

ISITILMIŞ BENTONİT BARIYERİNİN TERMAL-HİDROLİK (TH) ÖZELLİKLERİNİN NÜMERİK HESAPLAMALARLA VE ÖLÇÜMLERLE İNCELENMESİ

Martin Herklotz, Michael Jobmann, Kemâl Yıldızdağ

DBE TECHNOLOGY GmbH Eschenstraße 55 D-31224 Peine, Almanya

(kemalyildizdag@gmail.com)

ÖZ

Bu makalede Isı Tampon Testi (ITT) incelenmiştir. Bu test granit içinde boylamasına açılmış olan kısa bir kuyuda iki silindirik ısıtıcı üzerinde uygulanan bir ısıtma deneyidir. Alt kısımda yeralan ısıtıcı bentonit, üst kısımda yeralan ısıtıcı ise sırasıyla kum tabakası ve bentonit ile çevrelenmiştir. Test süresince meydana gelen sıcaklık, kapiler basınç, toplam basınç, poroz su basınç ve nispi nem degisimleri sensörler tarafından ölçülmüştür.

TOUGH2 adlı bilgisayar programı ile ısıtıcıların etrafında meydana gelmiş termal-hidrolik TH etkileşimli iki fazlı akış hesaplamaları yapılmıştır. TH etkileşimli akış hesaplamaları basitleştirilmiş 2 boyutlu (yarı 3 boyutlu) eksensel simetrik bir model ile gerçekleştirilmiştir. Kapiler basınç etkisi altında gelişen suya doygunluk, van Genuchten formülü ile hesaplanmış ve ısıl geçirgenlik sıcaklık ve su içeriğinin fonksiyonu olarak öngörülmüştür. Sadece termal hesaplamalar için kalibre edilmiş olan model başlangıç modeli olarak alınarak yaklaşık iki yüz otuz simülasyon uygulanmıştır. Sensitivite analizlerinden yararlanılarak kapiler basınç ile ilgili hidrolik parametreler, simülasyon sonuçlarının sensor verileri ile kalibre edilmesi için kullanılmıştır.

Sonuç olarak kapiler basıncın en hassas parametreleri belirlenmiştir; suya doygunluk S_L , Van Genuchten parametresi λ ve horizontal içsel permeabilite k_x . Isıtıcılara değişik mesafede yerleştirilmiş kapiler basınç sensörlerinin verileri ile simülasyon sonuçları arasında makul kalibrasyon değerleri istatistiksel yöntemler kullanılarak başarıyla elde edilmiştir.

Yazarlar Alman Federal Ekonomi ve Teknoloji Bakanlığı'na (BMWi = Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) bu projenin yürütülmesi aşamasında Kontrat No. FKZ 02E9743 ile temin ettikleri fondan ötürü teşekkürü borç bilir.

Anahtar Kelimeler: Bentonit, TH etkileşimi, modelleme, sensitivite analizleri, kapiler basınç

INVESTIGATION ON THE THERMAL HYDRAULIC (TH) BEHAVIOUR OF A HEATED BENTONITE BARRIER BY MEASUREMENTS AND NUMERICAL CALCULATIONS

Martin Herklotz, Michael Jobmann, Kemâl Yıldızdağ

DBE TECHNOLOGY GmbH Eschenstraße 55 D-31224 Peine, Germany
(kemalyildizdag@gmail.com)

ABSTRACT

The conducted works focused on the Temperature Buffer Test (TBT). The experiment is a heating session with the scale 1:1, is carried on with two cylindrical heaters deployed in a short vertical borehole in granite. The canister below is surrounded by bentonite, the upper one with sand layer and with bentonite respectively. The ongoing processes at the experiment site were extensively monitored with sensors for the measurement of temperature, capillary pressure, total pressure, pore water pressure and relative humidity et al.

The code TOUGH2 (Transport of Unsaturated Groundwater and Heat) was employed to calculate the TH coupled two-phase flow around two heaters. The Thermo-hydraulic coupled calculations (TH) were performed by simplified axial symmetric 2D (quasi 3D) model. Suction controlled saturation process is simulated by using van Genuchten formula and thermal conductivity is determined as a function of temperature and water content. Thermal-only calibrated model was selected as an initial model and approximately two hundred and thirty simulations were performed. With the utilizing of the sensitivity analyses, the hydraulic parameters related with capillary pressure were used in order to calibrate the results of simulations with the in-situ data.

Finally, the most sensitive parameters of capillary pressure were obtained, these are: saturation of the liquid phase S_L , Van Genuchten's notation λ and intrinsic permeability in horizontal direction k_x . For different distances to the heaters, plausible fittings among the simulated and the observed capillary pressure values were obtained by using designated statistical methods.

We would like to thank the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi = Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) for funding the research and development activities described in this paper under contract No. FKZ 02E9743.

Keywords: Bentonite, TH coupling, modelling, sensitivity analyses, capillary pressure