



شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی
مکانیک خاک و مقاومت مصالح

دستگاه جک مقاومت خمشی تیربتنی

مدل: CO 260

تابستان ۹۵

فهرست:

- ۱- مقدمه ۳
- ۲- هدف ۳
- ۳- شرح دستگاه و لوازم مورد نیاز ۳
- ۴- نمونه های آزمون ۶
- ۵- روش آزمایش ۶
- ۶- اندازه گیری نمونه بعد از آزمون ۹
- ۷- محاسبات ۹
- ۸- نصب، ایمنی، نگهداری و بازدید دوره ای ۱۰
- ۹- روش کار با پنل نمایش ۱۱

دستگاه جک مقاومت خمشی تیربتنی

مدل: CO 260

استاندارد: ASTM C78-C293, ASHTO T97, BS 1881:118, EN 12390-5

۱- مقدمه

برای بررسی رفتار مکانیکی مواد آزمایشاتی متفاوتی وجود دارد. یکی از خصوصیات مکانیکی مهم رفتار خمشی مواد در برابر نیروهای وارده است. نوع بارگذاری و همچنین نوع رفتار موادی همچون بتن با استفاده جک خمشی با ظرفیت های متفاوت با توجه به مقاومت آن صورت می گیرد. جک خمشی تیر بتنی برای تیرهای بتنی با مقاومت زیاد و به روش های سه و چهار نقطه ای کاربرد دارد.

۲- هدف

این دستگاه برای تعیین مقاومت خمشی بتن در تیر بتنی ساده و با اعمال نیروی متمرکز-سه نقطه ای (Center-point Loading) و همچنین چهار نقطه ای (Third-point Loading) به کار می رود.

۳- شرح دستگاه و لوازم مورد نیاز

بدنه جک خمشی ، برای انواع تیرهای بتنی با مقطع $100 \times 100 \times 500 \text{ mm}$ و $150 \times 150 \text{ mm}$ و 200×200 تا طول 1000 mm طراحی گردیده است. سیستم هیدرولیک این جک مشابه جک های بتن شکن و نمایشگر دیجیتال آن LCD (4*16 large) with back light می باشد.

- پمپ هیدرولیک ۶۰۰ Bar با قطعات مارک Bocsh آلمان

- رنگ کوره ای کاملاً مقاوم

- سرعت یکنواخت بارگذاری و قابل تنظیم از صفر تا ۲۰۰۰ kg/sec

- ابعاد: $(L \times W \times H) = 90 \times 98 \times 120$ cm

- وزن: ۲۳۶kg

نمایشگر دستگاه بر اساس استاندارد ASTM E4 ساخته شده است. نکته قابل ذکر این است که در بارگذاری دستی، از آن جایی که اعمال بار مداوم در یک کورس پیوسته ایجاد نمی‌شود، این روش مجاز نمی‌باشد اما پمپ های موتوری و یا پمپ های جابه‌جایی که حجم کافی برای یک کورس پیوسته برای تکمیل تست را دارند، مجاز می‌باشند و بار مورد نظر را با سرعت یکنواخت بدون هیچ وقفه و یا شک بر نمونه وارد می‌سازند. در کل بهترین حالت اعمال بار به صورت برقی و یکنواخت می‌باشد.

مکانیزمی که توسط آن نیروها به نمونه اعمال می‌شوند، شامل یک بلوک اعمال بار و دو بلوک تکیه گاهی می‌باشد. این بلوک‌ها این اطمینان را ایجاد خواهند کرد که تمام نیروها عمود بر سطح نمونه و بدون خروج از مرکزیت اعمال می‌شوند. شکل دستگاه با شرایط بالا در شکل ۱ آمده است.

- تمام وسایل برای ایجاد بار در نقطه میانی نمونه آزمایش خمشی باید مشابه شکل ۱ باشد و طول دهانه و موقعیت نقطه میانی بلوک اعمال بار را با خطای $(\pm 0.5 \text{ in})$ و $(\pm 3.1 \text{ mm})$ نسبت به بلوک تکیه گاهی ثابت نگهدارند.

