



دانش بنیان

شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت تجهیزات آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

تابستان ۱۴۰۳

دستگاه سرعت پالس التراسونیک

مدل ND 200



فهرست

۱- مقدمه	۳
۲- هدف	۴
۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن	۵
۴- روش انجام آزمایش	۶
۵- روش آزمایش	۷
۱- بررسی کالیبراسیون دستگاه	۷
۲- اندازه گیری سرعت پالس	۸
۳- تخمین عمق ترک سطحی	۹
۴- تخمین مقاومت فشاری بتن	۱۰
۵- محاسبه مدول دینامیکی بتن	۱۱
۶- عوامل موثر در سرعت پالس	۱۲
۷- مزایا	۱۳
۸- محدودیت ها	۱۳

دستگاه اندازه‌گیری سرعت پالس التراسونیک (UPV)

استاندارد: EN 12504-4 ,ASTM C597 , BS 1881-203 , ISO 1920-7, ASTM D2845

۱- مقدمه

آزمایش سرعت پالس التراسونیک (UPV) یکی از روش‌های رایج و غیر مخرب است که برای ارزیابی کیفیت و یکنواختی سازه‌های بتنی با دو سطح قابل دسترس استفاده می‌شود.

دستگاه التراسونیک، پالس‌های الکتریکی ایجاد کرده و سپس توسط مبدل‌های فرستنده، این پالس‌های الکتریکی به صورت امواج فراصوتی با فرکانسی بین ۲۰ تا ۱۵۰ کیلو هرتز تبدیل شده و پس از عبور از بتن، امواج توسط یک مبدل گیرنده دریافت و به صورت سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود. سپس مدت زمان طی شده برای حرکت امواج در بتن توسط دستگاه با دقت $1/0.01$ میکرو ثانیه اندازه‌گیری می‌شود. نهایتاً سرعت پالس (V) بر حسب متر بر ثانیه از رابطه زیر بدست می‌آید:

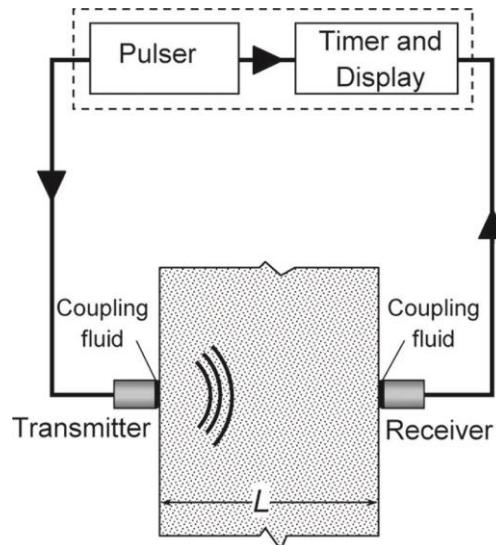
$$V = L/T$$

که در آن :

$$L = \text{طول مسیر}$$

$$T = \text{زمان عبور، مدت زمانی است که پالس از طول } L \text{ عبور می‌کند.}$$

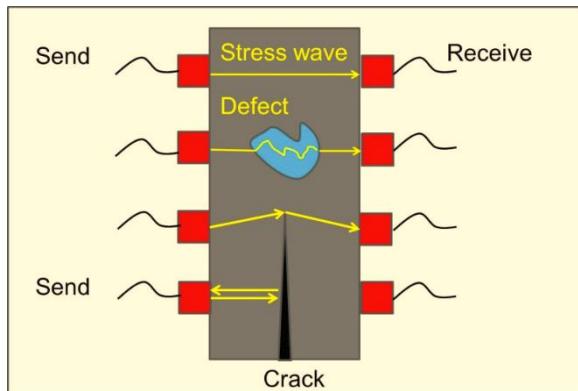
در شکل ۱ نمایش شماتیک عملکرد دستگاه التراسونیک ارائه شده است.



