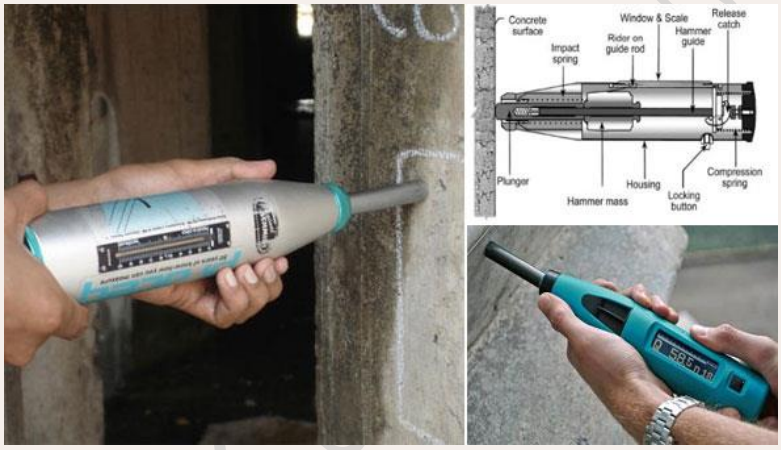
آزمایش چکش اشمیت چیست؟ روش اجرا، تفسیر نتایج و جدول چکش اشمیت

در این مقاله، ابتدا به معرفی آزمایش چکش اشمیت و نحوه عملکرد آن پرداخته شده و سپس اصول اجرایی، مراحل انجام آزمایش و نکات مهمی که باید در حین اجرا مدنظر قرار گیرد، به‌صورت گام‌به‌گام تشریح شده است. در ادامه، عوامل مؤثر بر نتایج آزمایش و محدودیت‌های این روش مورد بررسی قرار گرفته تا چارچوب درستی برای تفسیر نتایج فراهم شود. در پایان نیز جدول چکش اشمیت به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفی سطح بتن بر اساس میانگین عدد بازگشت ارائه شده است.

آزمایش چکش اشمیت

آزمایش چکش اشمیت(Schmidt Hammer Test) ، آزمایشی غیرمخرب برای ارزیابی مقاومت فشاری بتن و مصالح سنگی سخت است که بر پایه اصل الاستیسیته و بازتاب انرژی جنبشی عمل می‌کند. در این آزمون، چکش فنری با جرم مشخص (معمولاً ۴/۵۴ کیلوگرم) تحت نیروی فنر فشرده‌شده به سطح بتن برخورد می‌کند و شاخص بازتاب بر اساس فاصله نفوذ پیستون سنجیده می‌شود. این شاخص، که بین ۱۰ تا ۱۰۰ متغیر است، با روابط تجربی به مقاومت فشاری تبدیل می‌گردد. دقت آزمایش چکش اشمیت وابسته به یکنواختی سطح، رطوبت بتن و زاویه ضربه است و طبق استانداردهای ASTM C805 و EN 12504-2، خطای آن حدود ۱۵-۲۰% نسبت به آزمون‌های مخرب دارد.



نحوه عملکرد آزمایش چکش اشمیت

این آزمایش بر اساس این اصل است که بازتاب یک جرم ارتجاعی به سختی سطح، در مقابل جرمی که به آن برخورد میکند وابسته است. در آزمایش چکش اشمیت، جرم متصل شده به فنر وجود دارد که با کشیدن فنر تا نقطه مشخصی، مقدار انرژی ثابتی به آن داده میشود. این کار با فشار دادن چکش به سطح صاف بتن انجام میشود. بعد از آزاد کردن، جرم تحت اثر بازتاب میله چکش (که هنوز در تماس با سطح بتن است)، قرار میگیرد و مسافتی که توسط جرم طی میشود و بر حسب درصدی از انبساط اولیه فنر بیان میشود، **عدد بازتاب** نامیده میشود. این مقدار توسط یک نشانه که در طول یک مقیاس مدرج حرکت میکند، نشان داده میشود. عدد بازتاب یک اندازه مطلق است، زیرا به انرژی ذخیره شده در فنر و به اندازه جرم وابسته میباشد.

نکاتی که در انجام آزمایش چکش اشمیت باید به آنها توجه کرد

1) این آزمایش تخمینی از عدد بازگشتی بتن سخت شده توسط چکش فولادی با نیروی محرکه فنر میباشد
2) از این تست میتوان در تعیین یکنواختی بتن درجا و تشخیص قسمت هایی از بتن که ضعیف یا خراب هستند استفاده کرد. همچنین میتوان برای روند افزایش مقاومت بتن از این آزمایش استفاده کرد.
3) برای تخمین مقاومت بتن لازم است بین مقاومت بتن و عدد بازتاب رابطه ای بدست آورد. این رابطه برای هر طرح اختلاط بتن متفاوت خواهد بود. برای تخمین مقاومت در حین ساخت باید مقاومت نمونه های مکعبی در آزمایشگاه تعیین گردد و با استفاده از آن رابطه مذکور بدست آید. برای تخمین در بتن های ساخته شده باید رابطه بر اساس تعیین مقاومت نمونه های کرگیری بدست آید.
4) برای یک طرح اختلاط مشخص عدد بازتاب تحت اثر عوامل مختلفی از جمله رطوبت سطح بتن، روش بدست آوردن سطح نمونه و عمق کربناتاسیون بتن تاثیر میگذارد. این عوامل بایستی در رابطه ای که برای تخمین مقاومت بدست می آید و تفسیر نتایج در نظر گرفته شوند.

