## شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت لوازم آزمایشگاهی
مکانیک خاک و مقاومت مصالح

# دستگاه سه محوری استوانه توخالی پیچشی سیکلیک

## مدل تمام اتوماتیک :HT 110

تابستان ۹۶

# فهرست


۱- مقدمه _____ ۳

۲- هدف _____ ۴

۳- شرح دستگاه و لوازم موردنیاز _____ ۴

۴- محاسبات و گزارش _____ ۸

# دستگاه سه محوری استوانه توخالی پیچشی سیکلیک

## مدل تمام اتوماتیک :HT 110

**استاندارد:**

**ASTM STP 977**

### ۱- مقدمه

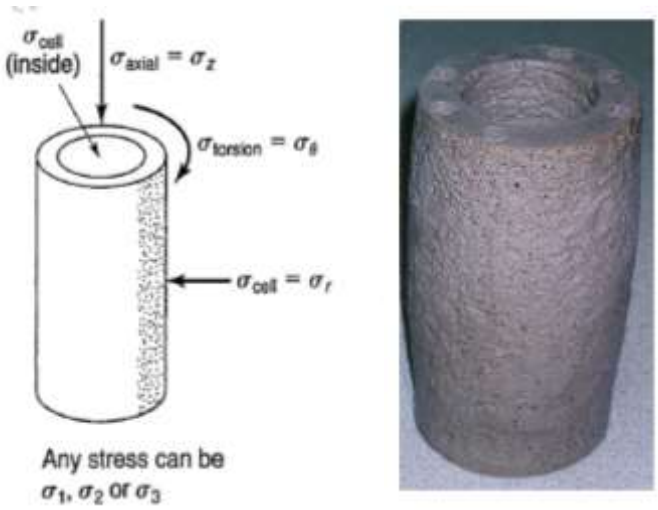
در دستگاه سه محوری معمولی، تنش اصلی میانگین می تواند تنها برابر با یکی از تنش های اصلی حداکثر یا حداقل باشد و نه بین آنها. بر این اساس در دستگاه ستون پیچش تو خالی (HCA) این امکان وجود دارد تا مقدار تنش اصلی میانگین متفاوت از تنش حداقل و حداکثر باشد.

با انجام آزمایش مونوتونیک بر روی سه نمونه خاک چسبنده همسان استوانه‌های دست نخورده یا بازسازی شده و ترسیم دوایر موهر پارامترهای مقاومت برشی نظیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی به دست می‌آید .ترسیم نمودارهای تنش و کرنش نیز به شناخت رفتارهای مکانیکی خاک کمک شایانی می‌نماید. در آزمایش تناوبی ترسیم مسیر تنش و رفتارهای دینامیکی کمک شایانی به شناسایی خاک های روانگرا دارد.

در دستگاه سه محوری به دلیل آنکه اعمال تنش برشی با تحکیم ناهمسان همراه است، بنابر این نمی‌توان اثر تنش برشی را مستقلاً بررسی کرد و ناهمسانی تحکیم در نتایج آزمایش تاثیر می گذارد .به همین دلیل این اثر توسط دستگاه پیچش نمونه توخالی قابل بررسی است. دستگاه پیچش نمونه توخالی این قابلیت را دارد که تنش برشی اولیه را مستقل از نوع تحکیم به نمونه خاک اعمال کند.

برای آنکه آزمایش پیچش نمونه توخالی شرایط برش ساده برقرار باشد بایستی طول آزمایش قطر خارجی و داخلی نمونه توخالی ثابت نگه داشته شود.


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




نمونه سه محوری استوانه تو خالی و مکانیسم اعمال تنش ها در حالت سه محوری پیچشی

## ۲- هدف

این دستگاه علاوه بر انجام آزمایشات مختلف سه محوری مونوتونیک نظیر تحکیم نیافته زهکشی نشده (UU) و تحکیم یافته زهکشی نشده (CU) و تحکیم یافته زهکشی شده (CD) که قادر به اعمال پس فشار و فشار محصورکننده و اندازه گیری فشار آب منفذی و تغییرات حجم می باشد و همچنین سه محوری سیکلیک با قابلیت تنظیم فرکانس و دامنه بارگذاری و نیز نیرو و کرنش کنترل قابلیت انجام آزمایش سه محوری سیکلی پیچشی بر روی نمونه های استوانه تو خالی را دارا است.

