شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه اندازه‌گیری رزونانس طولی، عرضی و پیچشی

مدل:

تابستان ۹۶

فهرست

۱- مقدمه ۳

۲- هدف ۴

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ۴

۴- روش انجام آزمایش ۶

۵- محاسبات ۸

دستگاه اندازه‌گیری رزونانس طولی، عرضی و پیچشی

مدل:

استاندارد:

ASTM C215, ASTM C666, ISIRI 17723

۱- مقدمه

جهت تعیین مدول دینامیکی بتن با اعمال فرکانسهای اصلی رزونانس عرضی، طولی و پیچشی از دستگاه رزونانس استفاده می گردد. رزونانس اعمالی به نمونه های بتن برای کسب مدول دینامیکی به دو روش اجباری و ضربه صورت می گیرد.

کسب پارامترهای دینامیکی حاصل از این آزمایش علاوه بر شناخت رفتارهای بتن در برابر فرکانسهای اصلی رزونانس عرضی، طولی و پیچشی برای آزمایشاتی نظیر آزمایش یخبندان و آب شدگی پی در پی در حالت اشباع در آب یا هوا و کنترل کاهش وزن، کاهش مقاومت، افزایش حجم و کاهش مدول ارتجاعی دینامیکی مطابق استاندارد ASTM C666 مهم بوده و بایستی مدول ارتجاعی نمونه مورد آزمایش در طول آزمایش یخبندان اندازه گیری گردد. در این آزمایش بعد از اتمام چرخه‌های ذوب و یخبندان، تخریب نمونه به روش‌های مختلفی ارزیابی می‌شود،از جمله: بررسی مقاومت فشاری و خمشی بتن، میزان افت وزنی نمونه، سنجش فرکانس تشدید عرضی و بررسی تغیر طول ابعادی نمونه.

متداول‌ترین روش ارزیابی تخریب بتن در برابر سیکل های یخ زدن و آب شدن مکرر، سنجش فرکانس رزونانس عرضی می باشد که از روی فرکانس‌ها مدول الاستیسیته دینامیکی نسبی نمونه های بتن اندازه گیری می‌شود. کاهش در مدول الاستیسیته پس از تعدادی از چرخه‌های یخ زدن و آب شدن معرف تخریب بتن است.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۲- هدف

هدف از این آزمایش اندازه گیری فرکانس های اصلی رزونانس عرضی، طولی و پیچشی نمونه های منشوری و استوانه ای بتن به منظور محاسبه دینامیکی مدول الاستیسیته یانگ و صلبیت و ضریب پواسون است.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

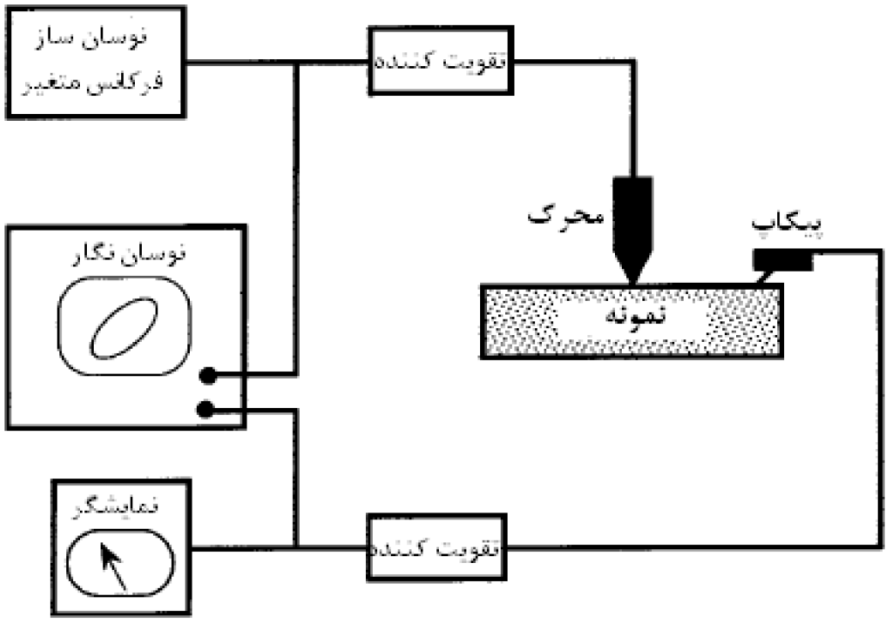
دستگاه رزونانس اجباری شامل بخش های زیر است:

مدار تحریک، مدار تحریک شامل یک نوسان ساز صوتی با فرکانس متغیر، یک تقویت کننده و یک دستگاه محرک است. نوسان ساز با دقت ۲ % ± گستره کار فرکانس واقعی (حدود 100 Hz تا10000 Hz) واسنجی شود .ترکیب نوسان ساز و تقویتکننده قادر به تحویل توان خروجی کافی برای ایجاد ارتعارشاتی در فرکانس های متفاوت از فرکانس اصلی، در آزمونه است.