شکل ۱- نمودار شماتیک عملکرد دستگاه

۲- هدف

این آزمایش با اهداف زیر مورد استفاده قرار می گیرد:



۱- ارزیابی کیفیت بتن

۲- تعیین وجود ترک و سایر عیوب

۳- بررسی تغییرات خواص بتن با گذشت زمان

۴- تخمین مقاومت بتن

۵- تعیین مدول و ضریب پواسون دینامیکی (در محدوده کرنش های کوچک)

۶- اندازه گیری عمق ترک سطحی

۷- اندازه گیری عمق لایه ها

به دلیل آنکه سرعت پالس تقریباً مستقل از هندسه ماده‌ای است که از آن عبور می‌کنند و فقط به خواص الاستیک آن بستگی دارد، روش سرعت پالس یک تکنیک مناسب برای بررسی بتن درجا است. هرچه کیفیت بتن از نظر چگالی، همگنی و یکنواختی خوب باشد، سرعت نسبتاً بالاتری به دست می‌آید. ار آنسو اگر در داخل بتن ترک، حفره یا عیب وجود داشته باشد که در مسیر انتقال پالس‌ها قرار گیرد، قدرت پالس کاهش یافته و از اطراف ناپیوستگی عبور می‌کند و در نتیجه طول مسیر طولانی‌تر می‌شود. در نتیجه، سرعت‌های کمتری به دست می‌آید.

۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

- اندازه گیری زمان عبور از ۰.۱ تا ۲۰۰۰ میکرو ثانیه با دقت ۰.۱ میکرو ثانیه
- نرخ پالس ۱، ۳، ۵ در ثانیه، قابل انتخاب
- حداکثر ولتاژ خروجی ۵۰۰ ولت
- محدوده فرکانس ۲۴ تا ۱۵۰ کیلوهرتز
- قابلیت اتصال به اسیلوسکوپ
- باتری داخلی قابل شارژ با ظرفیت ۲۸۰۰ MAh

این مجموعه شامل دستگاه التراسونیک قابل حمل، دو مبدل و یک میله کالیبراسیون برای تنظیم قرائت‌ها قبل از هر آزمایشی است. مجموعه دستگاه و ملحقات در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- دستگاه و ملحقات آن

یکی از موارد مهم در این آزمایش، داشتن یک کوپلینگ خوب بین سطح هر مبدل و سطح بتن با استفاده از موادی مانند ژل، کرم دست یا گریس است.

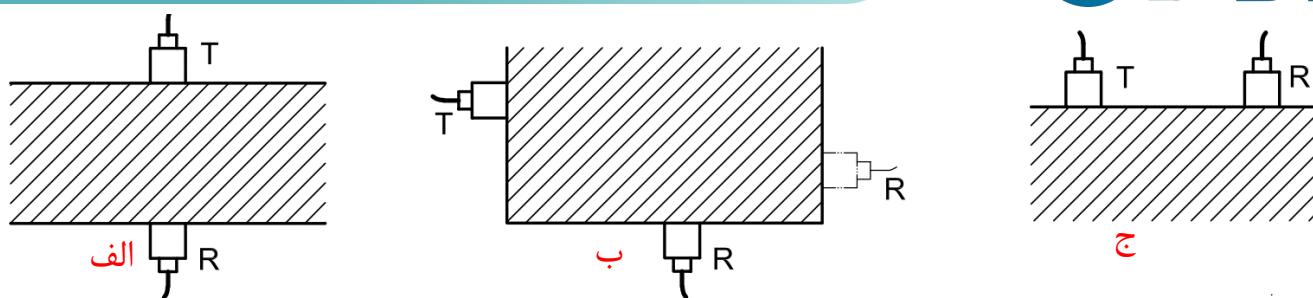
۴- روش انجام آزمایش

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، سه روش اصلی برای قراردادن مبدل ها وجود دارد:

الف) روش مستقیم

ب) روش نیمه مستقیم

ج) روش غیر مستقیم



شکل ۳- ترتیبات مبدل: (الف) مستقیم (ب) نیمه مستقیم (ج) غیر مستقیم

در حالی که حداکثر انرژی پالس در زاویه قائمه به سمت فرستنده منتقل می شود، روش مستقیم قابل اطمینان ترین روش از منظر لندازه گیری زمان عبور است. در برخی موارد نمی توان به سطوح روبرو دسترسی داشت، بنابراین این آزمایش را می توان با سطوح مجاور (روش نیمه مستقیم) و یا روی یک سطح (روش غیر مستقیم) انجام داد.