## ۳- شرح دستگاه و لوازم موردنیاز

**مشخصات فریم بارگذاری:**

| | |
|---|---|
| ظرفیت دستگاه | 25 kN |
| بار گذاری عمودی | 10 kN |
| بارگذاری پیچشی | 10 kN.cm |
| بارگذاری جانبی: بادی | 8 Bar |
| فشار بارگذاری داخلی: بادی | 8 Bar |

نحوه کنترل دینامیکی: کرنش و تنش کنترل

بارگذاری استاتیکی: کرنش کنترل 0.01-5 mm/min

بارگذاری سیکلی با عملگر پنوماتیکی با ظرفیت ۵۰۰ کیلو پاسکال

با جابجایی مثبت/منفی ۲۵ میلیمتر تا فرکانس ۴ هرتز

امکان بارگذاری مونوتونیک به صورت کنترل کرنش و با ظرفیت ۱۰۰ کیلوپاسکال

بارگذاری پیچشی با موتور سرو با ظرفیت ۱۰ کیلونیوتن سانتی متر و با فرکانس تا ۵ هرتز

بارگذاری همزمان محوری و پیچشی تا یک هرتز

حداکثر فشار بارگذاری ۵ محوره ۰,۱ هرتز

حداکثر فرکانس تغییرات فشارهای داخلی و خارجی ۰,۵ هرتز

**مشخصات سلول سه محوری:**

اندازه نمونه : قطر خارجی ۱۰۰ داخلی ۵۰ و ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر

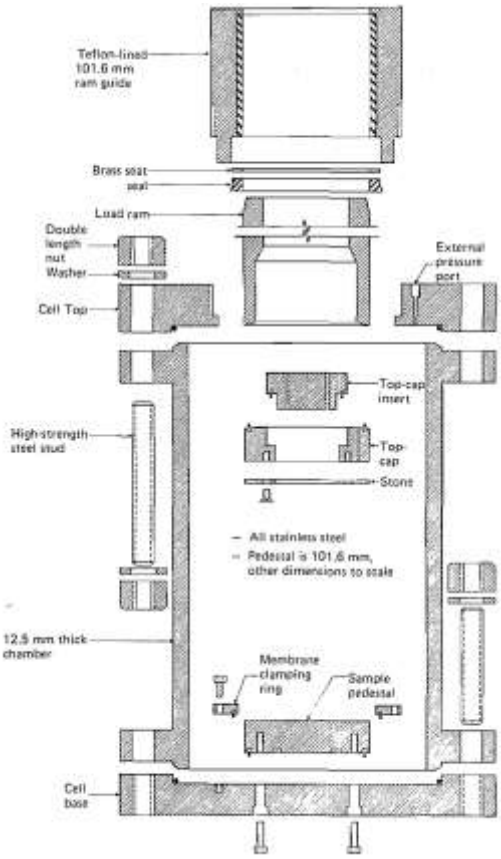
سه میله نگه دارنده داخل سلول به همراه قلاب

نگه دارنده شفت اصلی جهت ساخت نمونه آسان

سیستم شیربندی به نحوی که امکان نمونه گذاری و عبور خلا و $Co_2$ تسهیل یابد.

تحمل فشار ۱۰ بار

قابلیت تعویض هد و پدستال برای تغییر اندازه نمونه




شکل کلی سلول سه محوری تو خالی پیچشی

**مشخصات کنترل پنل:**

سسیتم خودکار شیر برقی با قابلیت تنظیم و رویت فشارهای جانبی داخلی و خارجی نمونه و پس فشار

سیستم پیشرفته اندازه گیری تغییر حجم (Volume Change) با دقت ۰,۱ سی سی

مخزن فشار پس فشار به صورت بادکنکی جهت جلوگیری از هوا دار شدن آب پس فشار (back pressure)

سیستم مراقب از شیرهای برقی و اکچویترها از نفوذ آب

مدار کنترلی کلیه عملیات تست های مونوتونیک، دینامیک و پیچشی

**مشخصات لوازم کمکی:**

کمپرسور هوا ۲۵۰ و اعمال فشار تا ۸ بار

پمپ خلا $2.5\ hr/m^3$

کامپیوتر به همراه مانیتور و متعلقات مربوطه

کیت ابزار و اچارهای لازم

ریل پایه سلول جهت استقرار و حرکت آسان سلول نمونه تا زیر جک بارگذاری

**مشخصات دیتالاگر و سیستم الکترونیکی کنترل:**

هشت کانال ورودی آنالوگ به دیجیتال مناسب اندازه گیریهای استاتیکی و دینامیکی - دو کانال خروجی کنترل (دیجیتال به آنالوگ)

