

## بتن سبک ساختمانی

## بتن سبک عایق بندی

گردآوری و تدوین :

مهندس احسان راستگو

[Civilbooks.blogfa.com](http://Civilbooks.blogfa.com)

بتن سبک ساختمانی بتنی است متشکل از دانه های سبک که دانسیته آن در محدوده ۹۰ تا ۱۱۵ پوند بر فوت مکعب (۱۴۴۰ تا ۱۸۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب) بوده و مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن متجاوز از ۲۵۰۰ پوند بر اینچ مربع (۱۷,۵ مگاپاسکال) است.

دانه های سبک به روش های گوناگونی تولید می شوند :

شیل، رس و اسلیت در یک کوره دوار یا روی شبکه های آهنی تحت گرما منبسط می شوند. دوباره آهن گذاری در اثر عمل آوردن با آب در حالت مذاب منبسط می شود. توده به هم چسبیده خاکستر بادی با گلوله کردن خاکستر بادی و پختن آن روی شبکه های آهنی تولید می شود.

دانسیته دانه های سبک به مقدار قابل توجهی کمتر از دانسیته دانه های معمولی است. حدود دانسیته دانه ها بین ۳۵ تا ۷۰ پوند بر فوت مکعب (۵۶۰ تا ۱۱۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب) است. این نوع دانه ها ممکن است ۵ تا ۲۰ درصد وزنی مصالح خشک آب جذب کنند. دانه هایی که از پیش مرطوب شده اند، اما به حالت مرطوب نرسیده اند، عموماً برای کنترل یکنواختی مخلوط های بتن به کار می روند. دانه بندی مصالح مذکور باید مطابق مقررات ASTM C 330 باشد.

بتن سبک در مقایسه با بتن معمولی که همان کارایی را دارد، به این دلیل که دانسیته دانه ها پایین تر است، دارای اسلامپ کمتری است. بتن سبک با حباب هوا با اسلامپ ۲ تا ۳ اینچ (۵۰ تا ۷۰ میلیمتر) می تواند در شرایطی ریخته شود که همین شرایط یک اسلامپ ۲ تا ۵ اینچ (۷۵ تا ۱۲۵ میلیمتر) را برای بتن معمولی لازم دارد. چه عامل مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن مطرح باشد یا نباشد، ایجاد حباب های هوا در تمامی بتن های سبک توصیه می شود.

## بتن سبك عايق بندي

**گروه ۱-** بتن هاي سبك عايق بندي عمدتاً براي بام ها، ديوارهاي آتش بندي، پر كردن كف ها و پوشش حرارتي آبگذرهاي زيرزميني مورد استفاده قرار مي گيرند. حدود تغييرات دانسيته اين نوع بتن ها در شرايط خشك شده در كوره از ۱۵ تا ۹۰ پوند بر فوت مكعب (۲۴۰ و ۸۰۰ كيلوگرم بر متر مكعب) است.

**گروه ۲-** بتن ساخته شده با دانه هايي كه به وسيله انبساط يا پختن مصالحه مانند روباړه آهن گدازي، رس، دياتوميت، خاكستر بادي، شيل يا اسليت توليد شده اند. يا با انجام فرآيندهايي روي مصالح طبيعي مانند پوميس، اسكوريا، يا توف به دست آمده اند. وزن مخصوص آن ها در حالت خشك شده در كوره عموماً بين ۵۰ و ۹۰ پوند بر فوت مكعب (۸۰۰ و ۱۴۴۰ كيلوگرم بر متر مكعب) است.

**گروه ۳-** بتني است كه با ايجاد يك ساختمان متخلخل يكنواخت از حفره هاي هوا در خمير سيمان يا ملات ماسه سيمان با استفاده از كف پيش ساخته يا درجا ساخته مي شود. جاگزيني حفره هاي هوا با مقداري از دانه هاي سنگي يا با تمامي دانه ها، بتن هايي را ارائه مي دهد كه حدود تغييرات وزن مخصوص آن ها در حالت خشك شده در كوره از ۱۵ تا ۹۰ پوند بر فوت مكعب (۲۴۰ تا ۱۴۴۰ كيلوگرم بر متر مكعب) است. در عمل، بتن هاي ماسه دار متخلخلي را مي توان ساخت كه داراي دانسيته بالاتري باشند اما از نظر كيفيت عايق بندي چنين بتني به ندرت انتخاب مي شود. دانه هاي مورد استفاده در گروه هاي ۱ و ۲ مطابق آزمايش C 332 از انجمن آمريكايي براي آزمايش و مصالح تحت عنوان مشخصات استاندارد دانه هاي سبك براي بتن عايق بندي در نظر گرفته مي شود.

روش ديگر طبقه بندي بتن بر اساس دانسيته و مقاومت است. بتن با دانسيته پايين وزن مخصوصي كمتر از ۵۰ پوند بر فوت مكعب (۸۰۰ كيلوگرم بر متر مكعب) دارد كه مطابق با گروه يك است.

بتن با مقاومت متوسط وزن مخصوصي بين ۵۰ و ۹۰ پوند بر فوت مكعب (۱۴۴۰ و ۲۵۶۰ كيلوگرم بر متر مكعب) است.

