باشیم که رطوبت سنگدانه های انتخابی در حالت معمول بوده و خیلی مرطوب نباشند. از آنجائی که این آزمایش به صورت متناوب در آزمایشگاه انجام شده و سنگ های اشباع شده از رطوبت دوباره به مخزن بازگردانده می شوند، امکان گزینش دوباره این سنگدانه ها وجود داشته که در اثر قرار دادن آنها در دستگاه oven ، در مدت 24 ساعت رطوبت خود را به صورت کامل از دست نمی دهند که این امر باعث ایجاد خطا در نتایج می شود.

تذکر 3 : به هنگام توزین سنگدانه ها، هم در مرحله 1 و هم در مرحله 2 نباید اجازه خارج شدن سنگدانه ها را از ظرف حاوی آنها بدهیم.

تذکر 4 : در حین خشک شدن سنگدانه ها در درون دستگاه oven، به منظور هر چه بهتر خشک شدن سنگدانه ها، می توان آنها را پس از داده های زمانی مشخص درون سینی فلزی جابجا کرده تا رطوبت خود را به صورت کامل از دست بدهند.

تذکر 5 : پس از بیرون کشیدن تشت پلاستیکی حاوی سنگدانه ها از درون حوضچه های آب، باید رطوبت سطح خارجی سنگدانه ها به صورت کامل گرفته شود، که این امر به وسیله روزنامه یا دستمال خشک امکان پذیر خواهد بود.

"روش تعیین جرم حجمی سیمان و چگالی آن"

هدف:

تعیین جرم حجمی سیمان و چگالی آن

وسایل مورد نیاز:

- ترازو با دقت 0/05 گرم
- قیف پایه بلند و کوتاه هر کدام یک عدد
- نفت سفید یا الکل یا هر مایع دیگری که مناسب باشد (251.2 mL)
- 65 گرم سیمان رد شده از الک 200 که به مدت 24 ساعت در دمای 5 ± 105 درجه ی سانتیگراد نگهداری شده باشد.
- بالن لوشاتلیه

شرح آزمایش :

بالن را با نفت یا الکل یا هر مایع دیگری تا نقطه ای بین علامت های 0 تا 1 میلی متر در ساقه بالن پر نمایید. برای ریختن مایع از قیف پایه بلند استفاده می کنیم. چنانچه قسمت داخلی لوله آغشته شده باشد قسمت بالای لوله را خشک می کنیم. سپس به منظور ثابت نگه داشتن درجه ی حرارت بالن را در ظرف آب فرو برده و سپس مقدار مایع را در بالن را قرائت کنید آن را یادداشت (۵V)

مقدار سیمان معینی را در داخل بالن ریخته درپوش را گذاشته و آن را به صورت مایل تکان می دهیم یا به آهستگی در مسیر یک دایره افقی بچرخانیم طوری که هوای بین دانه های سیمان خارج شود.

سطح مایع را خوانده و (۱V) را یادداشت می کنیم.

توجه :

1- مایع شیمیایی باید طوری انتخاب شود که بر روی سیمان واکنش انجام دهد و وزن حجمی آن کمتر از 0/62 باشد.

2- به علت خاصیت موئینگی لوله باید روی قرائت اول و دوم دقت کافی مبذول داشت.

محاسبات :

$${}^3\text{mL} = 251.2 \text{ cm } 251.2 = {}_0\text{V}$$

$${}^3\text{mL} = 272.3 \text{ cm} \quad 272.3 = {}_1V$$

$${}^3\text{cm} \quad 21.1 = {}_0V - {}_1V$$

= جرم حجمی سیمان:

استانداردها :

بر طبق بند 2-6 بخش اول آئین نامه بتن ایران :

- وزن مخصوص ویژه سیمان پرتلند $3/1 - 3/2$
- وزن مخصوص ویژه ی سیمان پرتلند آمیخته $3/1 - 3/0$
- وزن مخصوص سیمان مطابق با استاندارد ایران
- وزن فضای کیسه نلرزیده $1 - 1/25$
- وزن فضای سیمان لرزیده $1/5 - 1/8$
- وزن فضای سیمان فله $1 - 1/3$

آزمایش شماره ی 2

" تعیین آب نرمال سیمان "

هدف :

تعیین مقدار آب لازم جهت تهیه ی خمیر سیمان با غلظت نرمال

وسایل مورد نیاز :

- ترازو با دقت 0/1 گرم یا کمتر
- لگن
- کارتک
- فرور
- بشر

- کرنومتر
- دستگاه ویکات
- روغن
- الک 16
- قالب 5-5

شرح آزمایش :

مقدار 300g سیمان را که از الک 16 عبور کرده با درصد وزنی خاصی از سیمان (مقدار آب) که بین 26% و 33% قرار دارد مخلوط می کنیم و توسط کاردک آن را به هم می زنیم و بعد از مدتی توسط دستکش لاستیکی به خوبی آن را مالش می دهیم توجه به این نکته که از زمان ریختن آب انداختن میله ی آب سنجش ویکات نباید از 4 دقیقه و ± 15 ثانیه تجاوز کند. پس از تهیه ی خمیر سیمان، آن را به آرامی وارد قالب ویکات که در دست دیگر قرار دارد وارد کرده به طوری که هیچ گونه فشاری به سیمان وارد شود سپس با سرعت عمل قالب ویکات را روی سطح صافی زیر میله ی آب سنج قرار داده و قسمت های اضافی خمیر را برش می دهیم. در این حالت که عقربه عدد 0/1 mm را نشان می دهد میله ی آب سنج ویکات را رها کرده و همزمان کرنومتر را روشن و اجازه می دهیم که به مدت 30 ثانیه میله در خمیر نفوذ کند اگر میله در فاصله ی 5 تا 7 میلی متری کف یعنی 33 تا 35 قرار گیرد. غلظت خمیر، نرمال بوده است در غیر این صورت برای رسیدن به چنین مخلوطی لازم است خمیرهای جدید سیمان با درصدهای مختلف آب ساخته شود.