دیتالاگر ۱۶ کاناله جهت برداشت داده های آزمایش

نرم افزار کامپیوتری تحت محیط LabVIEW

نمایشگر لمسی ۷ اینچی که تمامی سنسورها و مقادیر آزمایش قابل رویت و تمامی مراحل آزمایش قابل کنترل هستند

امکان کنترل اشباع سازی نمونه بر اساس معیار B Value به صورت اتوماتیک

امکان اعمال تحکیم همسان و نا همسان (Consolidation Anisotropic and Isotropic)

امکان کالیبراسیون آسان به همراه گواهینامه های اداره همکار استاندارد

امکان ارسال داده با نرم افزار شرکت آزمون به کامپیوتر در محیط اکسل

**مشخصات نرم افزار کنترل آزمایش:**

امکان اندازه گیری و ثبت داده های آزمایش درون فایل اکسل

انتقال داده های زلزله به دستگاه جهت شبیه سازی زلزله

نمایش فشارها با دقت یک کیلوپاسکال


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

ترسیم نمودارهای مربوط به آزمایش مونوتونیک و سیکلی و پیچشی و ترسیم نمـودار میرائـی در محـیط اکسل

امکان بارگذاری مسیرتنش

**مشخصات حسگرها:**

حسگر نیرو ۵ کیلو نیوتن با دقت ۰.۱kg ساخت کشور کره

حسگر جابه جایی ۳۰mm با دقت ۰.۰۱mm ساخت کشور کره

حسگرهای فشار با دقت ۱ کیلوپاسکال ساخت کشور آلمان

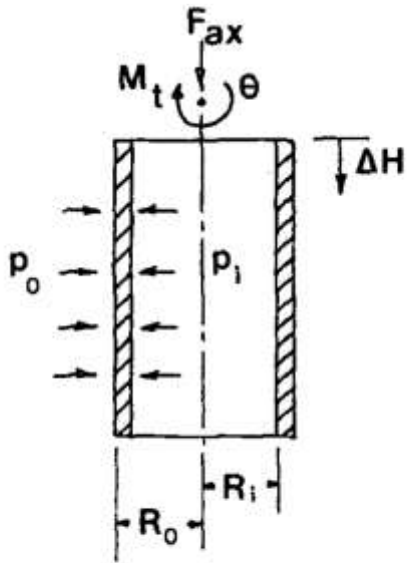
حسگر نیرو ی پیچشی ۵ کیلو نیوتن سانتی متر  با دقت ۰.۱kg

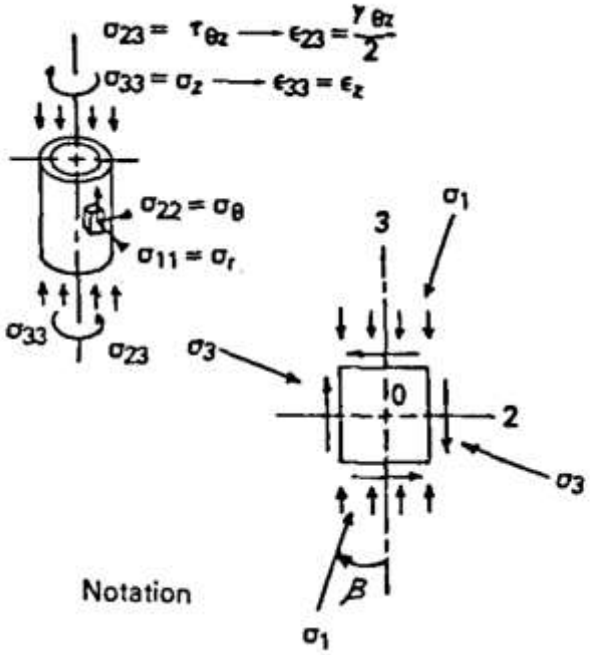
## ۴- محاسبات و گزارش

جهت محاسبه پارامترهای مقاومت برشی مونوتونیک مطابق موارد ذکر شده در سـه محـوری مونوتونیـک عمل می شود و نمودارهای تنش-کرنش و کرنش فشار آب منفذی و تغییر حجم ترسیم می گرددو تمامی مراحل آزمایش به صورت اتوماتیک عمل و محاسبه می گردد.