دستگاه محرک که برای ایجاد ارتعاش در نمونه استفاده می‌رود، قادر به جابجایی تمام توان خروجی از نوسان ساز و تقویت کننده، است. دستگاه محرک می‌تواند در تماس با آزمونه به کار رود، یا با یک فاصله از آن جدا شود. هنگامی که آزمونه در تماس با محرک است، قطعات ارتعاشی دستگاه محرک باید در مقایسه با آزمونه، جرم کوچکتری داشته باشند. نوسان ساز و تقویتکننده قادر به تولید ولتاژ با نوسانات حداکثر ± 99 % گستره فرکانس بوده و در ترکیب با دستگاه محرک، عاری از رزونانسهای ساختگی در خروجی است.

مدار پیکاپ شامل یک دستگاه پیکاپ، یک تقویتکننده و یک نمایشگر است .دستگاه پیکاپ ولتاژ متناسب با جابجایی، سرعت یا شتاب آزمونه، تولید می کند و قطعات ارتعاشی آن در مقایسه با آزمونه، جرم کوچکتر دارد .در گستره کاری عادی ، دستگاه پیکاپ عاری از رزونانسهای ساختگی است. بدین منظور از دستگاه پیکاپ پیزوالکتریک

استفاده شده است. تقویتکننده خروجی قابل کنترل با توان کافی برای تحریک نمایشگر دارد. نمایشگر شامل ولتمتر میلی آمپرسنج به همراه صفحه نمایش گرافیکی آنی نظیر نوسان نگار را دارد.



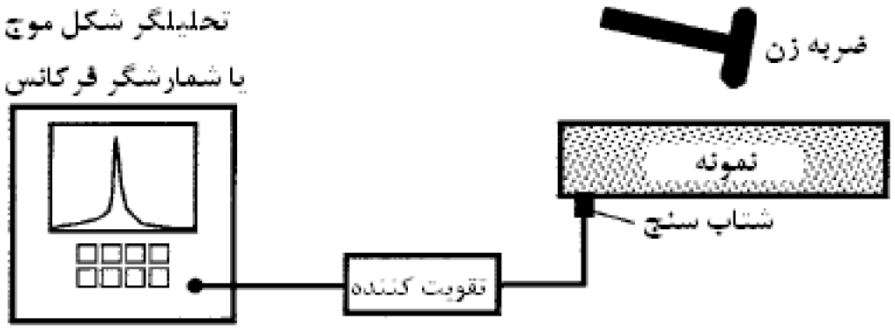
طرح شماتیک دستگاه آزمون تشدید اجباری

دستگاه رزونانس ضربه

ضربه از جنس فلز یا پلاستیک سخت است، و مدت زمان ضربه برای تحریک بالاترین فرکانس رزونانس اندازه‌گیری شده، به حدکافی کوتاه می باشد. حداکثر مقدار فرکانس رزونانس را می‌توان در زمان ضربه زدن به نمونه بتنی مشخص کرد.

چکش با یک گوی فولاد صلب با قطر 19 mm یا ۱۱۰ گرم و یک میله لاغر، هنگام ضربه زدن به سطح بتنی صاف ، فرکانس های رزونانس را تا حدود 10 kHz تحریک می‌کند.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907



طرح شماتیک دستگاه آزمون تشدید ضربه

حسگر این شتاب سنج پیزوالکتریک مطابق استاندارد کمتر از ۳۰ گرم که گستره کاری از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ هرتز را داراست و حداقل فرکانس رزونانس دو برابر فرکانس کاری است.

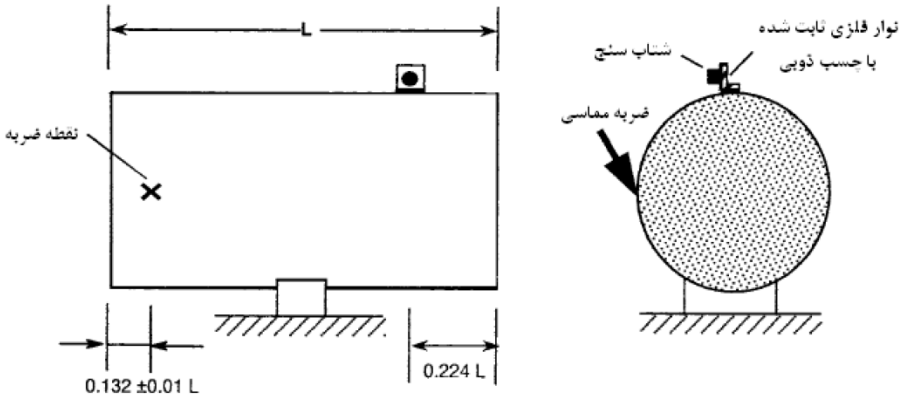
تحلیلگر فرکانس با استفاده از تحلیل‌گر دیجیتالی شکل موج یا شمارشگر فرکانس، سیگنال اندازه‌گیری شده توسط حسگر را تحلیل نموده و فرکانس ارتعاشی نمونه را تعیین می‌کند .تحلیلگر شکل موج، دارای نرخ نمونه برداری حداقل 20Hz بوده و حداقل 1024 نقطه از شکل موج را ثبت می کند .دقت شمارشگر فرکانس ±1 % گستره کار است.