۵- روش آزمایش

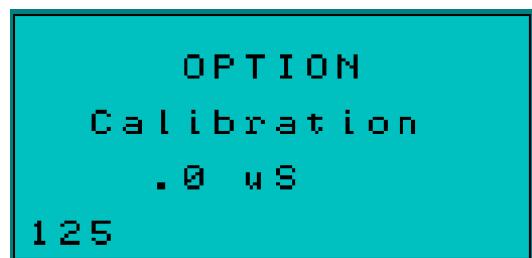
۱- بررسی کالیبراسیون دستگاه

مرحله ۱: دستگاه را روشن کنید و مقدار کمی ژل روی دو سطح مبدل بمالید.
مرحله ۲: از میله مرجع برای بررسی و تنظیم زمان عبور استفاده کنید تا زمان عبور با عدد کالیبراسیون روی میله یکسان باشد. نمونه میله مرجع در شکل ۴ نشان داده شده است.



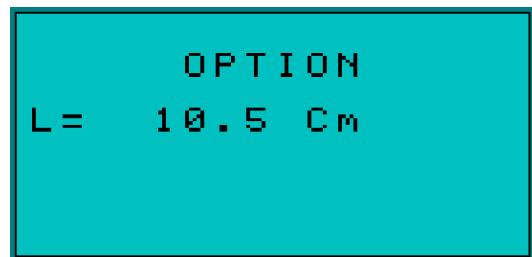
شکل ۴- میله مرجع

مرحله ۳: برای کالیبره کردن دستگاه مراحل زیر باید انجام شود. در حالت توقف دستگاه با نگاهداشتن دکمه شروع وارد منوی تنظیمات شوید. با فشردن کلید بالا یا پایین تنظیمات کالیبراسیون را انتخاب کنید. سپس با کلیدهای بالا و پایین زمان عبور را همانطور که روی میله کالیبراسیون مشخص شده است، انتخاب کنید. نمایشگر نهایی زمان حمل و نقل مورد انتظار و در زیر آن زمان حمل و نقل لندازه گیری شده را نشان می دهد. این باید با مقدار روی میله کالیبراسیون مطابقت داشته باشد.



۵-۲- اندازه گیری سرعت پالس

مرحله ۱: برای تعیین سرعت پالس، اندازه گیری طول مسیر بین دو مبدل الزامی است. برای اینکار وارد منوی تنظیمات شوید. تنظیم پارامتر "طول مسیر" را انتخاب کنید. با فشردن کلید بالا و پایین طول مسیر را وارد کنید.

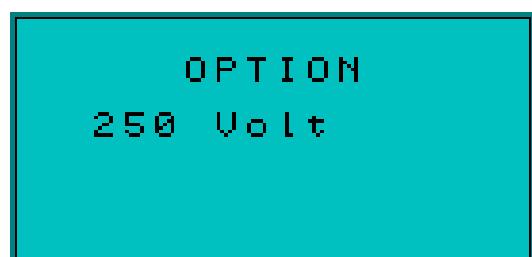


مرحله ۲: مبدلها را با فشار کمی روی سطوح مقابل بتن قرار دهید، و برای مدتی نگه دارید تا بتوان قرائت‌ها را انجام داد، صبر کنید تا یک قرائت ثابت روی صفحه نمایش دستگاه ظاهر شود.

مرحله ۳: قرائت پایدار را ثبت کنید، که زمان (T) بر حسب میکروثانیه (μs) است که پالس التراسونیک طول مسیر (L) و سرعت پالس (V) را بر حسب متر بر ثانیه طی می کند.

.	0	μs
$P =$	150	Volt
$V =$	0	m/s
$L =$	10.5	Cm

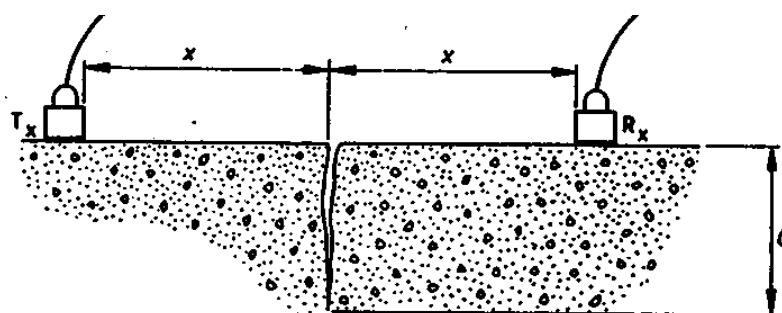
برای نمونه های بسیار بلند و یا با کیفیت کم بهتر است در منوی تنظیمات میزان ولتاژ را افزایش داد.