- عکس العمل‌ها باید در تمام زمان انجام آزمایش موازی بار اعمالی باشند و نسبت فاصله افقی بین نقطه اعمال بار و نزدیکترین عکس العمل به عمق تیر $0.2 + 0.15$ باشد.

- شکل شماتیک وسایل اعمال نیرو در استاندارد پیوست نشان داده شده است. باید توجه نمود که در طول آزمایش، محل های اعمال نیرو بر روی تیر نمونه همیشه به صورت موازی باشد. همچنین فاصله بین محل نشیمن نمونه بر روی فک‌ها تا مرکز چرخش فک‌ها (ارتفاع فک‌ها) نباید از 64 mm تجاوز کند. ضمناً طول فک‌ها باید تمام عرض نمونه را بپوشاند.

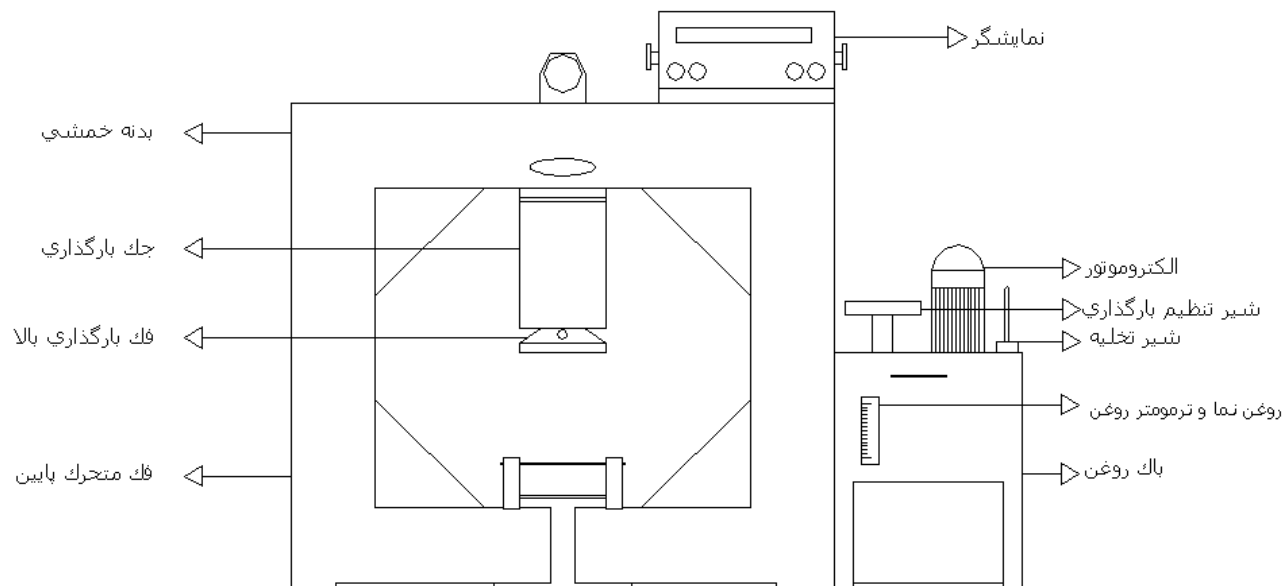
- هر یک از یاتاقان های فکها که دارای سختی لازم می باشند و به صورت جزئی از یک استوانه می باشند نباید بیش از ۵۱ میکرومتر لقی داشته باشند. در تمام حالات ممکن فکها باید به صورت عمودی بر روی یاتاقانی از میلگرد یا بلبرینگ قرار داشته باشند.

در طراحی و ساخت جک هیدرولیک بتن شکن سعی بر استفاده از بهترین مواد اولیه و حذف مواد اضافی جهت کاهش وزن ماشین گردیده است به طوریکه بر صلبیت بدنه جک در اثر اعمال بارهای استاتیکی و دینامیکی تاثیر منفی نداشته باشد تا بتواند مطابق استاندارد مربوطه عمل نماید .