توجه :

1- مطابق استاندارد BS4550-78 دمای اتاق مخلوط باید $20 \pm 1^{\circ}C$ و رطوبت نسبی هوا باید بیش از 90 درصد نباشد.

2- ظروف و دیگر وسایل آزمایش باید کاملاً تمیز و خشک باشند و تمام آب توزین شده با سیمان مخلوط گردد.

3- میله ی آب سنج در وسط قالب به داخل خمیر نفوذ کند.

محاسبات :

میله ی آب سنج : 99 g → mm40 آب → 33 % : آزمایش اول

میله ی آب سنج : 78 g → mm20 آب → 26 % : آزمایش دوم

میله ی آب سنج : 87 g → mm25 آب → 29 % : آزمایش سوم

میله ی آب سنج : 93 g → mm33 آب → 31 % : آزمایش چهارم

استانداردها :

- بر طبق استاندارد اروپایی EN 196 – 3 : 1987 روانی خمیر وقتی به حالت نرمال می رسد که نفوذ میله ی آب سنج به داخل خمیر سیمان در مدت 30 ثانیه 1 ± 6 میلی متر از کف باشد.
- بر طبق استاندارد BS 4550 – 78 چنانچه میله آب سنج در مدت 30 ثانیه در فاصله 1 ± 5 میلی متری از کف قالب قرار گیرد در این صورت غلظت خمیر نرمال است.
- استاندارد ملی ایران، 391 چنانچه میله ی آب سنج در مدت 30 ثانیه در فاصله 1 ± 6 میلی متر از کف قرار گیرد در این صورت غلظت خمیر نرمال است.

روش دانه بندی شن به وسیله الک بر اساس استاندارد ملی ایران شماره 302 و دت 206 و ASTM 136- 848

مقدمه ای قبل از انجام آزمایش :

همانطور که می دانیم، اجزای اصلی تشکیل دهنده شن عبارتند از سنگدانه ها، آب، سیمان که از میان آنها سنگدانه ها مهم ترین رکن تشکیل دهنده شن می باشد که پیکره اصلی آن را تشکیل داده (انتقال دهنده) اصلی فشار می باشد. پس اگر این ذرات از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و یا اینکه در اندازه های استاندارد روش استفاده نشود کیفیت قبل را کاهش داده و مقاومت فشاری آن را تقلیل می دهد.

در همین راستا و به دلیل اهمیت زیاد سنگدانه ها، پیش از استفاده از آنها در بتن حتماً باید آزمایشاتی جهت تست اندازه و کیفیت آنها صورت پذیرد تا بتن تولیدی، خواص مورد نظر را دارا باشد که یکی از همین آزمایش ها، آزمایش تعیین دانه بندی شن به وسیله الک بوده که در چهارمین جلسه از کلاس عملی آزمایشگاه بتن و به عنوان یکی از آزمایش های سه گانه انجام شد که شرح آن به صورت کامل در متن زیر آمده است.

وسایل و مصالح مورد نیاز :

1) پنج الک استاندارد محدوده ی بتن : (الکها باید طوری روی هم چیده شوند تا سنگدانه ها به هنگام الک کردن به بیرون پرتاب نشوند) و اندازه آنها از بالا به پائین به ترتیب زیر باشد

2) ترازو با دقت 0/5 گرم

3) لرزاننده ی مکانیکی (shaker)

4) پنج کیلوگرم شن خشک

شرح انجام آزمایش :

در ابتدای آزمایش، الک ها را با همان ترتیب گفته شده بر روی هم قرار داده و زیر الک را انتهای آخرین الک قرار می دهیم. سپس نیمی از نمونه شن موجود (در حدود 2/5kg) را بر روی اولین الک از مجموعه الک ها ریخته و به منظور جلوگیری از پرتاب سنگدانه ها به محیط اطراف در حین عمل لرزش، درپوش الک را بر روی آن قرار داده و مجموعه را به مدت 6 دقیقه به وسیله دستگاه shaker می لرزانیم. در انتها وزن سنگدانه های موجود بر روی هر الک را به دست آورده و به منظور تکمیل آزمایش، همین مراحل را برای بقیه ی نمونه مورد آزمایش تکرار می کنیم و نتایج به دست آمده را برای هر الک با نتایج به دست آمده برای الک مشابه در مرحله قبل جمع می کنیم و به این ترتیب درصد سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الک را مقایسه می کنیم.

تذکر 1 : زمان تخمین زده شده برای قراردادن مجموعه الک ها درون دستگاه shaker 10 دقیقه بوده که این مدت زمان برای این آزمایش به 6 دقیقه کاهش داده شده که خطاهای احتمالی در نتایج آزمایش را به دنبال داشت.

تذکر 2 : باید همواره توجه داشته باشیم که نمونه انتخابی، به طور یکنواخت از مخزن انتخاب شوند و معرف وضعیت کلی از سنگدانه های مخزن باشد- همچنین سنگدانه های انتخابی به منظور سهولت در عبور از الک ها و در تست نتایج به دست آمده، باید خشک بوده و یا اینکه رطوبت آنها خیلی کم باشد.

تذکر 3 : با وجود اینکه دستگاه لرزاننده مکانیکی در جهات مختلف نمونه را لرزانده و عمل الک کردن به نحو صحیح انجام می پذیرد، ولی باز هم به منظور تکمیل آزمایش، قبل از توزین سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الک، الک را به صورت دستی لرزانده تا اگر دانه ای توانایی عبور از حفره ها را دارد بر روی الک پائین بریزد.