۳-۵- تخمین عمق ترک سطحی

برای اندازه گیری عمق ترک از رابطه زیر استفاده کنید:

$$C = x \times \sqrt{\frac{(4t_1^2 - t_2^2)}{(t_2^2 - t_1^2)}}$$



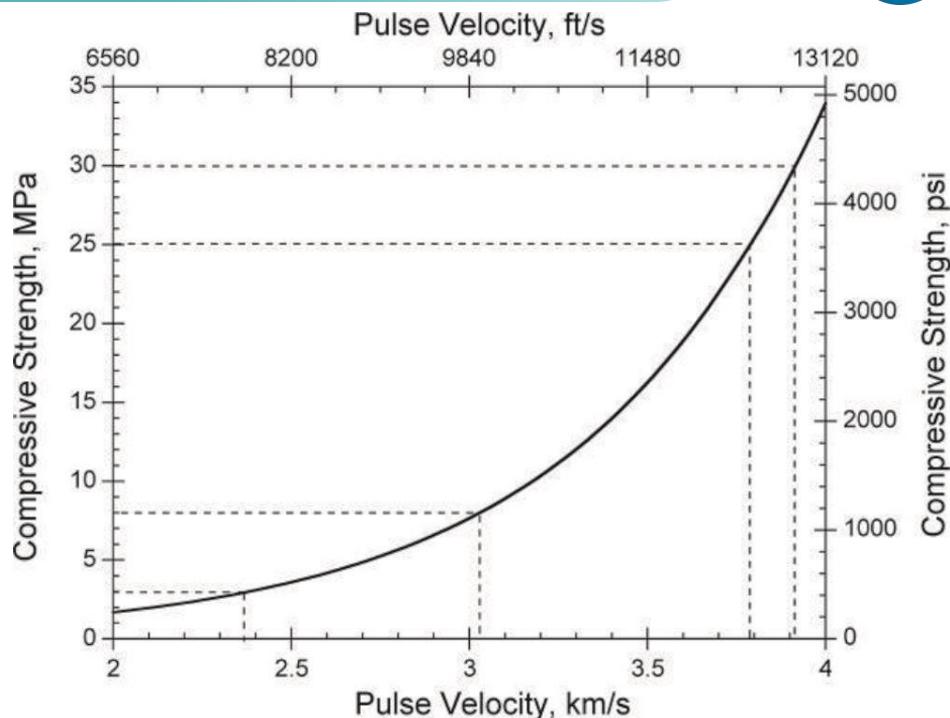
شکل ۵- محاسبه عمق ترک

ابتدا فاصله x را مشخص کنید. سپس مبدل ها در فاصله برابر $2x$ از هر طرف قرارداده و t_1 را اندازه گیری کنید. سپس مبدل ها در فاصله برابر x از هر طرف قرارداده (مطابق شکل ۵) و t_2 را اندازه گیری کنید. حال با استفاده از رابطه فوق عمق ترک را محاسبه کنید. (واحد عمق ترک و x یکسان است.)

۴-۵-تخمین مقاومت فشاری بتن

به طور کلی روابط متعددی برای تخمین مقاومت فشاری بتن با استفاده از سرعت پالس در بتن وجود دارد اما بهترین آن، روش Sonreb است که به وسیله آن همزمان آزمایشات مخرب و غیر مخرب صورت گرفته و نمودار انطباقی برای آن ترسیم می‌گردد و به سایر نقاطی که آزمایش مخرب صورت نگرفته تعمیم داده می‌شود. بدین ترتیب در تعدادی از نقاط که آزمایش التراسونیک و یا چکش اشمیت انجام گرفته مغزه-گیری کرده و آزمایش مقاومت فشاری انجام می‌شود و نمودار انطباقی استخراج می‌شود. این رابطه برای صرفاً نتایج آزمایش التراسونیک و مقاومت فشاری نیز کاربرد دارد.