این دستگاه دارای یک پایه به همراه متعلقات مربوطه جهت تکیه گاه نمونه جهت سهولت در آزمایش می باشد.

۴- روش انجام آزمایش

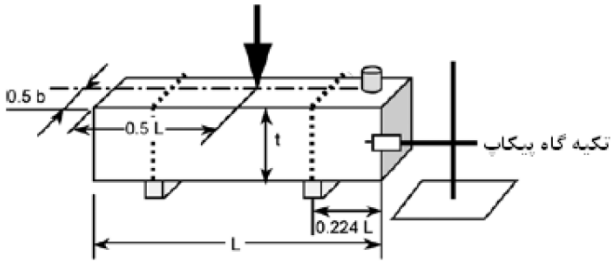
جهت انجام آزمایش بایستی ابتدا نمونه مناسبی فراهم شود. نمونه بایستی نسبت طول به حداکثر راستای عرضی آن حداقل دو برابر و بین ۳ و ۵ باشد. روش قرارگیری و موقعیت ضربه و شتاب سنج برای مدهای مختلف در اشکال ذیل ترسیم شده است.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

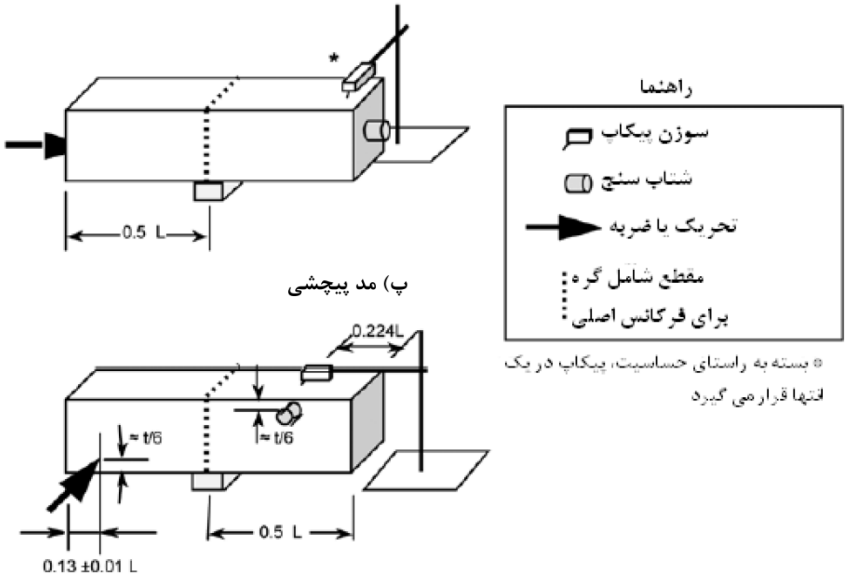


موقعیت‌های ضربه و شتاب‌سنج برای مد پیچشی نمونه استوانه‌ای

الف) مد عرضی



ب) مد طولی



پ) مد پیچشی

موقعیت‌های محرک (یا ضربه) و سوزن پیکاپ (یا شتاب‌سنج)

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

۵- محاسبات

مدول دینامیکی الاستیسیته یانگ، E ، را با توجه به فرکانس عرضی اصلی، جرم و ابعاد آزمونه، مطابق رابطه زیر بر حسب پاسکال محاسبه می گردد:

$$\mathbf{E\ (dynamic) = CMn^2}$$

که در آن:

M جرم آزمونه، بر حسب kg

n فرکانس عرضی اصلی، بر حسب Hz

C برای استوانه برابر است با (L^3T/d^4) 1.6067، برحسب m^{-1} ، یا

برای منشور برابر است با (L^3T/bt^3) 0.9464 ، برحسب m^{-1} ؛

L طول آزمونه، برحسب m ؛

d قطر استوانه، برحسبm

t, b ابعاد سطح مقطع منشور، برحسب m ، t در راستا تحریک می باشد، و؛

T ضریب تصحیح، که به نسبت شعاع ژیراسیون، K (شعاع ژیراسیون برای استوانه برابر است با $d/4$ و برای منشور برابر است با $t/3.464$) به طول آزمونه، L و به ضریب پواسون بستگی دارد .در جدول زیر مقادیر T برای مقادیر مختلف K/Lو ضریب پواسون داده شده است.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