سطح تمام شده داخل سیلندر (برای آب بندی و کم کردن میزان اصطکاک با پیستون) و میزان توالرانس آن با پیستون (که سخت کاری گردیده است) برای حداقل اصطکاک در نظر گرفته شده است. ضمناً نوع و جنس رینگ آب بندی از مواد ضد سایش و خوردگی در مقابل روغن ساخته شده است.

در این دستگاه آزمایش به صورت کرنش کنترل شده (یعنی با کنترل حجم روغن و در نتیجه با کنترل کورس) صورت می گیرد، اما از آن جایی که در استاندارد آزمایش به صورت تنش کنترل شده توصیه داده شده است، لذا اگر بتوان از سیستم هیدرولیک جک بتن شکن دیجیتالی اتوماتیک (CO 170) برای منبع تغذیه استفاده گردد نتیجه مطابق با شرایط استاندارد حاصل خواهد شد.

جهت اندازه گیری تغییرشکل نیاز به یک کرنش سنج می باشد که این دستگاه قابلیت افزودن LVDT را دارد و با انصال آن امکان اتصال به کامپیوتر و محاسبات آنلاین و ترسیم نمودار وجود خواهد داشت.



شکل شماتیک دستگاه

۴- نمونه های آزمون

نمونه های آزمون باید تمامی شرایط استاندارد ASTM C192 و ASTM C31 را دارا باشد. ابعاد نمونه ها $200 \times 200 \times 750$ mm و $150 \times 150 \times 650$ mm و $100 \times 100 \times 500$ mm می باشد.

وجه های نمونه باید با زوایای راست و بدون بالا رفتگی و گودی باشد.

تمام وجه های در تماس با بار و بلوک های تکیه گاهی باید صاف و عاری از هرگونه خراشیدگی، سوراخ و یا دندان باشد.

طول نمونه حداقل سه برابر عمق آن در نظر گرفته می شود.

۵- روش آزمایش

- آزمایش خمشی بر روی نمونه های عمل آوری شده باید هر چه سریعتر بعد از خارج کردن از اتاق رطوبت انجام پذیرد. خشک شدن سطح نمونه، باعث کاهش مقدار مقاومت خمشی نمونه می گردد.

- نمونه را از جهتی که قالبگیری شده بود بر روی مرکز فک بارگذاری قرار دهید. (به صورت مساوی از هر دو طرف از هر دو طرف بر روی فک بارگذاری قرار گیرد.) ابتدا حدود ۳ تا ۶٪ کل نیروی احتمالی را بر روی مرکز نمونه اعمال کنید.

- با استفاده از گیج فیلر (لاتن) یا مقیاس های پولکی استاندارد ۰.۱ mm و ۰.۳۸ mm باید دید که آیا هیچ برآمدگی یا فرورفتگی بین نمونه و فک بزرگتر یا کوچکتر از میزان گیج های فیلر در طول فاصله ۲۵mm وجود دارد یا نه؟
- در صورت وجود برآمدگی یا فرورفتگی، لازم است سطح نمونه تراش خورده یا از لاتن چرمی بین دو سطح تماس نمونه و فک استفاده نمود. لاتن چرمی به ضخامت تقریباً مساوی ۶.۴mm با پهنای ۲۵mm تا ۵۰ و به اندازه طول قالب نمونه تحت آزمایش مناسب خواهد بود.

برآمدگی بیشتر از ۰.۳۸mm به وسیله کپینگ کردن یا تراش از بین خواهد رفت.

عمل تراش سطح نمونه باید به صورتی انجام گیرد که مشخصات فیزیکی نمونه تغییر نیابد. عمل کپینگ کردن طبق استاندارد ASTM C 617 انجام می پذیرد.

عمل بارگذاری بر روی نمونه به صورت مداوم و یکنواخت و بدون شوک اعمال می گردد. امکان اعمال نیروی سریعتر در حدود ۵۰٪ ماکزیمم نیروی شکست دارد. بقیه اعمال نیرو باید بین ۱۲۵psi/min تا ۱۷۵ (Mpa/min) ۸۶۱ تا ۱۲۰۷) باید باشد.

