

| | | |
|------------------|---|---------------------------------|
| | AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE DEFORMAÇÃO ESTÁTICO E COEFICIENTE DE POISSON DE ROCHAS | 18.923 NBR 10341 JUN/1988 |
| Método de ensaio | | |

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Norma complementar
- 3 Definições
- 4 Aparelhagem
- 5 Execução do ensaio
- 6 Resultados

1 OBJETIVO

Esta Norma prescreve o método para a determinação do módulo de deformação estático, coeficiente de Poisson e diagrama tensão-deformação de rochas destinadas à obtenção de agregados para concreto sob carregamento estático, à compressão axial simples, em corpos-de-prova de forma prismática regular ou cilíndrica.

2 NORMA COMPLEMENTAR

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

NBR 6156 - Máquina de ensaio de tração e compressão - Verificação - Método de ensaio

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.4.

Origem: ABNT – 18: 02.20-001/87 (MB-2818)

CB-18 – Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados

CE-18: 02.20 – Comissão de Estudo de Agregados – Módulo de deformação Estático de Rochas

NBR 10341 – Aggregates – Static modulus of elasticity and Poisson's ratio of rocks – Test Method

| | |
|--|--|
| SISTEMA NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL | ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS |
| | © |
| Palavras-chave: agregados. | NBR 3 NORMA BRASILEIRA REGISTRADA |

3.1 Módulo tangente (T_1)

Correspondente à tangente ao diagrama tensão-deformação num determinado nível de tensão fixada (Figura 1).

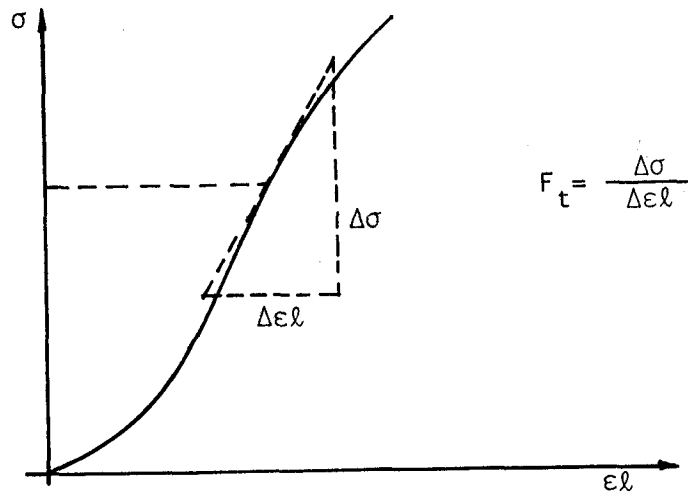


FIGURA 1

3.2 Módulo tangente (E_m)

Correspondente à inclinação média do diagrama tensão-deformação em sua parte linear (Figura 2).

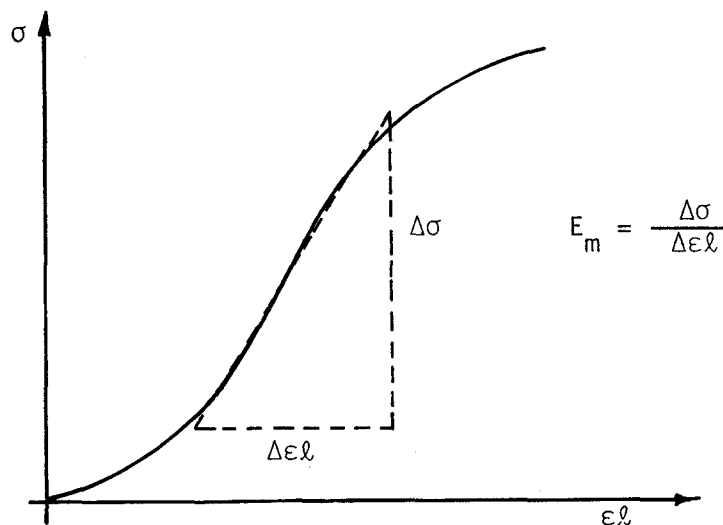


FIGURA 2

3.3 Módulo secante instantâneo (ES_i)

Correspondente ao trecho do diagrama entre a tensão inicial de ensaio e um determinado nível de tensão fixado, logo após o término de aplicação da carga (Figura 3).