در بخش آزمایش دینامیکی نیز نمودارهای مربوط به روانگرایی و مسیر تنش و میرایی فرکانس کـرنش و فرکانس تنش ترسیم می گردد و همچنین نمودارهای تنش پیچشی نیز ارائه می‌گردد.


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




$$\text{Average axial stress } \sigma_z = \frac{F_{ax}}{\pi(R_o^2 - R_i^2)} + \frac{P_o R_o^2 - P_i R_i^2}{R_o^2 - R_i^2}$$

$$\left.\text{Average } \sigma_r = \frac{P_o R_o + P_i R_i}{R_o + R_i}\right\} = P \text{ for } P_i = P_o$$

$$\text{Average } \sigma_\theta = \frac{P_o R_o - P_i R_i}{R_o - R_i}$$

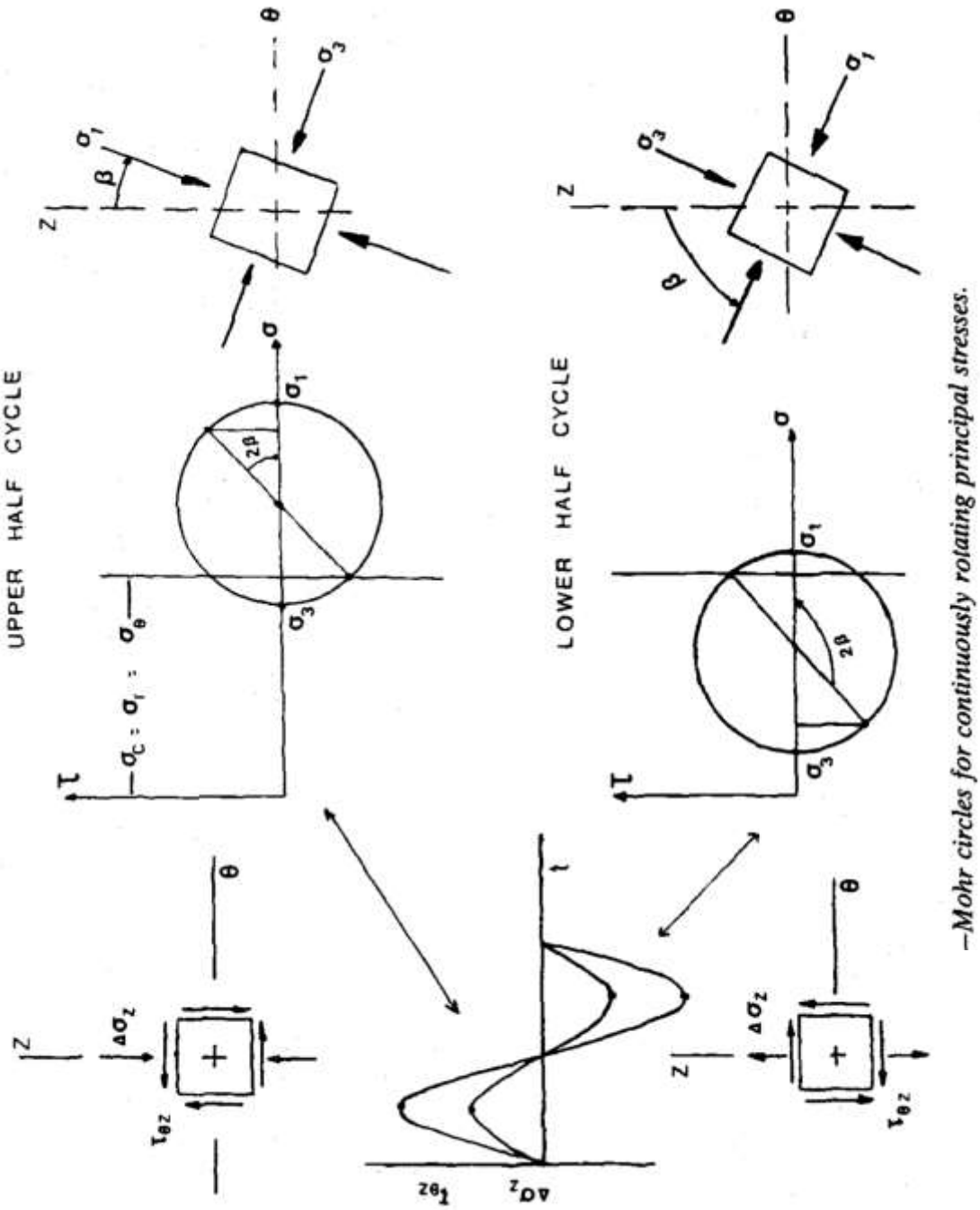
$$\text{Average } \tau_{\theta z} = \frac{3M_t}{2\pi(R_o^3 - R_i^3)}$$