سرعت بارگذاری برای آزمایش سه نقطه ای مطابق شکل زیر را با فرمول زیر محاسبه نمایید:

$$r = 2Sbd^2 / 3L$$

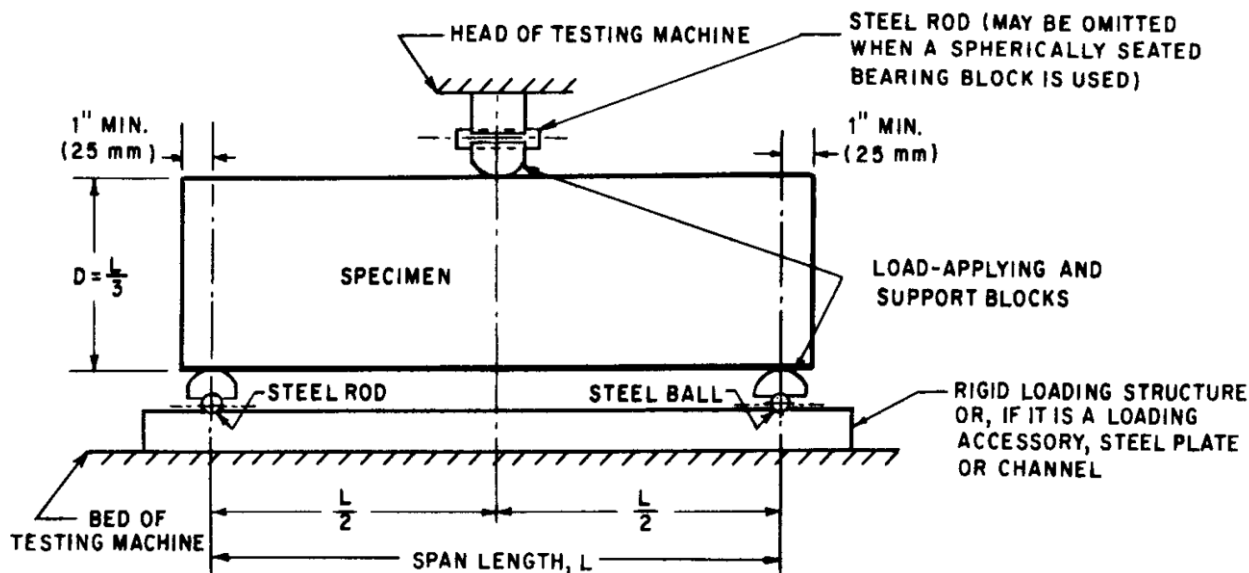
r: نرخ بارگذاری (lb/min (MN/min)

S: نرخ افزایش تنش (lb/min (MPa/min)

b: عرض متوسط نمونه (in)(mm)

d: عمق متوسط نمونه (in)(mm)

L: طول دهانه (in)(mm)



شکل ۱- نحوه بارگذاری آزمایش مقاومت خمشی به روش سه نقطه ای

سرعت بارگذاری برای آزمایش چهار نقطه ای مطابق شکل زیر را با فرمول زیر محاسبه نمایید:

$$r = Sbd^2 / L$$

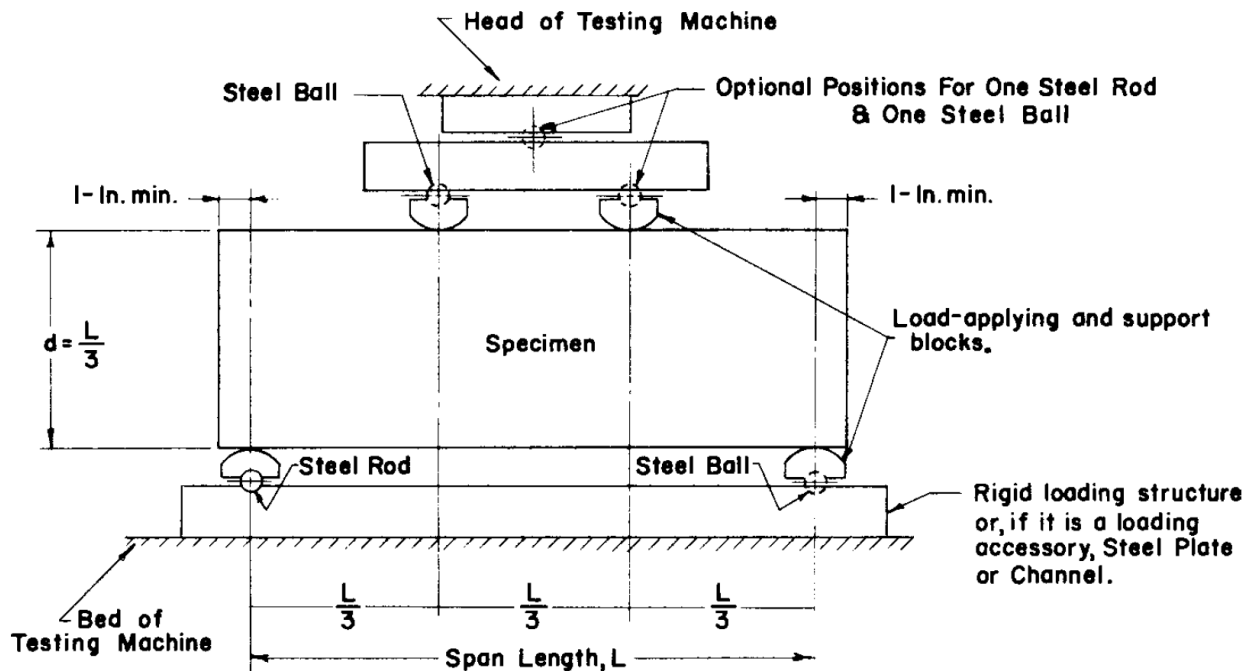
r : نرخ بارگذاری (lb/min (MN/min)

S : نرخ افزایش تنش (lb/min (MPa/min)

b : عرض متوسط نمونه (in(mm)

d : عمق متوسط نمونه (in(mm)

L : طول دهانه (in(mm)



شکل ۲- نحوه بارگذاری آزمایش مقاومت خمشی به روش چهار نقطه ای

۶- اندازه گیری نمونه بعد از آزمون

سه اندازه گیری در راستای هر وجه (در هر انتها و در وسط) با تقریب 1.3mm برای تعیین عرض متوسط، عمق متوسط و خط موقعیت گسیختگی نمونه صورت پذیرد

۷- محاسبات

مدول گسیختگی برای آزمایش سه نقطه ای را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

که در آن:

R: مدول گسیختگی (psi (Mpa)

P: ماکزیمم بار وارده به وسیله دستگاه (lbf(N)

L: طول دهانه (in (mm)

b: عرض متوسط نمونه (in(mm)

d: عمق متوسط دهانه (mm) in

مدول گسیختگی برای آزمایش چهار نقطه ای را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$R = PL/bd^2$$

که در آن:

R: مدول گسیختگی (Mpa) psi

P: ماکزیمم بار وارده به وسیله دستگاه (N) lbf

L: طول دهانه (mm) in

b: عرض متوسط نمونه (mm) in

d: عمق متوسط دهانه (mm) in

- اگر گسیختگی در منطقه کپینگ شده صورت پذیرد، ضخامت کپینگ را در محاسبات لحاظ کنید.

- وزن تیر در محاسبات بالا منظور نمی‌شود.

۸- نصب، ایمنی، نگهداری و بازدید دوره ای

- پاک نمودن صفحات بارگذاری از خرده بتن

- همان طور که ذکر گردید این دستگاه با اعمال نیروی یکنواخت به نمونه آزمایش را انجام می‌دهد.

- بنابراین نباید حین آزمایش نمونه تحت نیروهای دینامیکی و شوک قرار گیرد.

- کنترل سطح روغن داخل باک از طریق بازدید روغن نما

- دقت در عدم روغن ریزی از هر قسمت. در صورت روغن ریزی نسبت به محکم کردن اتصال اقدام شود.

