

Numerische Untersuchung von Schervorgängen in homogenen Sandproben mit diskreten Partikeln

Zusammenfassung

Schervorgänge spielen in der Bodenmechanik eine große Rolle, da sie das Tragverhalten und damit die Sicherheit einer Bauwerksgründung in hohem Maße beeinflussen. In der vorliegenden Arbeit wird die Modellierung von solchen Schervorgängen mit der „Partikelmethode“ erläutert – statt verformbarer Elemente wird hierbei das mechanische Verhalten granularer Materialien durch diskrete, starre Scheiben oder Kugeln beschrieben, die sich unabhängig voneinander bewegen können. Mit dem Programm *PFC^{2D}*, das auf dieser Methode aufbaut, werden reale Sandbox-Experimente nachgerechnet, die am Geologischen Institut der RWTH Aachen im Rahmen eines Forschungsprojekts durchgeführt werden. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen wird dabei unter anderem das Abscherverhalten homogener Sandproben untersucht.

Vor der Umsetzung der gegebenen Problemstellung in ein numerisches Modell wird ein Überblick über maßgebende Einflussparameter auf den Schervorgang eines nichtbindigen Bodens gegeben, und zwar sowohl aus bodenmechanischer als auch aus numerischer Sicht. Die gefundenen Erkenntnisse dienen zur Definition von Eingangsgrößen für das numerische Modell. In diesem Zusammenhang wird die Frage erörtert, wie sich die Ergebnisse einer (zweidimensionalen) Simulationsrechnung auf reale (dreidimensionale) Bodenverhältnisse übertragen lassen. Neben der Modellierung der Sandbox-Versuche steht die Entwicklung grafischer Auswertemethoden im Mittelpunkt der Arbeit. Mit Hilfe selbst erstellter Programmroutinen lassen sich Kornrotationen, die Porenzahlverteilung in der Probe sowie die inkrementellen Verschiebungen und Beschleunigungen der einzelnen Partikel während des Abschervorgangs visualisieren. Auf diese Weise gewinnt man zusätzliche Einblicke in die Phänomene, die beim Abschern in einer Bodenprobe ablaufen (z.B. Lokalisierung und Entwicklung der Scherfuge).

Die Ergebnisse der grafischen und analytischen Auswertung der durchgeführten Sandbox-Analysen offenbaren für ein dicht gelagertes Material mit hoher Festigkeit ein grundlegend anderes Verhalten als für ein locker gelagertes mit geringer Festigkeit – während ersteres über einen Starrkörperbruchmechanismus mit diskreten Scherfugen versagt, baut letzteres die aufgebrachte Beanspruchung über eine gleichmäßige Umstrukturierung des Korngerüsts ab.

Die Partikelmethode hat für die betrachtete Problemstellung ihre Funktionalität unter Beweis gestellt, da sämtliche Simulationsergebnisse qualitativ und, mit geringen Abstrichen, auch quantitativ mit realem Bodenverhalten übereinstimmen.