تذکر 4 : به هنگام توزین سنگدانه های باقی مانده بر روی هر الک، باید به این نکته توجه داشته باشیم که وزن همه سنگدانه ها به دست آمده و هیچ سنگدانه ای از ظرف توزین به بیرون پرتاب نشود.

آزمایش شماره 2 :

آزمایش تعیین ضریب تطویل و تورق سنگدانه ها، طبق استاندارد BS 812- 72 و دت 220 :

همانطور که می دانیم، سنگدانه ها از لحاظ شکل ظاهری به پنج دسته سنگدانه های گرد گوشه نامنظم، تیزگوشه و سوزنی شکل تقسیم می شوند که از میان آنها دو دسته آخر یعنی، سنگدانه های پولکی شکل و سوزنی شکل برای استفاده در بتن مضر بوده و باعث کاهش مقاومت بتن تولیدی می شوند که بر طبق استانداردها، حداکثر میزان وجود این سنگدانه ها در بتن 15% تعیین شده است.

آزمایش های تطویل، تورق که به منظور کنترل میزان ورود این نوع از سنگدانه ها به بتن طراحی شده، درصد وجود آنها در نمونه انتخابی نشان می دهد که نحوه انجام آن در متن زیر به صورت کامل آمده است.

وسایل و مصالح مورد نیاز آزمایش :

1. سنگدانه های محدوده س شن

2. الک های استاندارد محدوده ی شن با شماره های :

3. ترازو با دقت 0/1 گرم

4. دستگاههای تعیین تطویل و تورق

اصول آزمایش :

- بر اساس استانداردها، سنگدانه هایی که ضخامت آنها از 0/6 اندازه متوسط آنها کمتر باشد، سنگدانه های پولکی شکل محسوب شده و سنگدانه هایی که طول آنها از 1/8 اندازه متوسط آنها بیشتر باشد، در طبقه سنگدانه های سوزنی شکل جای می گیرند. همچنین منظور از اندازه متوسط سنگدانه ها، میانگین اندازه دو الک متوالی است که توسط آنها مصالح را دانه بندی نموده اند.

- دستگاه تعیین تطویل سنگدانه ها از یک صفحه چوبی تشکیل شده که بر روی آن، تعدادی میله فلزی و با فواصل مشخص از هم، به حالت قائم قرار گرفته اند.

کنار هر میله یک شماره درج شده که این شماره ها با شماره الک های استاندارد محدوده ی شن متناسب است. همچنین دستگاه تعیین تورق سنگدانه ها از یک صفحه فلزی تشکیل شده که بر روی آن تعدادی حفره بیضوی و با ضخامت های مشخص، به ترتیب از کوچک به بزرگ قرار گرفته اند.

شرح انجام آزمایش :

ابتدا مقدار مناسب سنگدانه در محدوده ی شن را از مخزن خارج کرده و به وسیله الک های استاندارد محدوده ی شن الک می کنیم (همانطور که در آزمایش تعیین نوع دانه بندی شن انجام شد). پس به تعداد 200 عدد از سنگدانه های باقی مانده روی الک با شمار 1/2 گزینش کرده و به کار بر روی آنها به وسیله دستگاهها (تعیین تطویل و تورق) می پردازیم. طبق تعاریف گفته شده، اندازه متوسط این سنگدانه ها برابر است با شماره الک بالایی و الک پائین که این مقدار برابر است با

باز هم طبق توضیحات داده شده سنگدانه هایی که طول آنها از 1/8 اندازه متوسط سنگدانه ها بزرگتر باشد سوزنی و سنگدانه هایی که ضخامت آنها از 0/6 اندازه متوسط سنگدانه ها، کوچکتر باشد، سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند.

در نتیجه این آزمایش، سنگدانه هایی با طول بیشتر از $1.8 \text{ inc} = 0.65 \times X$ سنگدانه های سوزنی شکل و سنگدانه هایی با ضخامت کمتر از $0.6 \text{ inc} = 0.65 \times X$ ، سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند.

حال، ابتدا این دویست سنگدانه را از شیار موجود بین دو میله شماره های 1/2 و 3/4 دستگاه تعیین تطویل سنگدانه ها عبور داده و وزن سنگدانه های عبوری و عبور نکرده را به دست می آوریم. (سنگدانه های عبور نکرده، به عنوان سنگدانه های سوزنی شکل محسوب می شوند). سپس این سنگدانه ها را این بار از حفره هایی یا ضخامت 0.37 inc دستگاه تعیین تورق عبور داده و وزن سنگدانه های عبور کرده و عبور نکرده را به وسیله ترازو به دست می آوریم. (این بار سنگدانه های عبور کرده به عنوان سنگدانه های پولکی شکل محسوب می شوند). در نهایت به وسیله محاسبات زیر، درصد وزنی سنگدانه های پولکی و سوزنی را محاسبه می کنیم.

تذکر 1 : طبق روال آزمایش بر روی سنگدانه ها، باید توجه داشته باشیم که نمونه انتخابی از مخزن یکنواخت بوده و معرف کل سنگدانه های مخزن باشد.

تذکر 2 : به هنگام کار با دستگاه تطویل باید توجه داشته باشیم که سنگدانه ها را فقط به صورت طولی از شیار دستگاه بگذرانیم. در مورد دستگاه تعیین تورق هم باید همین نکته را رعایت کرده ولی با این تفاوت که باید در عبور دادن سنگدانه ها از ضخامت آنها دقت به عمل آوریم که در غیر این صورت و اشتباه در عبور دادن و یا عبور ندادن حتی یک سنگدانه به خاطر اندازه بالای متوسط دانه ها در نتایج آزمایش ایجاد خطا می شود.