$$\text{Average } \epsilon_z = \frac{\Delta H}{H}$$

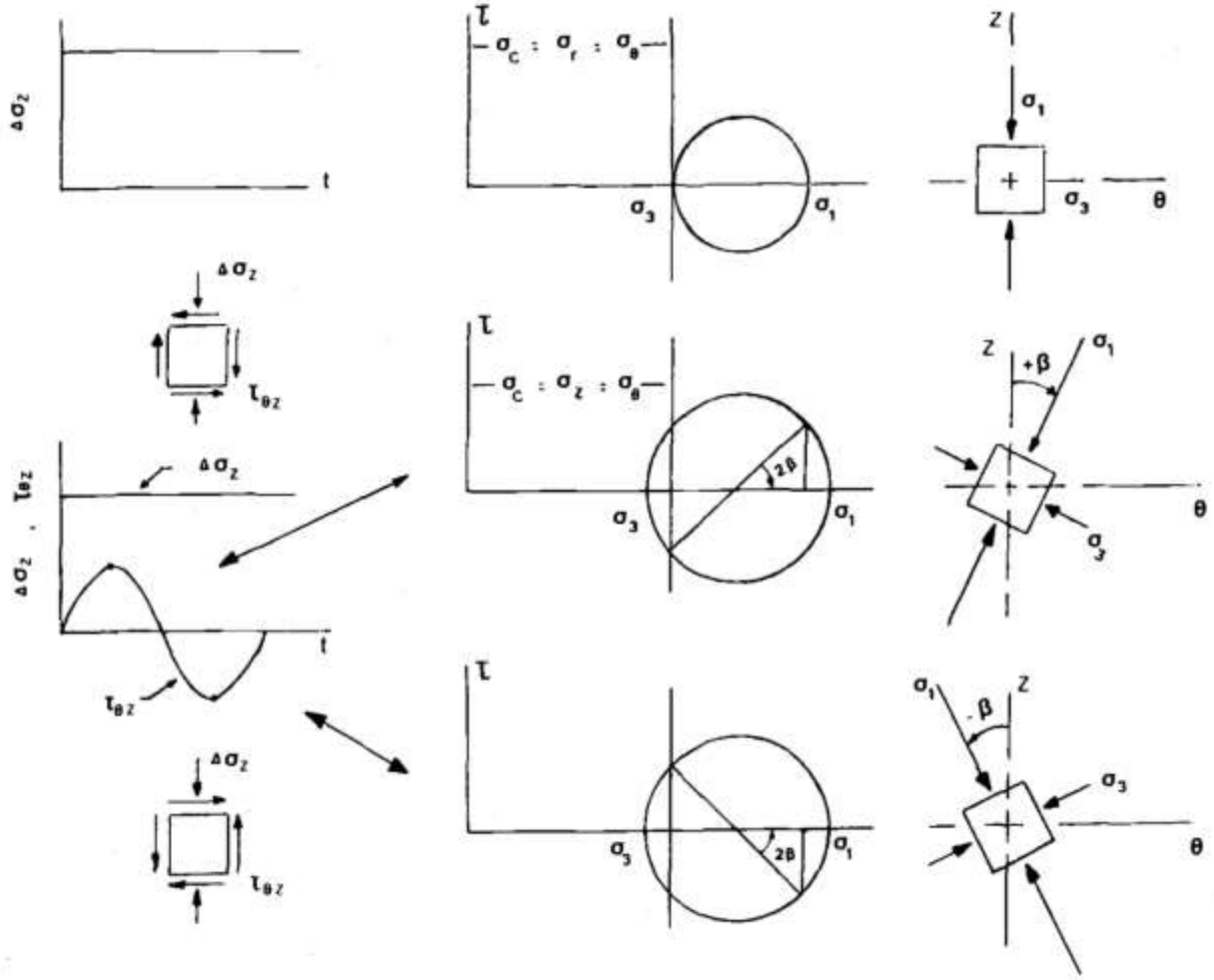
$$\text{Average } \epsilon_r = -\frac{u_o - u_i}{R_o - R_i}$$