/FIGURA 3

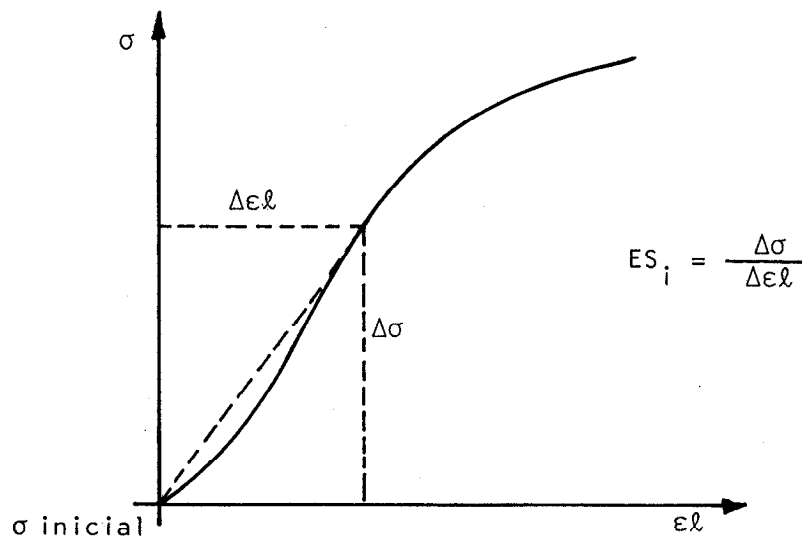


FIGURA 3

3.4 Módulo secante após fluência (ES_F)

Correspondente ao trecho da curva entre a tensão inicial de ensaio e um determinado nível de tensão fixada, aguardando-se a estabilização total das deformações, após verificarem-se os fenômenos de fluência (variação inferior ou igual a 5μ em três leituras consecutivas espaçadas de 2 minutos) (Figura 4).

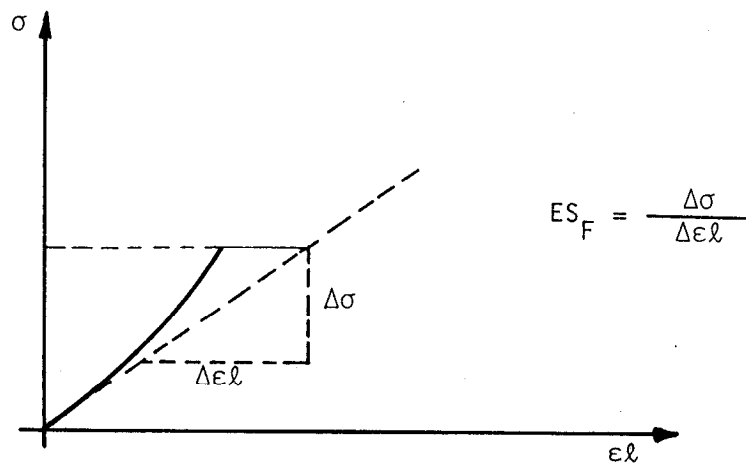


FIGURA 4

4 APARELHAGEM

4.1 Aparelhagem para medida de deformações

Conforme descrito de 4.1.1 a 4.1.6.

4.1.1 Extensômetros mecânicos e elétricos, transdutores de deformação (LVDT), compressômetros, medidores fotoelásticos ou outros aparelhos de medidas adequados devem ser utilizados.

4.1.2 Os medidores devem permitir a leitura de deformações longitudinais e axiais em duas posições opostas do corpo-de-prova.

4.1.3 Os medidores devem ser robustos e estáveis, com uma sensibilidade da ordem de 10^{-5} .

4.1.4 As deformações devem ser determinadas com um erro máximo de 2% da leitura e precisão de 0,2% do fundo da escala.

4.1.5 Se forem utilizados extensômetros mecânicos, os comprimentos das bases axiais e longitudinais devem ser superiores a dez vezes o diâmetro do maior grão presente na rocha, e não devem ultrapassar a dimensão $L/2$, sendo L o diâmetro ou aresta do corpo-de-prova.

4.1.6 Para o registro das tensões e deformações, é dada preferência a gravadores $x - y$ de registro contínuo.

4.2 Máquina de ensaio

Conforme descrito de 4.2.1 e 4.2.2.

4.2.1 A máquina deve ser enquadrada nas classes I ou II da NBR 6156.

4.2.2 Uma rôtula levemente lubrificada com óleo mineral deve ser incorporada entre o prato da prensa e a extremidade superior do corpo-de-prova. O corpo-de-prova, os pratos e a rôtula devem ser cuidadosamente centrados uns em relação aos outros e em relação à aplicação de esforços de prensa.

5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

5.1 Corpos-de-prova

5.1.1 Os corpos-de-prova para ensaio devem ser de forma cilíndrica preferencialmente ou prismática regular, tendo uma relação altura/aresta ou altura/diâmetro entre 2,5 e 3,0.

5.1.2 A dimensão, diâmetro, ou aresta, não devem, preferivelmente, ser inferiores a 54 mm. A relação diâmetro/aresta do corpo-de-prova deve ser, no mínimo, superior a dez vezes o maior grão presente na rocha.

5.1.3 As extremidades dos corpos-de-prova devem ser paralelas, planas e lisas, com irregularidades menores que 0,02 mm e não devem apresentar desvios superiores a 0,001 radianos ($\approx 3,5$ minutos) da perpendicular ao eixo do corpo-de-prova.

5.1.4 Os lados do corpo-de-prova devem ser lisos, sem irregularidades superiores a 0,3 mm no comprimento total do corpo-de-prova.