تذکر 3 : در هنگام وزن کردن سنگدانه ها، باید توجه داشته باشیم که وزن همه ی سنگدانه های عبوری و عبور نکرده، به صورت کامل به وسیله ترازو محاسبه گردد و هیچ سنگدانه ای از توزین باز نماند.

آزمایش شماره 3 :

تعیین میزان جذب رطوبت سنگدانه ها و درصد جذب آب بر اساس دت 207 و دت 210 و (ASTMCL 27- 88- ASTM 566-89)

همانطور که می دانیم، به هنگام تعیین آب اختلاط بتن باید میزان آب لازم جهت عمل هیدراتاسیون و همچنین میزان جذب آب توسط سنگدانه ها، محاسبه گردد تا هنگام انجام عمل هیدراتاسیون آب لازم جهت این واکنش شیمیایی جذب سنگدانه ها شده ذرات سازنده بتن به خوبی به هم متصل شوند.

در راستای رسیدن به این هدف، میزان جذب رطوبت سنگدانه ها طی مراحل زیر به دست می آید که شرح کامل آن به صورت زیر است.

وسایل و مصالح لازم جهت اجرای آزمایش:

1- Kg2 سنگدانه در محدوده ی شن

2- دستگاہ گرم کن oven با توانایی ایجاد دمای 105° C

3- ترازو با دقت 0/1 گرم

شرح انجام آزمایش :

به منظور انجام این آزمایش، ابتدا به میزان 1 kg شن از مخزن برداشته و در یک سینی فلزی می ریزیم سپس فلزی را درون دستگاہ oven قرار داده و دمای دستگاہ را روی 105 درجه تنظیم می کنیم. پس از 24 ساعت سینی را از دستگاہ بیرون آورده و وزن سنگدانه های خشک را به وسیله ترازو به دست می آوریم. و این عدد را به عنوان وزن سنگدانه های خشک و عاری از رطوبت ثبت می کنیم.

در مرحله دوم از آزمایش، باز هم به میزان 1 kg سنگدانه در محدوده ی شن از مخزن انتخاب کرده و این بار آن را در یک لگن پلاستیکی ریخته و به مدت 24 ساعت در حوضچه های آب قرار می دهیم. پس از اتمام این مدت زمان آن را از آب بیرون آورده و به وسیله روزنامه سطح خارجی سنگدانه ها را کاملاً خشک کرده و آنها را به وسیله ترازو وزن می کنیم.

در نهایت وزن آنها را به عنوان وزن سنگدانه های اشباع از آب (مرطوب) وزن کرده و از طریق روابط زیر، میزان رطوبت سنگدانه ها را به دست می آوریم.

نتایج و محاسبات :

993 gr : وزن سنگدانه های خشک

1023 gr : وزن سنگدانه های اشباع از آب (رطوبت)

تذکر 1 : به هنگام انتخاب سنگدانه ها از مخزن باید توجه داشته باشیم که سنگدانه ها به صورت یکنواخت انتخاب شوند و نمونه انتخابی معرف وضعیت کلی سنگدانه های مخزن باشد.

تذکر 2 : باید به این نکته توجه داشته باشیم که رطوبت سنگدانه های انتخابی در حالت معمول بوده و خیلی مرطوب نباشند. از آنجائی که این آزمایش به صورت متناوب در آزمایشگاه انجام شده و سنگ های اشباع شده از رطوبت دوباره به مخزن بازگردانده می شوند، امکان گزینش دوباره این سنگدانه ها وجود داشته که در اثر قرار دادن آنها در دستگاه oven ، در مدت 24 ساعت رطوبت خود را به صورت کامل از دست نمی دهند که این امر باعث ایجاد خطا در نتایج می شود.

تذکر 3 : به هنگام توزین سنگدانه ها، هم در مرحله 1 و هم در مرحله 2 نباید اجازه خارج شدن سنگدانه ها را از ظرف حاوی آنها بدهیم.

تذکر 4 : در حین خشک شدن سنگدانه ها در درون دستگاه oven، به منظور هر چه بهتر خشک شدن سنگدانه ها، می توان آنها را پس از داده های زمانی مشخص درون سینی فلزی جایجا کرده تا رطوبت خود را به صورت کامل از دست بدهند.

تذکر 5 : پس از بیرون کشیدن تشت پلاستیکی حاوی سنگدانه ها از درون حوضچه های آب، باید رطوبت سطح خارجی سنگدانه ها به صورت کامل گرفته شود، که این امر به وسیله روزنامه یا دستمال خشک امکان پذیر خواهد بود.

تعیین دانه بندی ماسه و مدول نرمی آن و تعیین خاک رس لای و گرد و خاک ماسه

مقدمه :

دانه بندی ماسه: مناسب ترین دانه بندی ماسه، به نوع مصرف و مقدار سیمان بتن و حداکثر درشتی و مصالح درشت دانه بستگی دارد. اصولاً مقدار ذرات ریزتر از 0.6 mm تاثیر قابل ملاحظه ای بر کارایی مخلوط دارند و شاخص نسبتاً مطمئنی برای کل سطح مخصوص ماسه می باشند.

قاعدتاً مقدار ماسه در مخلوط بتن باید کم باشد زیرا افزایش 10 تا 15 درصد دانه های کوچکتر از 0.15 mm در سنگدانه ها، باعث تقریباً 10% کاهش مقاومت فشاری بتن می گردد.

از موارد دیگر کاربرد دانه بندی ماسه می توان از نتایج آزمایش به منظور تطبیق توزیع اندازه دانه ها با مشخصات لازم برای مصالح سنگی، همچنین تهیه اطلاعات لازم برای کنترل و تصحیح دانه بندی سنگدانه های مختلف نام برد.

بدون نرمی (FM) : تعیین کننده ی ریزی و درشتی دانه هاست. هر چه دانه های سنگی درشت تر باشد مدول نرمی آنها بیشتر است. همچنین ریزدانه ها مدول نرمی کمتری دارند.