گروه ۲ شامل بتن هاي با دانسيته پايين و مقاومت متوسط است.

## نسبت هاي اختلاط :

در گروه يك، مقادير هوا ممكن است حتي ۲۵ تا ۲۵ درصد باشد. ماده حباب زا مي تواند از پيش همراه با دانه ها بسته بندي شود يا در هنگام اختلاط در مخلوط كن

اضافه شود. به علت ماهیت جاذب بودن دانه از يك رولومتر که دارای تصحیح جذب است، باید برای اندازه گیری دقیق مقدار هوا استفاده شود. آب مورد نیاز برای بتن های عایق بندی به مقدار قابل ملاحظه ای تغییر می کند که بستگی به صفات مشخصه دانه، حباب هوا و نسبت های اختلاط دارد. باید کوشید تا از مقادیر بیش از اندازه آب قابل تبخیر در بتن عایق بندی که برای پر کردن بام ها به کار می رود اجتناب شود. این آب اضافی می تواند منجر به آبرفتگی ناشی از خشک شدن بیش از اندازه شده یا به لایه ضدآب آسیب برساند. در مواردی که فولاد گالوانیزه در تماس دائمی با بتن خواهد ماند نباید از تسریع کننده های حاوی کلرور کلسیم استفاده شود زیرا احتمال مسائلی خوردگی وجود دارد.

نسبت های اختلاط برای بتن های گروه ۲ معمولاً بر اساس حجم مصالح خشک و شل استوار است، حتی اگر دانه ها هنگام پیمانته کردن به صورت مرطوب باشند. نسبت های رضایت بخشی که با استفاده از دانه های گوناگون یا ترکیبی از دانه ها به دست می آیند ممکن است به مقدار قابل ملاحظه ای نسبت به یکدیگر متغیر باشند. برای بتن های عایق بندی که از پومپس، شیل منبسط شده و روباره منبسط شده ساخته می شوند، حدود تغییرات نسبت های اختلاط به کار رفته ممکن است از ۴ تا ۱۴ فوت مکعب دانه در ۹۴ پوند سیمان (۱۱/ تا ۴/۰ متر مکعب در ۴۳ کیلوگرم) باشد. بعضی از مخلوط هایی که بدون مصالح سنگی ریز ساخته می شوند (مانند بتن بدون ریزدانه)، مقدار کل هوا می تواند ۲۰ تا ۲۵ درصد باشد. ضرایب سیمان برای بتن های گروه ۲ در محدوده بین ۲۰۰ و ۶۰۰ پوند بر یارد مکعب (۱۴۰ و ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) قرار دارد که به مقدار هوا، دانه بندی مصالح سنگی و نسبت های اختلاط وابسته است.

## کارایی

بتن های عایق بندی با وزن مخصوص کمتر از ۵۰ پوند بر یارد مکعب (۸۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) به علت دارا بودن مقدار هوای زیاد عموماً از کارایی بالا برخوردارند. اسلامپ های تا ۱۰ اینچ (۲۵۰ میلیمتر) معمولاً برای گروه های ۱ و ۲ رضایت بخش است. لیکن ظاهر مخلوط ممکن است نشانگر موثق تری از روانی باشد. بتن های متخلخل به صورت مایع مورد مصرف قرار می گیرند و بدون متراکم کردن در محل مورد نظر ریخته می شوند.

## اختلاط و بتن ریزی

تمامی بتن باید به طور مکانیکی مخلوط شود تا با توزیع یکنواخت مصالح، بتن با روانی مطلوب و دانسیته مقرر به دست آید. در عملیات پیمانته کردن و اختلاط بتن، ترکیبات

متنوعی را برای تغذیه انواع گوناگون اجزای متشکله می توان به کار برد اما ارجح آن است که نخست مقدار آب مورد نیاز به داخل مخلوط کن ریخته شود و سپس سیمان، مواد حباب زا یا کف زا، دانه ها، کف پیش ساخته و دیگر افزودنی ها اضافه شود. از جابجایی و اختلاط زیادی بتن باید اجتناب ورزید زیرا این کار به شکسته شدن دانه های مصالح سنگی کمک کرده و بنابراین دانسیته و روانی را تغییر می دهد. به علت مقادیر نسبتاً زیاد حباب هوا، جدایی معمولاً مساله آفرین نیست (گرچه برای گروه ۲ می توند مساله ساز باشد).

پمپاژ معمول ترین روش بتن ریزی است، اما از دیگر روش های متداول نیز می توان استفاده کرد. عملیات پرداخت باید در حداقل ننگه داشته شود. صاف کردن توسط شمشه معمولاً کافی است.

برای کنترل یکنواختی بتن آزمایش های دوره ای رطوبت\_دانسیته با استفاده از آزمایش ASTM 138 تحت عنوان روش آزمایش استاندارد برای وزن مخصوص، بازدهی و مقدار هوا (اندازه گیری وزنی) برای بتن را می توان در پای کار انجام داد. تغییرات دانسیته عموماً لازم است که در محدوده ۲ پوند بر فوت مکعب (۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب) باشد. با استفاده از وزن مخصوص بتن تازه، دانسیته بتن خشک شده در کوره را می توان با تقریب خوبی تعیین کرد.