مقادیر ضریب تصحیح، T

K/L	مقادیر T [A]			
	μ=۰٫۱۷	μ=۰٫۲۰	μ=۰٫۲۳	μ=۰٫۲۶
۰	۱	۱	۱	۱
۰٫۰۱	۱٫۰۱	۱٫۰۱	۱٫۰۱	۱٫۰۱
۰٫۰۲	۱٫۰۳	۱٫۰۳	۱٫۰۳	۱٫۰۳
۰٫۰۳	۱٫۰۷	۱٫۰۷	۱٫۰۷	۱٫۰۷
۰٫۰۴	۱٫۱۳	۱٫۱۳	۱٫۱۳	۱٫۱۴
۰٫۰۵	۱٫۲۰	۱٫۲۰	۱٫۲۱	۱٫۲۱
۰٫۰۶	۱٫۲۸	۱٫۲۸	۱٫۲۹	۱٫۲۹
۰٫۰۷	۱٫۳۸	۱٫۳۸	۱٫۳۹	۱٫۳۹
۰٫۰۸	۱٫۴۸	۱٫۴۹	۱٫۴۹	۱٫۵۰
۰٫۰۹	۱٫۶۰	۱٫۶۱	۱٫۶۱	۱٫۶۲
۰٫۱۰	۱٫۷۳	۱٫۷۴	۱٫۷۵	۱٫۷۶
۰٫۱۲	۲٫۰۳	۲٫۰۴	۲٫۰۵	۲٫۰۷
۰٫۱۴	۲٫۳۶	۲٫۳۸	۲٫۳۹	۲٫۴۱
۰٫۱۶	۲٫۷۳	۲٫۷۵	۲٫۷۷	۲٫۸۰
۰٫۱۸	۳٫۱۴	۳٫۱۷	۳٫۱۹	۳٫۲۲
۰٫۲۰	۳٫۵۸	۳٫۶۱	۳٫۶۵	۳٫۶۹
۰٫۲۵	۴٫۷۸	۴٫۸۴	۴٫۸۹	۴٫۹۶
۰٫۳۰	۶٫۰۷	۶٫۱۵	۶٫۲۴	۶٫۳۴

[A] ضریب پواسون برای بتن اشباع شده با آب ممکن است بزرگتر از ۰٫۱۷ باشد. ضریب تصحیح، T، برای سایر مقادیر ضریب پواسون، μ، و K/L داده شده با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$T' = T\left[\frac{1 + (0.26\mu + 3.22\mu^2)K/L}{1 + 0.1328\ K/L}\right]$$

که در آن T برابر است با مقادیر مربوط به μ=۰٫۱۷ که در ستون دوم جدول ۱ برای K/L داده شده، مشخص است.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

مدول دینامیکی الاستیسیته یانگ، E ، را با توجه به فرکانس طولی اصلی، جرم و ابعاد آزمونه، مطابق رابطه زیر بر حسب پاسکال محاسبه کنید:

$$E(dynamic) = DM(n')^2$$

که در آن:

n' فرکانس طودی اصلی، بر حسب Hz ، و؛

D برای استوانه برابر است با (L/d^2) 5.093، برحسب m^{-1} ، یا

برای منشور برابر است با $4(L/bt)$ ، برحسب. m^{-1}

مدول دینامیکی صلبیت، G ، را با توجه به فرکانس پیچشی اصیی، جرم و ابعاد آزمونه، مطابق رابطه زیر بر حسب پاسکال محاسبه کنید:

$$G(dynamic) = BM(n'')^2$$

که در آن:

n'' فرکانس پیچشی اصلی، بر حسب Hz ؛

B برابر است با $(4LR/A)$ ، برحسب m^{-1} ؛

R ضریب شکل:

برای استوانه با مقطع دایرها برابر است با ۱

برای منشور با سطح مقطع مربع برابر است با 1.183

برا منشور با سطح مقطع مستطیلی برابر است با $(a/b + b/a)/[4a/b - 2.52(a/b)^2 + 0.21(a/b)^6]$

که a ، b و m ابعاد سطح مقطع آن است، و a کوچکتر از b می باشد، و؛

A مساحت سطح مقطع آزمونه، برحسب. m^2

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907

ضریب پواسون دینامیکی (نسبت کرنش عرضی به طولی) ، μ ، را برا یک جسم همگن، مطابق رابطه زیر محاسبه کنید:

$$\mu = (E/2G)-1$$

مقادیر ضریب پواسون برای بتن، معمولاً بین ۰.۱ برای نمونه های خشک و ۰.۲۵ برای نمونه های اشباع متغیر است.

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907