بافت سطحی: سنگدانه ها، به ویژه در مورد سنگدانه های ریز (ماسه) ، بر ژئوستگی آن با خمیر سیمان و همچنین بر مقدار آب لازم برای مخلوط تاثیر می گذارد. شکل و بافت سنگدانه های ریز (ماسه) تاثیر چشمگیری بر آب لازم برای مخلوط بتنی که با آن ساخته می شود، خواهد داشت. منجر به نشان داده است که ماسه بسیار ریزدانه و ماسه بسیار درشت دانه، مناسب بتن نمی باشد. زیرا اولاً از لحاظ اقتصادی با صرفه نیست، و دوماً مخلوطی می سازد که دارای کارایی لازم نبوده و سطح بتن، زبر در می آید. در بتنهایی کم سیمان و یا بتنهایی که شن آنها ریز است از نظر کارژدیری (کارایی) بتن، دانه بندی و مصالح ریزدانه را چنان باید انتخاب کرد که درصد مواد رد شده از الک، یا حداکثر پیشنهادی آیین نامه بخواند(حد پایین محدوده استاندارد) و در بتنهایی سیمان و یا بتنهایی با شن درشت دانه از نظر صرفه جویی در مصرف سیمان حد بالای دانه بندی استاندارد برای ریز دانه مطلوب می باشد.

هدف آزمایش:

تعیین ویژگیهای دانه بندی مصالح سنگی ریزدانه (ماسه) که در بتن و بتن مسلح به کار برده می شود.

وسایل آزمایش:

1- ترازوی دیجیتال

2- الکها با شماره های 8/50، 16، 30، 48، 100³ زیر الکی و درب.

3- لرزانده ی مکانیکی

مصالح آزمایش:

1- ماسه

شرح آزمایش:

ابتدا باید يك نمونه از ماسه را برداشته (نمونه باید از ارتفاع متوسط توده ماسه برداشته شود بطوریکه هنگام برداشت دانه ها از طرف بیرون نریزد و باید از لحاظ توزیع دانه ها، نماینده ي کل دپوي ماسه باشد).

نمونه ي ماسه انتخاب شده 1 کیلوگرم مي باشد که در این مرحله باید به طور قائم و یا قائم و جانبي لرزش را به الك انتقال دهد. بدین طریق دانه ها در روي الك به بالا و پایین پریده و مي غلطند تا در جهت هاي مختلف روي الك قرار گیرند.

دور دستگاه را بر روي 150 دور در دقیقه تنظیم کرده و دستگاه را به مدت کمتر از 10 دقیقه راه اندازي مي کنیم.

باید دقت کرد که بعد از اتمام عمل لرزاندن الكها به صورت مکانیکی برای اطمینان بیشتر توصیه مي شود که قبل از توزین مصالح باقیمانده هر الك، با قرار دادن زیر الك و در پوش، مجددا آنها را با دست در جهات گوناگون بلرزانیم تا عمل الك کردن به خوبی انجام گیرد.

در مرحله ي بعد هر الك را جدا کرده و مصالح باقیمانده روي آنها وزن مي کنیم.

* بر طبق بند 5-7 اساندارد شماره ي 4977 ایران، وزن کل مواد بعد از الك کردن باید با وزن اولیه نمونه کنترل شود و در صورتی که اختلاف این دو بیش از 0.3 درصد باشد، نتایج قابل قبول نیست.

* بر طبق بند 4/9/1 استاندارد شماره 1599 ایران مانده هاي روي الك ها و رد شده آخري را باید با تقریب 0.1 درصد نسبت به جرم بار توزین نمود. مجموع این جرمها با جرم بار نباید اختلافی بیش از 2 درصد نسبت به جرم بار داشته باشد.

اعداد بدست آمده در آزمایش در قسمت پشت عملیات و محاسبات و هم چنین جدول و منحنی دانه بندی ماسه شرح داده مي شود.

اساندارد هاي ASTM و ایران يك منحنی دانه بندی را معرفی نموده اند.

ثبت عملیات و محاسبات:

الكها با شماره ها ومقدار مصالح روي هر الك ذکر شده:

g0

g130 4

g325 8

g210 16

g145 30

g65 50

g85 100

زیر الكي g35

مقایسه اعداد و منحنی با استاندارد:

طبق استاندارد محدوده ی مجاز برای منحنی دانه بندی ماسه بین دو منحنی رسم شده در شکل می باشد. (استاندارد ایران - شماره 300) که با توجه به اعداد و ارقام بدست آمده منحنی نمونه ی ماسه ی ما در محدوده ی مجاز قرار گرفته است.

مدول نرمی یا ضریب نرمی (FM):

=FM

عبارت است از مجموع درصدهای تجمعی باقیمانده روی الکها استاندارد (منهای زیر الک) تقسیم بر صد گفته می شود. هر چه دانه ها درشتتر، مدول نرمی آنها نیز بیشتر است.

این اعداد را می توان با تقسیم کردن عدد درصد انباشته باقیمانده روی الکها بر صد بدست آورد. (مندرج در منحنی دانه بندی ماسه).

مقدمه:

سنگدانه ها به عنوان پرکننده بتن در نظر گرفته می شود . معمولا 60 الي 80 درصد حجم بتن را تشکیل می دهند. سنگدانه ها باید عاری از مواد شیمیایی باشند و سطح سنگدانه ها از رس، لای، گردو خاک که در چسبندگی دانه ها با خمیر سیمان تاثیر منفی دارد پوشیده نشده باشد.

بسیاری از این مواد را می توان با شستن خارج کرد. اغلب خاک رس به صورت پوشش بر روی سطح سنگدانه ها موجود می باشد، که سبب عدم چسبندگی بین خمیر سیمان و سنگدانه ها می شود، لذا اثر جدی بر روی مقاومت و دوام بتن می گذارد.

