

A „Zuckerdolomit“-sample from the Piora Mulde (Switzerland), studied by an in situ applied load experiment using neutron time-of-flight diffraction

Eine „Zuckerdolomit“-Probe aus der Piora-Mulde (Schweiz), getestet in einem in situ Belastungsexperiment mit Neutronen-Flugzeit Diffraktion

KURT WALTHER (Berlin), ALEXANDER FRISCHBUTTER (Potsdam), CHRISTIAN SCHEFFZÜK (Berlin and Dubna), R. NAUMANN (Potsdam) & IVAN V. BROVKIN (Dubna)

Key words intracrystalline strain, texture, applied load experiment, neutron time-of-flight diffraction, Zuckerdolomit

Abstract

“Zuckerdolomit” is a rock, which - due to its geomechanical behaviour – has frequently been discussed by geologists, last but not least, because its importance from the geoengineering point of view. A sample collected in the Piora Mulde (Central Switzerland) was studied in a long term experiment applying uniaxial load to a cylindrical sample (30 mm Ø, 60 mm length). The experiment was carried out at the time-of-flight-diffractometer EPSILON-MDS in combination with the pressure device EXSTRESS at the pulsed neutron source IBR-2 in Dubna (Russia). During a previous experiment texture and residual strain were determined for the same specimen (Scheffzük *et al.*, 2008).

Applied load was increased in steps up to 36 MPa, in each case separated by an exposition time of 24 h. This final level was followed by a period retaining the load by fixed pistons (17 days). Afterwards, the sample was completely unloaded and measured within this state before load was increased again up to the level which was reached already prior to unloading. The attempt to continue the experiment by a further increase of applied load failed: The sample immediately collapsed into a sandy (medium grain size) material. The entire experiment was carried out over a time span of about 591 hours.

Dolomite- and anhydrite lattice spacing were determined for each stage of deformation, by calculation from the obtained neutron diffraction patterns. Till the 17 days interruption of the experiment, all dolomite spacing reacted more or less uniform to the increasing compression, - in contrast the anhydrite responded more irregular. Deviatoric loading was observed during the time of clamped pistons. As a result of unloading, the dolomite lattice spacing responded with medium strain release. In comparison, strain release of the anhydrite spacing was much stronger.

From the experimental results one may conclude: The sample could be uniaxially loaded up to ~36 MPa, but collapsed if repeated loading up to about 38 MPa followed a state of complete unloading after a previous “longer” rest under a fixed final load of ~36 MPa. It needs to be assumed, that – besides the residual strain state - distinctly different elastic constants of the components increase the effects of texture relations within the rock. In addition, the chosen time scale may have determined the achieved experimental result. Clearly, the hydration of anhydrite to gypsum may be one, but not the only reason for the special behaviour of the material.

Zusammenfassung

„Zuckerdolomit“ ist wegen seiner spezifischen geomechanischen Eigenschaften ein wiederholt unter Geologen diskutiertes Gesteinsmaterial. Eine zylindrische Probe (30 mm Ø, 60 mm lang) aus der Piora-Mulde (Schweiz) wurde in einem „Langzeit“-versuch getestet. Das Experiment wurde in der Kombination von Flugzeit-Diffraktometer EPSILON-MDS und uniaxialer Deformationseinrichtung EXSTRESS an der gepulsten Neutronenquelle des Forschungsreaktors IBR-2 in Dubna (Russische Föderation) durchgeführt.

Die Belastung erfolgte in Abständen von ca. 24 h (Messzeit für Strainbestimmung) bis auf ca. 36 MPa. Danach stand die Probe etwa 17 Tage unter nahezu konstanter Last. Vollständige Entlastung der Probe und Strainmessung (24 h) folgten. Anschließend wurde die Probe erneut bis auf das Niveau vor der Entlastung belastet. Der Versuch, das Experiment mit weiterer Belastung fortzusetzen, scheiterte, – die Probe zerfiel in ein sandiges (mittelkörniges) Material. Das Experiment wurde über einen Zeitraum von etwa 591 Stunden ausgeführt.

Für jede Deformationsstufe sind aus den aufgenommenen Beugungsspektren Dolomit- und Anhydrit-Netzebenenabstände berechnet worden. Bis zur Unterbrechung des Experimentes reagierte das Kristallgitter von Dolomit mehr oder weniger einheitlich mit zunehmender Kompression, Anhydrit dagegen mehr wechselhaft. In der Ruhephase wird deviatorischer Strain beobachtet. Auf die Entlastung reagieren die Dolomitnetzebenen mit mäßiger Entlastung, die des Anhydrits dagegen wesentlich deutlicher.

Die Ergebnisse der Experimente lassen folgende Schlussfolgerungen zu: Die Probe wurde bis etwa 36 MPa uniaxial belastet, zerfällt jedoch im Fall des Versuchs einer wiederholten Belastung nach vollständiger Entlastung im Anschluß an eine „längere“ Ruhephase. Es wird vermutet, dass das Wechselspiel zwischen verschiedenen anisotropen Materialeigenschaften (Potenzierung der Auswirkungen stark unterschiedlich elastischerer Konstanten der Komponenten durch spezifische Texturverhältnisse, intrakristalliner Strain etc.) unter dem Einfluß der gewählten Zeitskala wesentlich das Experimentergebnis bestimmt. Die Hydratisierung von Anhydrit zu Gips ist offensichtlich generell nicht unbedingt die einzige Ursache für das spezifische Materialverhalten.