### هدایت حرارتی

آزمایش ASTM 177 تحت عنوان آزمایش تعیین خواص انتقال حرارتی پایدار به وسیله ورق داغ حفاظ دار برای تعیین مقادیر قابلیت هدایت حرارتی مصالح در حالت خشک شده در کوره به کار می رود. قابلیت هدایت حرارتی بتن تحت تاثیر مقدار رطوبت آن قرار دارد. برای بتن های عایق بندی به ازای یک درصد افزایش دانسیته در اثر رطوبت آزاد، قابلیت هدایت حرارتی حدوداً ۵ درصد افزایش می یابد.

### مقاومت

مقررات مقاومت بستگی به هدف های استفاده از بتن دارد. برای مثال مقاومت فشاری ۱۰۰ پوند بر اینچ مربع (۷/، مگاپاسکال) یا حتی کمتر ممکن است برای عایقکاری خطوط بخار زیرزمین رضایت بخش باشد. عایق های پرکننده بام به مقاومت زودرس کافی نیاز دارند تا بارهای ناشی از عبور و مرور را تحمل کنند. برای پرکننده های بام، مقاومت فشاری ۱۰۰ تا ۲۰۰ پوند بر اینچ مربع (۷/، تا ۱/۴ مگاپاسکال) معمولاً کافی است. اما گاهی اوقات مقاومت های تا ۵۰۰ پوند بر اینچ مربع (۲/۵ مگاپاسکال) هم مقرر شده است. عموماً مقاومت بتن عایق بندی اهمیت کمی دارد.

مقاومت فشاری بتن عایق بندی سبک باید به وسیله روش های مشخص شده در ASTM C 495 تحت عنوان روش آزمایش استاندارد برای مقاومت فشاری بتن عایق بندی سبک یا C 513 تحت عنوان روش استاندارد برای محافظت، تهیه و آزمایش نمونه های بتن عایق بندی سبک سخت شده برای مقاومت فشاری زیاد تعیین شود. با سیمان با مقاومت زودرس می توان به مقاومت های ۷ روزه ای رسید که با مقاومت های ۲۸ روزه قابل مقایسه باشد.

### **مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن**

بتن عایق بندی سبک معمولاً مقرر نمی شود که در برابر یخ زدن و آب شدن در شرایط اشباع مقاومت کند. این بتن معمولاً از آسیب باران محافظت می شود و بنابراین پژوهش های کمی در مورد مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن انجام گرفته است.

### **آبرفتگی در حین خشک شدن**

بتن های متخلخل که در شرایط مرطوب عمل آورده شوند و بدون مصالح سنگی باشند آبرفتگی زیادی از خود نشان می دهند. بتن های متخلخل ساخته شده با ماسه که در شرایط مرطوب عمل آورده شوند ممکن است از ۱٪ تا ۶٪ درصد آبرفتگی داشته باشند که این به مقدار ماسه استفاده شده بستگی دارد. بتن های متخلخل اتوکلاو شده آبرفتگی بسیار اندکی دارند. بتن های عایق بندی که با دانه های پرلیتی یا پومیزی ساخته شده اند ممکن است در مدت ۶ ماه تحت رطوبت نسبی ۵۰ درصد به مقدار ۱٪ تا ۲٪ درصد آبرفتگی داشته باشند. در حالی که بتن های ورمیکولیتی ممکن است در طرف همین مدت به مقدار ۲٪ تا ۴۵٪ درصد آبرفتگی داشته باشند. آبرفتگی بتن های عایق بندی که با رویاره منبسط شده یا شیل منبسط شده ساخته شده باشند، در مدت ۶ ماه تقریباً در محدوده ۰٫۰۶٪ تا ۱۱٪ درصد قرار دارد.

### **درزهای انبساط برای عایق کاری بام**

در مواردی که بتن عایق بندی روی دال بام به کار می رود ایجاد یک درز انبساط یک اینچی (۲۵ میلیمتری) اغلب در محل های جان پناه و پیش آمدگی های بان مقرر می شود. هدف از ایجاد این درز فراهم ساختن جا برای انبساط ناشی از گرمای خورشید است به گونه ای که بتن عایق بندی بتواند به طور مستقل از دال بام منبسط شود. برای انبساط حرارتی به مقدار یک اینچ در هر ۱۰۰ فوت پیمایش خطی (۲۵ میلیمتر در هر ۳۰ متر پیمایش خطی)، درزهای انبساط عرضی باید در هر جهت به فواصل حداکثر

۱۰۰ فوت (۳۰ متر) ایجاد شوند. از مواد ساخته شده از پشم شیشه که تحت تنش ۲۵ پوند بر اینچ مربع (۱۷/۱ مگاپاسکال) به اندازه نیمی از ضخامتش فشرده می شود، عموماً برای ایجاد درز استفاده می شود.

**گردآوری و تدوین :**

**مهندس احسان راستگو**

**[Civilbooks.blogfa.com](http://Civilbooks.blogfa.com)**