$$\text{Average } \epsilon_\theta = -\frac{u_o + u_i}{R_o - R_i}$$

$$\text{Average } \gamma_{\theta z} = \frac{2\theta(R_o^3 - R_i^3)}{3H(R_o^2 - R_i^2)}$$

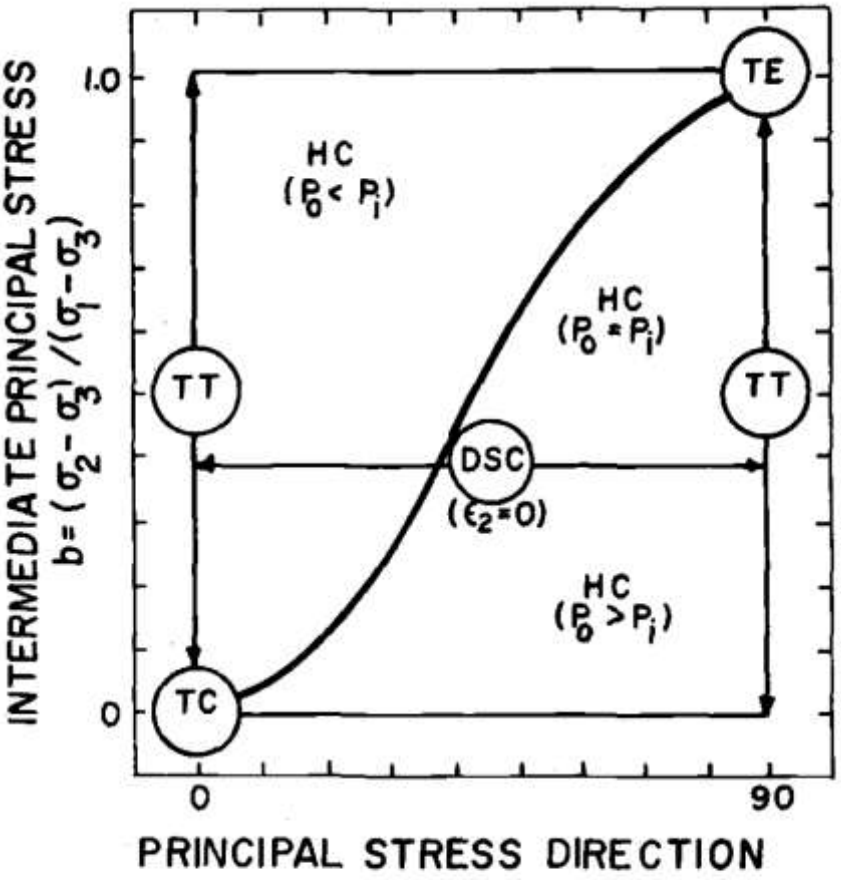



*–Mohr circles for continuously rotating principal stresses.*

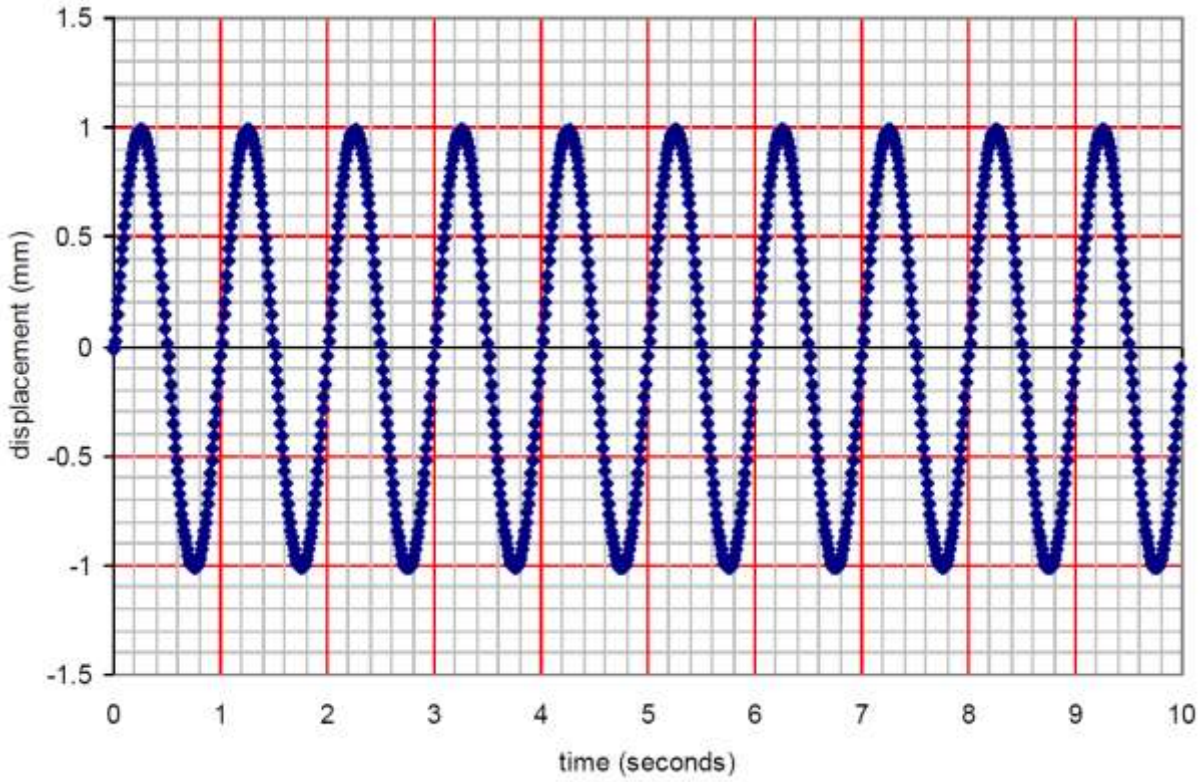


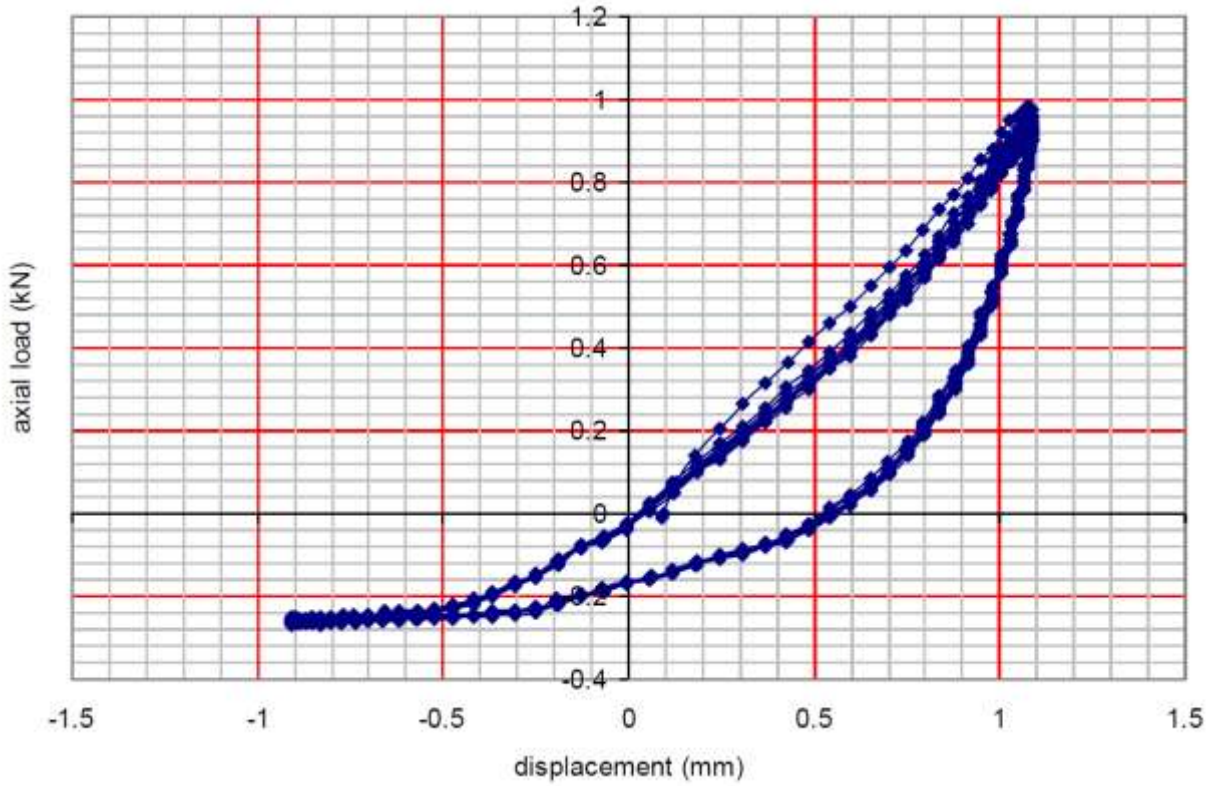

