

REALIZAÇÃO DE ENSAIOS EDOMÉTRICOS DE ENROCAMENTO COM CONTROLO DE SUCÇÃO

João Manso

Departamento de Geotecnia, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

João Marcelino

Departamento de Geotecnia, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Laura Caldeira

Departamento de Geotecnia, Laboratório Nacional de Engenharia Civil



RESUMO

A resposta deformacional de um provete de ensaio resulta na rotura dos elementos de rocha, quando as tensões de contacto ultrapassam a resistência ao esmagamento, ou de um rearranjo das suas partículas, até se atingir um estado de equilíbrio. É sabido que certos aspetos do comportamento de enrocamento, como a compressibilidade e resistência ao corte, dependem da tensão de confinamento e que essa dependência é em grande parte devida à quebra das partículas. Recentemente, tem surgido um crescente interesse no estudo da influência da sucção no comportamento do material enrocamento e, como tal, julga-se importante caracterizar esta influência. Este artigo apresenta o desenvolvimento de equipamento de aplicação de sucções no edómetro de grandes dimensões existente no laboratório. Apresentam-se ainda os resultados, quer em termos de análise da deformabilidade do material mediante as diferentes condições, quer em termos de evolução da granulometria do material. Após análise dos resultados, a eficiência do equipamento de aplicação de sucções.

Palavras-chave: enrocamento, ensaios edométricos de grandes dimensões, sucção.

1. INTRODUÇÃO

O esmagamento de partículas de um enrocamento é um dos micro-mecanismos que controla o comportamento tensão-deformação do material, mas também, em certa medida, a sua permeabilidade por alteração da curva granulométrica. Há certos aspetos que influenciam a resistência ao esmagamento de uma partícula num material granular, desde logo: a granulometria do material granular, a forma e o tamanho das partículas, a sua natureza, o estado de tensão efetiva, a trajetória de tensão efetiva, o índice de vazios, a dureza da partícula, a presença de água e a influência do tempo.

Em resposta a um dado carregamento as partículas constituintes de um enrocamento tendem a fragmentar-se. Nakata et al. (1999) mostrou que o tamanho das partículas influencia a tensão de cedência do material, quando submetido a um ensaio de compressão

unidimensional. Normalmente, as partículas de menores dimensões têm maior probabilidade de rotura que as maiores, uma vez que as partículas de maiores dimensões se encontram rodeadas por outras de menores dimensões, ocorrendo uma distribuição de tensões pelos vários contactos. Outro aspeto que influencia a resistência ao esmagamento é a carga aplicada e as condições de carregamento, sendo que um aumento de tensão num provete de material granular origina um aumento de probabilidade de rotura dos seus elementos. A forma da partícula tem também um papel relevante, tendo Lee and Farhoomand (1967) mostrado que partículas angulosas são mais suscetíveis de partir, originando uma maior compressibilidade, e tendem a ser menos influenciadas pelo número de contactos que partículas arredondadas. Nos anos 70 e 80 realizaram-se importantes ensaios que mostraram a influência da água no comportamento de enrocamento, nomeadamente, originando deformações por colapso (Veiga Pinto, 1983). Recentemente, mostrou-se que impondo uma humidade relativa de 100 % registam-se deformações de colapso iguais às observadas em provetes cuja amostra é submersa (Oldecop e Alonso, 2001). Com o objetivo de implementar um sistema para impor diferentes valores de sucção em materiais de enrocamento, desenvolveu-se um equipamento com um circuito fechado de circulação de ar que utiliza soluções sobressaturadas de diferentes sais para impor humidades relativas constantes.

2. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

O programa experimental consistiu na realização de 6 ensaios sobre um enrocamento de granulometria extensa, para várias trajetórias de tensão e sucção. O sistema de aplicação de sucção consistiu num reservatório inserido num circuito fechado de circulação de ar, aplicado num edómetro de grandes dimensões existente no laboratório. No reservatório colocaram-se várias soluções de sais sobressaturadas com vista a impor humidades relativas constantes (50, 75 e 100%) que permitiram controlar indiretamente os valores de sucção. Os ensaios realizados incluíram trajetórias de sucção constante e trajetórias com variação de sucção. Antes do início de cada ensaio ou após variação de sucção decorreu um período de tempo que permitisse o equilíbrio do sistema (massa constante).

3. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a implementação de um sistema de aplicação de sucções num edómetro de grandes dimensões, permitindo assim estudar a influência desta variável no comportamento de materiais de enrocamento. Através dos resultados obtidos pode perceber-se que tanto o sistema de bombagem, como o sistema de circulação de ar no provete ficaram áquém do necessário para impôr as sucções pretendidas. Este sistema terá de ser alvo de desenvolvimentos futuros que permitam aumentar a sua eficiência e consiga impôr com precisão as sucções pretendidas em todo o provete.

4. REFERÊNCIAS

- Nakata, F. L., Hyde, M., and Hyodo, H. (1999). A probabilistic approach to sand particle crushing in the triaxial test. *Géotechnique*, 49(5):567–583.
- Lee, K.L. e Farhoomand, I. Compressibility and crushing of granular soils in anisotropic triaxial compression. *Can. Geotech. J.* 4(1), 68–86 (1967).
- Veiga Pinto, A. Previsão do comportamento estrutural de barragens de enrocamento. Ph.D. LNEC. 1983.
- Oldecop, L.A., Alonso, E.E.. A model for rockfill compressibility. *Géotechnique* 2001;51(2):127–139.