5.1.5 O uso de capeamentos ou outros tratamentos de superfície do corpo-de-prova não são permitidos.

5.1.6 O diâmetro ou aresta do corpo-de-prova devem ser medidos com precisão de 0,1 mm tomando-se a média de duas medidas perpendiculares executadas no terço superior, médio e inferior do mesmo.

5.1.7 A altura do corpo-de-prova deve ser medida com erro inferior a 1,0 mm.

5.1.8 As amostras devem ser armazenadas por período inferior a 30 dias antes da realização do ensaio, preservando, tanto quanto possível, sua umidade natural. No caso de realização de ensaio saturado, as mesmas devem permanecer imersas em água no mínimo 72 horas antes do mesmo, até constância de massa.

5.2 Número de corpos-de-prova

5.2.1 O número de corpos-de-prova para ensaio deve ser determinado em cada caso, sendo recomendado o mínimo de cinco corpos-de-prova.

5.2.2 No caso da rocha apresentar anisotropia, recomenda-se executar ensaios com a direção dos esforços paralela, perpendicular, a 30° e a 45° com a direção do acamamento, xistosidade ou gnaissificação, sendo ensaiados no mínimo cinco corpos-de-prova em cada direção.

5.3 Ensaio

5.3.1 Centrar cuidadosamente o corpo-de-prova na máquina de ensaio. Aplicar uma pequena carga ($\approx 0,01$ MPa) para pequenos ajustes iniciais. Conferir o correto posicionamento do corpo-de-prova, pratos e rótula em relação à aplicação dos esforços da máquina.

5.3.2 Aplicar a carga continuamente a uma velocidade constante de 0,5 MPa/min a 1,0 MPa/min.

5.3.3 Registrar a carga e as deformações longitudinais e axiais a espaços regulares durante o ensaio, caso não sejam registradas continuamente. No mínimo dez leituras devem ser feitas para definir o diagrama tensão-deformação.

5.3.4 As cargas devem ser aplicadas até a ruptura do corpo-de-prova ou, no mínimo, até 50% da resistência à compressão simples do mesmo.

6 RESULTADOS

6.1 Cálculos

6.1.1 As deformações específicas longitudinal ϵ_l e a transversal ϵ_t podem ser registradas diretamente dos equipamentos medidores de deformação, ou calculadas através de:

$$\epsilon_l = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{e} \quad \epsilon_t = \frac{\Delta t}{t_0}$$

Onde:

Δl e Δt = variação na medida dos comprimentos (positivos para uma diminuição do comprimento)

l_0 e t_0 = comprimento inicial das bases de medida.

6.1.2 A tensão de compressão no corpo-de-prova σ é calculada dividindo-se o esforço de compressão P pela área inicial A_0 da seção transversal do mesmo. Tensões de compressão são convencionadas positivas, e, de tração, negativas.

6.1.3 O módulo de deformação E (definido como a relação entre a variação de tensão aplicada pela deformação específica longitudinal) pode ser calculado nos seguintes casos principais:

- a) módulo tangente (ver 3.2), calculado para uma porcentagem da carga de ruptura do material, equivalente a 50% do valor da resistência à compressão uniaxial simples;
- b) módulo tangente médio, calculado a partir da média das inclinações da parte linear do diagrama tensão x deformação;
- c) módulos secantes instantâneos e após fluência, calculados da tensão inicial de ensaio (0,01 MPa) até a tensão correspondente a 50% (-) da resistência à compressão uniaxial simples;
- d) coeficiente de Poisson, calculado a partir da relação entre a deformação específica transversal e a longitudinal, afetada do sinal negativo.

$$\mu = - \frac{\epsilon_t}{\epsilon_l}$$

6.2 Apresentação dos resultados

Devem ser apresentados as seguintes informações do ensaio:

- a) descrição litológica da rocha;
- b) orientação do eixo de aplicação de esforços com a anisotropia do corpo-de-prova (planos de acamamento, foliação, etc.);
- c) mapeamento de fraquezas estruturais no corpo-de-prova (fraturas, falhas, etc.);
- d) fonte da amostra, incluindo localização geográfica, profundidade, orientação, método de amostragem, etc.;
- e) número de corpos-de-prova ensaiados;
- f) comprimento e diâmetro (ou aresta) do corpo-de-prova;
- g) absorção d'água e grau de saturação;
- h) duração do ensaio e velocidade de aplicação de cargas;
- i) data da realização do ensaio e tipo de máquinas;
- j) modo de ruptura, se houver; cisalhamento, clivagem axial, etc.;

- l) outras observações de interesse, tais como peso específico aparente, porosidade, etc.;
 - m) valores de cargas aplicadas, tensões e deformações em tabelas ou registros contínuos;
 - n) valores do módulo de deformação e coeficientes de Poisson para cada amostra e valores médios obtidos, para cada método de cálculo utilizado;
 - o) observações sobre a influência da anisotropia e descontinuidade nos resultados obtidos.
-