5) با توجه به تخمینی بودن این آزمایش نمیتوان از آن برای رد یا تایید صد درصدی کیفیت بتن استفاده کرد.

روش انجام آزمایش چکش اشمیت

انتخاب ناحیه مناسب برای آزمایش

در نخستین گام، محل انجام آزمایش باید به‌دقت انتخاب شود. ناحیه مورد نظر باید نماینده کیفیت کلی بتن عضو سازه‌ای باشد و از نواحی معیوب، ترک‌خورده، کرمو، یا نزدیک به لبه‌ها فاصله کافی داشته باشد. حداقل فاصله محل آزمایش از لبه بتن معمولاً نباید کمتر از ۲۵ میلی‌متر باشد.

آماده‌سازی سطح بتن

سطح بتن در محل آزمایش باید صاف، تمیز و عاری از گردوغبار، ملات سست، رنگ، پوشش‌های سطحی و آلودگی باشد. در صورت زبر بودن سطح، استفاده از سنگ ساب یا سمباده برای هموارسازی سطح توصیه می‌شود تا تماس کامل چکش با بتن برقرار گردد.

بررسی و کالیبراسیون چکش اشمیت

پیش از شروع آزمایش، عملکرد صحیح دستگاه باید بررسی شود. این کار معمولاً با استفاده از سندان کالیبراسیون استاندارد انجام می‌گیرد. عدد برگشتی ثبت‌شده باید در محدوده مجاز تعیین‌شده توسط سازنده دستگاه باشد.

تعیین وضعیت قرارگیری چکش

چکش اشمیت باید عمود بر سطح بتن قرار گیرد. زاویه اعمال ضربه (افقی، عمودی رو به بالا یا رو به پایین) باید مشخص و ثبت شود، زیرا عدد برگشت به جهت ضربه وابسته است و در تفسیر نتایج نقش تعیین‌کننده دارد.

انجام ضربه و ثبت عدد برگشت

چکش اشمیت (پلانژر یا میله چکش) روی نمونه قرار گرفته و با فشار دادن چکش به سطح، بدنه فنر فشرده می‌شود. این عمل باعث فشرده شدن فنر داخل چکش می‌گردد. ضامن فنر در سطح انرژی مشخصی آزاد شده و وزنه‌ای که بالای پلانژر قرار دارد ضربه وارد می‌کند. عدد برگشت نمایش‌داده‌شده روی دستگاه ثبت می‌شود. برای هر ناحیه آزمایش، چندین ضربه (معمولاً حداقل ۱۰ ضربه) در نقاطی با فاصله مناسب از یکدیگر انجام می‌شود.

ارتفاع واجهش وزنه از روی خطکش قرائت می‌شود و به‌عنوان معیاری برای تعیین سختی استفاده می‌شود. این وسیله قابل حمل بوده و در همه جا قابل استفاده است. مدل‌های گوناگونی از چکش اشمیت با سطوح انرژی متفاوت ساخته شده است. برای مثال، چکش نوع L انرژی ضربه‌ای معادل ۰/۷۴ نیوتن‌متر تولید می‌کند.

جدول چکش اشمیت

جدول چکش اشمیت برای ارزیابی کیفی بتن بر اساس میانگین عدد بازگشت چکش اشمیت استفاده می‌شود.

میانگین اعداد بازگشت چکش اشمیت	کیفیت بتن
بیشتر از ۴۰	مقاومت بالای لایه‌های سطحی بتن
۳۰تا ۴۰	مقاومت مناسب لایه‌های سطحی بتن
۲۰تا ۳۰	مقاومت متوسط لایه‌های سطحی بتن
کمتر از ۲۰	مقاومت ضعیف لایه‌های سطحی بتن
۰	بتن لایه‌لایه شده (طبله شده)

عوامل موثر بر آزمایش چکش اشمیت

نتایج آزمایش چکش اشمیت به عوامل متعددی وابسته است که عمدتاً بر سختی سطح بتن اثر می‌گذارند. ویژگی‌های مصالح مصرفی از جمله نوع و نرمی سیمان، نوع سنگدانه‌ها، مقدار سیمان، سن بتن و نحوه عمل‌آوری آن می‌توانند موجب تغییر عدد بازگشت شوند. همچنین جهت اعمال ضربه و وضعیت قرارگیری چکش نسبت به سطح بتن نقش مستقیمی در نتایج آزمایش دارد.

علاوه بر این، شرایط سطح بتن از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زبری سطح، نوع قالب و روش پرداخت بتن می‌تواند باعث اختلاف در نتایج شود. رطوبت سطح بتن معمولاً موجب کاهش عدد بازگشت و کربناسیون بتن سبب افزایش آن می‌گردد. این آزمایش برای بتن‌های با بافت متخلخل یا در نواحی دارای جداشدگی و طبله‌شدگی سطحی مناسب نبوده و نتایج آن در چنین شرایطی قابل اتکا نیست.

سوالات متداول

چه عواملی بیشترین تأثیر را بر نتایج آزمایش چکش اشمیت دارند؟

عواملی مانند رطوبت سطح بتن، سن و نحوه عمل‌آوری، نوع مصالح مصرفی، وضعیت سطح بتن، کربناسیون و زاویه اعمال ضربه بیشترین تأثیر را بر عدد بازگشت و نتایج آزمایش دارند.

برای هر ناحیه از بتن چند ضربه چکش اشمیت باید انجام شود؟

برای هر ناحیه آزمایش، معمولاً حداقل ۱۰ ضربه چکش اشمیت در نقاطی با فاصله مناسب از یکدیگر وارد می‌شود.

اکیپ | پلتفرم تخصصی خدمات ساختمان