

EL MÉTODO P-DNS APLICADO A PROBLEMAS GEOTÉCNICOS

THE P-DNS METHOD APPLIED TO GEOTECHNICS PROBLEMS

Juan M. Gimenez^a, Alessandro Franci^a, Rafael L. Rangel^a, Eugenio Oñate^a y Sergio Idelsohn^a

^a*Centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria (CIMNE), Barcelona, Spain*

Palabras clave: Modelado multiescala, Material granular, Expansión Térmica, Medios porosos altamente fracturados

Resumen. El método de simulación numérica pseudodirecta (P-DNS) es una estrategia multiescala para la simulación computacional en alta fidelidad de la física de flujos complejos. Este enfoque basado en datos se basa en cuatro conceptos: i) resolver numéricamente ambas escalas; ii) precomputar la escala fina en elementos de volumen representativos (RVE); iii) almacenar respuestas homogeneizadas en bases de datos adimensionales; iv) resolver la escala global acoplada con la escala fina a través de modelos sustitutos basados en aprendizaje automático. En esta presentación se aplica P-DNS a problemas del ámbito geotécnico. Primero estudiaremos el comportamiento termo-mecánico de suelos granulares, en particular respecto a la conducción de calor y expansión térmica. Para esto, construimos modelos sustitutos que relacionan la conductividad térmica efectiva de materiales granulares con las propiedades locales de porosidad y anisotropía, así como la evolución de estas debido a la deformación de las partículas por el cambio de temperatura. Por otra parte se estudiará el flujo multifásico en medios porosos fracturados. Se caracteriza la geometría de las fisuras y por medio de simulaciones RVE con fracturas embebidas se homogeneiza el tensor de permeabilidad intrínseca local, permitiendo computar de forma eficiente el transporte a nivel reservorio. Los resultados confiables obtenidos con recursos modestos confirman el potencial de P-DNS como marco para construir herramientas predictivas rápidas en diferentes escenarios.

Keywords: Multiscale modeling, Granular media, Thermal expansion, Highly fractured porous media.

Abstract. The P-DNS method is a multiscale strategy for high-fidelity computational simulation of the physics of complex flows. This data-driven approach is based on four key concepts: i) solving both scales numerically; ii) precompute the fine scale into RVEs; iii) store homogenized responses in dimensionless databases; iv) solve the global scale coupled with via machine learning-based surrogate models for the fine scale. In this work, P-DNS is applied to problems in the geotechnical field. Firstly, we study the thermo-mechanical behavior of granular soils, particularly with respect to heat conduction and thermal expansion. We build surrogate models that relate the effective thermal conductivity of granular materials to the local properties of porosity and anisotropy, as well as the evolution of these according to the deformation of the particles due to temperature change. On the other hand, multiphase flow in fractured porous media is studied. The geometry of the fracture network is characterized and through RVE simulations with embedded fractures the local intrinsic permeability tensor is homogenized, allowing transport to be efficiently computed at the reservoir level. The reliable results obtained with modest resources confirm the potential of the P-DNS framework to build fast predictive tools in different scenarios.