نتایج آزمایشات نشان می دهد که بعد از شستن ماسه های حاوی رس در مقاومت ملات و بتن به مقدار 20 الي 30 درصد افزایش مقاومت حاصل می شود. دو نوع دیگر مواد ریزدانه مانند لای و گردو خاک (ذرات لای دارای اندازه ی بین 2 الي 60 میکرون می باشد) می توانند بر روی سنگدانه ها به صورت پوشش و یا به صورت آزاد وجود داشته باشند. این مسئله به نوعی باعث کاهش مقاومت بتن می گردد. از طرف دیگر اینگونه مواد زیان آور در بتن در بعضی شرایط محیطی موجب تغییرات جمعی زیاد و در نتیجه گسیختگی سطح بتن می شود.

هدف:

تعیین خاک رس لای و گرد و خاک (ذرات کوچکتر از 0.75 میکرون)

وسایل آزمایش:

1- تراز و دیجیتال

2- الک به شماره های 200 الي 16

3- ظرف یا پیمانہ

4- خشك كن (اون) با قدرت توليد حرارت 5 105 درجه سانتی گراد

وزن خالص ماسه پس از شستشو به همراه سینی پس از خشك شدن = 1460 g

=A

A: درصد مواد کوچکتر از 0.075 میلی متر

: وزن اولیه

: وزن سنگدانه های خشك شدن پس از شستشو

=A

مقایسه اعداد با استاندارد:

آیین نامه BS882:92 محدودیتهای زیر را برای حداکثر مقدار مواد کوچکتر از 75 میکرون (الك نکره 200 در سیستم BS,ASTM) را اعلام نموده است.

* در سنگدانه های ریز 4 درصد، وقتی که کل سنگدانه های آن خرد شده باشند، به 16 درصد افزایش می یابد.

آیین نامه ASTM C33:93 درصد ذرات کوچکتر از 75 میکرون را برای سنگدانه های ریز (ماسه) ، وقتی بتن در معرض سایش قرار می گیرد 3 درصد و برای سایر بتنها 5 درصد و برای سنگدانه های درشت (بتن) 1 درصد در نشر می گیرد.

1- هدف :

تعیین طرح اختلاط بتن بر روی B. S براساس مقاومت داده شده 28 روزه

2- اهمیت و کاربرد در صنعت:

روند انتخاب اجزاء مناسب برای بتن و تعیین مقادیر نسبی آنها به منظور تولید بتنی اقتصادی که دارای خصوصیات مشخص مانند کارائی، مقاومت و دوام کافی باشد را راج اختلاط نامند. بعبارت دیگر طرح مخلوط بتن تعیین نسبت های اختلاط آب، سیمان، شن و ماسه برای رسیدن به خواص مشخصی می باشد.

امروزه مخلوط های طرح شده دارای مشخصاتی هستند که در محدوده خاصی قرار میگیرند. این مشخصات معمولاً حداکثر نسبت آب به سیمان، حداقل مقدار سیمان، حداکثر اندازه دانه ها، درصد هوا و ... در یک محدوده معین باشند معمولاً در طرح مخلوط بتن سه مرحله مرح است:

1- رسیدن به مقاومت مورد نظر

2- تامین دوام کافی

3- رسیدن به کارایی (اسلامپ) مورد نظر

3- تئوری آزمایش:

طرح اختلاط شامل 5 مرحله اصلی است که بطور خلاصه:

مرحله اول: تعیین نسبت آب به سیمان (W/C) که از مقاومت مورد نظر بدست می آید.

اگر اطلاعات در مورد مخلوط کم و یا اصلاً نباشد، آنگاه با توجه به شکل (1) می بایست انحراف معیار 8 را در نظر گرفت.

مقدار حاشیه ایمنی (Margin) از فرمول زیر بدست می آید:

$$M = K \cdot S$$

S = انحراف معیار یا پراکندگی معیار

K = یک فاکتور عددی که در اینجا با توجه به درصد خرابی 2/5 درصد عدد 1/96 بدست آمده است. مقاومت متوسط طرح (هدف) از فرمول زیر بدست می آید.

که در آن:

$$M = \text{حاشیه ایمنی} = f_c = \text{مقاومت 28 روزه داده شده} = f_m = \text{مقاومت متوسط طرح}$$

مقدار بدست آمده از جدول شماره (1) برای مقاومت یک مخلوط ساخته شده با نسبت آب به سیمان 0/5 می باشد که به نوع سیمان، شن و ماسه و همچنین سن آن بستگی دارد. با در دست داشتن عدد بدست آمده این جدول و با مراجعه به شکل (2) و اعمال آن، نسبت آب به سیمان بدست می آید.

مرحله دوم : تعیین مقدار آب که از کارائی مورد نیاز تعیین می شود.

با توجه به جدول شماره (2) بسادگی می تون میزان آب را با توجه به کارائی لازم (اسلامپ) برای انواع دان های شکسته یا غیر شکسته بدست آورد. باید توجه داشت در صورتیکه از نواع شن و ماسه متفاوت استفاده می شود، می توان میزان آب لازم را از فرمول زیر استخراج کرد:

که در آن:

Wt : مقدار کلی آب لازم Wf : میزان آب لازم برای شن و ماسه نرم

Wc : میزان آب لازم برای شن و ماسه زبر

مرحله سوم: تعیین مقدار سیمان که از ترکیب مراحل اول و دوم حاصل می آید.

مقدار آب

نسبت آب به سیمان

با در دست داشتن مقدار آب لازم و همچنین نسبت آب به سیمان می تون مقدار سیمان را با فرمول زیر بدست آورد.