پس از بدست آوردن نمودار مذکور (مانند شکل ۶ که رابطه بین سرعت پالس و مقاومت فشاری بتن را نشان می‌دهد) و اندازه گیری سرعت پالس، تخمین مقاومت فشاری بتن امکانپذیر است.

شکل ۶- مقاومت فشاری V/S سرعت پالس

۵- محاسبه مدول دینامیکی بتن

مدول دینامیکی نمونه های بتنی با اندازه گیری UPV و اندازه گیری دانسیته بتن هر مخلوط و با استفاده

از معادله محاسبه می شود:

$$E_d = \frac{pv^2(1+\mu)(1-2\mu)}{(1-\mu)}$$

E_d = مدول الاستیسیته دینامیکی،

μ = نسبت پواسون دینامیکی ($25/20$ تا $25/0$ فرض شود)، و

ρ = دانسیته.

۶- عوامل موثر در سرعت پالس

در آزمایش سرعت پالس التراسونیک (UPV) با تعیین زمان حرکت یک پالس ارتعاشی در فرکانس های مافوق صوت و دانستن طول مسیر مستقیم بین مبدل ها، سرعت پالس در بتن به محاسبه می شود. این سرعت در بتن به کیفیت، یکنواختی و مقاومت آن بستگی دارد. یک طبقه بندی از کیفیت بتن با استفاده از اندازه گیری سرعت پالس التراسونیک در جدول زیر ارائه شده است.

سرعت(متربرثانیه)	بیش از ۴۵۰۰	۴۵۰۰-۳۵۰۰	۳۵۰۰-۳۰۰۰	۲۰۰۰-۳۰۰۰	کمتر از ۲۰۰۰
کیفیت بتن	عالی	خوب	مشکوک	ضعیف	بسیار ضعیف

رابطه بین سرعت پالس التراسونیک و مقاومت بتن به نوع سنگدانه، سیمان مورد استفاده، نسبت آب به سیمان و نسبت مخلوط بستگی دارد. همچنین برای یک طرح اختلاط، این پارامتر به سن بتن، شرایط عمل آوری و رطوبت محلی بستگی دارد.

آزمایش سرعت پالس التراسونیک عمدتاً در ارزیابی غیر مخرب مقاومت بتن، یکنواختی بتن، عمق ترکهای سطحی و پوکی بتن استفاده می شود. روش آزمایش در کاربردهای دیگری مانند اندازه گیری ضخامت لایه، مدول الاستیک بتن، گرمای هیدراتاسیون و تخریب بتن نیز استفاده می شود. این آزمایش به دلیل سرعت، سهولت در انجام آزمایش و ماهیت غیر مخرب آزمایش بتن، در سراسر جهان مورد استقبال قرار گرفته است.

کم هزینه، سریع و ساده است.

به خوبی در جوامع مهندسی تثبیت شده است.

آزمایش غیر مخرب است و به سازه آسیب وارد نمی کند.

کیفیت بتن (مقاومت فشاری داخلی) نشان می دهد.

۸-حدودیت ها

سطح قابل دسترس مورد نیاز است.

تماس های خوبی بین سطوح بتنی و فرستنده ها مورد نیاز است.

برخی نتایج غیر مستقیم بوده و محاسبات مورد نیاز است.



The Leading Manufacturer of Construction
Materials Testing Equipment
Since 1983

اطلاعات بیشتر:

Instagram.com/azmoon_test ☐

www.AzmoonTest.com

021-61907

t.me/azmoonsazmabna ►

info@azmoontest.com

09101562796

آدرس دفتر مرکزی: تهران - فاطمی غربی - خیابان سیندخت شمالی - پلاک ۱۷ - واحد ۴

تلفن: 021-61907

آدرس کارخانه: جاده قدیم ساوه، بعد از سه راه آدران، شهرک صنعتی نصیر آباد (مسیر خروجی شهرک) خیابان صبا، پلاک 88

تلفن: 021-56393850-4

تلفن خدمات پس از فروش: 021-56393850