*Mohr circles for synchronized proportional loading.*

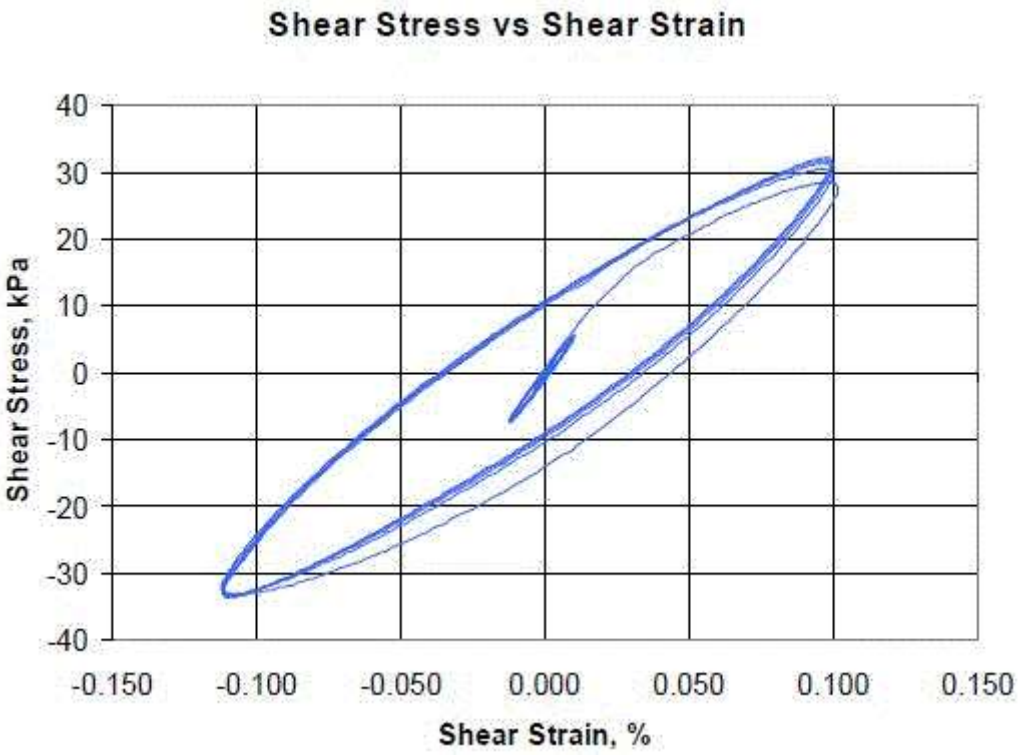

www.AzmoonTest.com
sales@azmoontest.com
Tel: 021-61907




DSC = DIRECTIONAL SHEAR CELL
HC = HOLLOW CYLINDER (VARYING $\sigma_3, \tau_{r\theta}$, $P_0$ & $P_i$)
TC = TRIAXIAL COMPRESSION
TE = TRIAXIAL EXTENSION
TT = TRUE TRIAXIAL


displacement (mm)
time (seconds)
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


axial load (kN)
displacement (mm)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.4
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5


Shear Stress vs Shear Strain
Shear Stress, kPa
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-0.150
-0.100
-0.050
0.000
0.050
0.100
0.150
Shear Strain, %