مقدار سیمان = _____

باید توجه داشت که عدد بدست آمده (مقدار سیمان) باید با مدارک مقاطعه مجدداً چک شود تا مطمئن شیم که مقدار سیمان مشخص شده مناسب است.

مرحله چهارم: محاسبه مقدار کلی شن و ماسه مورد نیاز

محاسبه مقدار شن و ماسه، مستلزم دانسیته بتن کاملاً فشرده می باشد. در صورتیکه در این خصوص اطلاعی در دست نباشد. از عدد $2/6$ برای شن و ماسه غیر شکسته و از عدد $2/7$ برای شن و ماسه شکسته استفاده می شود و با بهره گیری از شکل (3) میزان دانسیته مخلوط بدست می آید، سپس مقدار شن و ماسه کلی از فرمول زیر قابل محاسبه است.

= مقدار شن و ماسه کل

که در معادله فوق:

D : دانسیته بتن Wc = مقدار سیمان Wf_w = مقدار آب

مرحله پنجم: تعیین تناسب شن و ماسه (زبر و نرم) از دانه بندی

حداکثر درصد عبوری از الک و حداکثر بعد شن و ماسه و همچنین نسبت آب به سیمان در اینجا کاربری دارد.

نسبت ماسه نرم \times مقدار شن و ماسه کلی = مقدار ماسه (نرم)

مقدار ماسه (نرم) - مقدار شن و ماسه کل = مقدار شن (زبر)

4- وسایل آزمایش:

- آب، سیمان، شن، ماسه به مقدار تعیین شده در طرح اختلاط

- تراز و با دقت گرم

- بیلچه برای مخلوط کردن

5- روش آزمایش، محاسبات و نتیجه گیری

اعداد داده شده:

- مقاومت فشاری 28 روزه 30 N/mm^2

- سیمان پرتلند معمولی

- اسلامپ خواسته شده بین (10-20) میلیمتر

- حداکثر بعد دانه سنگی 20 میلیمتر

- حداکثر نسبت آب به سیمان 0/55

- حداقل مقدار سیمان 300 kg/m^3

- نوع شن و ماسه نشکسته

- برای این مخلوط اطلاعاتی در دست نبوده و 70% از شن و ماسه ها از الک 600 گذشته اند.

- توده ویژه بتن 2/5

- درصد خرابی 2/5 درصد

ابتدا مقادیر آب، سیمان، شن و ماسه مورد نیاز را محاسبه می کنیم.

(1) محاسبه مقدار W/C:

نسبت آب به سیمان

(2) محاسبه آب مورد نیاز:

با توجه به شکل (2-10) با توجه به اینکه مقدار اسلامپ (20-10) میلیمتر است و شن و ماسه ما از نوع غیر شکسته هستند و حداکثر بعد شن هم 20 میلیمتر است طبق نمودار مقدار آب آزاد تقریبی مورد نیاز است.

(3) محاسبه مقدار سیمان:

با در دست داشتن مقادیر آب به سیمان و مقدار آب آزاد، مقدار سیمان از رابطه زیر بدست می آید:

(4) محاسبه مقدار کلی شن و ماسه:

با توجه به دانسیته 2/5 داده شده با مراجعه به شکل (3) دانسیته بتن محاسبه می گردد.

دانسیته بتن

حالا با در دست داشتن اعداد مقدار آب آزاد - مقدار سیمان - مقدار کل بتن می توانیم مقدار کلی شن و ماسه را حساب کنیم.

= مقدار کلی شن و ماسه

(5) تعیین میزان شن و ماسه بطور جداگانه:

چون 70% از شن و ماسه ها از الک گذشته و با مراجعه به شکل 4 نسبت شن و ماسه نرم را بدست می آوریم (حدوداً 27%)

با در دست داشتن نسبت شن و به ماسه نرم می توان مقدار شن و ماسه را جداگانه حساب کرد.

M - مقدار کل شن و ماسه = S (شن)

جهت محاسبه طرح اختلاط بتن در حجم 50 لیتر باید اعداد بدست آمده در $1m^3$ را در این حجم ضرب نمائیم.

با توجه به اینکه درصد جذب آب شن و ماسه 3% است مقادیر طرح اختلاط تغییر می کنند.

حالا به مرحله اختلاط این مواد می رسیم.

براساس طرح اختلاط بدست آمده، آب، سیمان، شن و ماسه را با دقت 1 گرم توزین می کنیم. به هنگام مخلوط کردن مواد اولیه ابتدا سیمان را با شن و ماسه بطور یکنواخت مخلوط می کنیم سپس آب را اضافه کرده و به مدت 5 دقیقه آن را به تدریج هم می زنیم. حال مخلوط بتن آماده است و در آزمایش های اسلامپ و تعیین درصد هوای بتن و مقاومت فشاری مورد استفاده قرار می گیرد.

1- هدف از آزمایش:

تعیین کارایی بتن (Slump test)

2- وسایل و مصالح مورد نیاز:

- 1) بتن ساخته شده در آزمایش طرح اختلاط
- 2) مخروط ناقص اسلامپ
- 3) میله کوبنده
- 4) بیک صفحه غیر قابل نفوذ آب جهت قرارگیری قالب اسلامپ روی آن
- 5) بیلچه
- 6) کاردک
- 7) خط کش

3- تئوری و روش آزمایش:

ابتدا قالب مخروطی شکل اسلامپ را روی صفحه فلزی قرار داده، پاها را روی پاشنه های تعبیه شده در دو طرف آن می گذاریم تا بلغزدف سپس به میزان یک سوم ارتفاع، مخلوط بتن تهیه شده از آزمایش قبل را داخل آن ریخته، توسط میله کوبنده 25 ضربه در نقاط مختلف آن وارد می کنی مبطوریکه تا انتهای لایه فرو رود 2 لایه دیگر را نیز به همین روش داخل قالب می ریزیم و دقت می کنیم که در هنگام کوبیدن هر لایه توسط میله، قسمتی از لایه زیرزمین نیز کوبیده شود، همچنین لایه آخر نیز کمی بالاتر از سطح قالب باشد تا بتوان سطح آن را با کاردک صاف نمود. در پایین، پاها را از روی پاشنه ها برداشته، به آرامی قالب را بیرون می کشیم و آن را در کنار مخروط بتن قرار مید هیم جهت محاسبه میزان افت بتن کوبنده را با یک دست روی قسمت فوقانی قالب نگه می داریم و به گونه ای که از بالای مخروط بتن رد شود و با خط کش کاهش سطح بتن نسبت به سطح قالب را اندازه گیری می نمائیم. (زمان مجاز از هنگام بیرون کشیدن قالب از اندازه گیری میزان افت 1/5 دقیقه می باشد)

4- نتایج و محاسبات:

S - میزان افت بتن (اسلامپ) (mm)

h_m - ارتفاع قالب (mm)

h_s - ارتفاع مخروط بتن (mm)

با توجه به اینکه طرح اختلاط ما بر مبنای اسلامپ 10-20 mm پایه ریز شد و در اینجا نیز تقریباً $s = 0$ گردید، بنابراین تناسب اجزاء در نمونه مورد آزمایش ما به درستی رعایت شده است.

آزمایش شماره 3

1- هدف از آزمایش:

تعیین درصد هوای موجود در بتن با استفاده از دستگاه هواسنج نوع (1)

2- وسایل و مصالح مورد نیاز:

(1) بتن ساخته شده در آزمایش طرح اختلاط (این بتن ابتدا باید در آزمایش اسلامپ بکار رود تا صحت اسلامپ آن تأیید شود)

(2) تلمبه دستی باد

(3) میله تراکم

(4) میله صاف کننده

(5) دستگاه هواسنج نوع (1)

3- تئوری و روش آزمایش:

ابتدا در پوش هواسنج را از مخزن جدا کرده، نمونه بتن را در 3 لایه داخل مخزن می ریزیم و در هر لایه 25 ضربه توسط میله تراکم وارد می آوریم. روی بتن را صاف کرده و در پوش آن را می بندیم هر سه شیر F, G, H را باز کرده و از طریق شیر F به داخل مخزن آب می ریزیم به محض بیرون آمدن آب از شیر H آن را می بندیم و مجدداً آب می ریزیم تا ستون آب روی درجه صفر قرار گیرد و سپس تمام شیرها را می بندیم با استفاده از الو (جهت فشرده کردن هوای داخل دستگاه)، به وسیله تلمبه دستی درجه فاشر سنج را روی 15 بار ثابت می کنیم در این حال سطح ستون آب را قرائت می کنیم. (h_1)

سپس فشار هوای وارد بر تن را از طریق شیر تخلیه هوا به تدریج کم کرده و به صفر می رسانیم مجدداً ارتفاع ستون آب را قرائت می کنیم. (h_2)

(بدیهی است این بار ارتفاع آب کمی پایین تر از نشانه 5 قرار میگیرد، زیرا اعمال فشار ثابت 1/5 بار منجر به کاهش حجم و رانده شدن آب به داخل فضای خالی بتن می گردد).

4- نتایج و محاسبات:

این آزمایش فقط روی نمونه ساخته شده گروه ما انجام گرفت که نتیجه آن به شرح زیر است:

: درصد هوای موجود در بتن

آزمایش شماره 4

1- هدف:

تعیین مقاومت فشاری نمونه های مکعبی (15 × 15 × 15)

2- وسایل آزمایش:

1- بتن ساخته شده در آزمایش طرح اختلاط 2- قاب مکعبی

3- بیلچه 4- کاردک

5- دستگاه سوزاننده جهت ویریه بتن 6- میله تراکم

7- حوضچه آب 8- پرس هیدرولیکی جهت تعیین مقاومت فشاری

9- ترازو و بادقت گرم 10- سینی فلزی

3- تئوری و روش آزمایش:

ابتدا قاب را باز می کنیم و کاملاً سطح داخلی آن را تمیز می کنیم سپس سطح داخل قالب را روغن می زنیم تا نمونه به قالب نچسبد مخلوط آماده شده از آزمایش طرح اختلاط را در 3 مرحله بداخل قالب ریخته و در هر مرحله با میله تراکم 25 ضربه می زنیم و پس از پر شدن لایه سوم با کاردک سطح بتن را صاف می کنیم.

سپس نمونه را به همراه قالب به دستگاه ویریه می بریم و پس از 3 دقیقه ویریه نمونه را 24 ساعت در فضای بازگذاشته و سپس آن را در حوضچه آب سرد قرار می دهیم و به مدت 1 هفته بعد نمونه را از آب در می آوریم و مدتی در فضای آزاد گذاشته تا آب آن برود سپس قالب نمونه را باز می کنیم و نمونه را وزن می کنیم آنگاه نمونه را داخل دستگاه پرس هیدرولیکی می گذاریم تا مقاومت فشاری آن بدست آید. (برحسب تن)

و بعد از آن با داشتن حدانکر نیروی وارده و سطح بارگذاری شده می توان مقاومت فشاری نمونه را بدست آورد.

که در آن:

P : نیرو A : سطح

و همچنین می توان وزن مخصوص بتن را توسط فرمول زیر حساب کرد:

که در آن:

W : وزن V : حجم

4- نتایج و محاسبات:

(15) (cm) 15 × (cm) 15 × (cm) 15 = ابعاد قالب (نمونه)

752/7 Kg = وزن نمونه

وزن

حجم

(بدست آمده توسط دستگاه) 2/41 ton = نیروی وارده

نیرو

سطح

_____ = وزن مخصوص

_____ = مقاومت فشاری