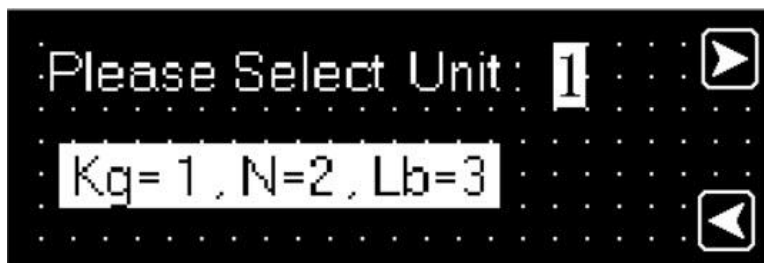
- دقت در زبری سطوح بارگذاری. در صورت افزایش زیاد زبری نسبت به تراش سطوح اقدام شود.

۹- روش کار با پنل نمایش

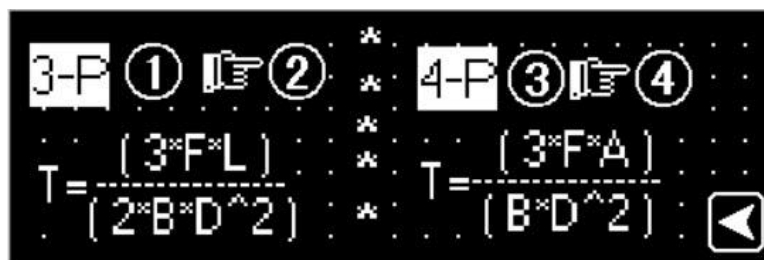
برای شروع آزمایش اپراتور دستگاه را از طریق کلید ۱-۰ جلوی نمایشگر روشن نموده و صفحه زیر ظاهر می‌شود.



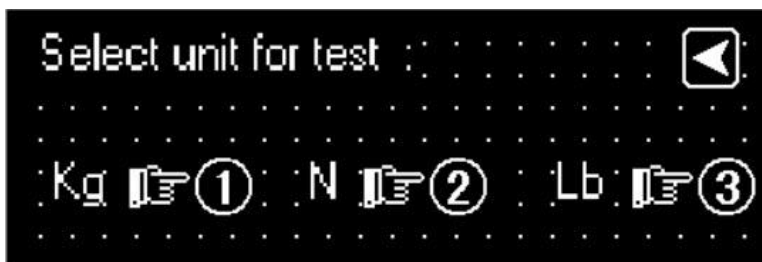
با زدن دکمه فلش سمت راست وارد صفحه انتخاب واحد می‌شویم. برای انتخاب هر کدام از واحدها کافی است شماره آنرا بفشارید.



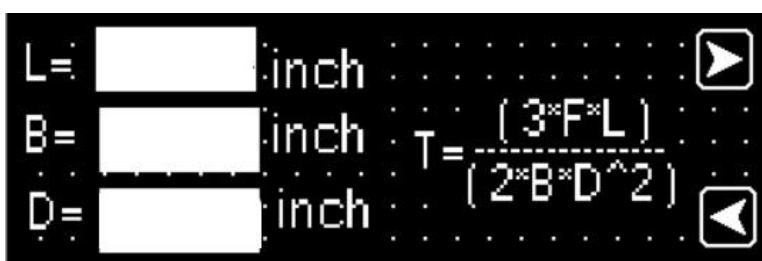
سپس نوع آزمایش (سه نقطه ای یا چهار نقطه ای) را مشخص نمائید. برای این منظور برای سه نقطه‌ای کلید ۱ و سپس ۲ را بفشارید و برای چهار نقطه‌ای کلید ۳ و سپس ۴ را بفشارید.



سپس مجدداً نوع واحد را انتخاب کنید.



سپس ابعاد نمونه را وارد نمایید.



سپس وارد کادر زیر شده و با فشردن دکمه set سرعت بارگذاری را وارد و دکمه ent را بزنید. کادر مستطیلی مقابل به شما نشان میدهد که آیا سرعت بارگذاری با سرعت وارده همخوانی دارد یا خیر. با فشردن دکمه ۱ آزمایش صورت می‌گیرد. اگر سرعت بارگذاری کمتر از سرعت مد نظر باشد قسمت منفی پر خواهد شد بدین منظور باید شیر بارگذاری را بازتر نمود و بالعکس. دکمه CLR نیز موجب توقف بارگذاری می‌گردد.

