



Bergische Universität Wuppertal

Fachbereich D

Abteilung Bauingenieurwesen

**Berichte des Lehr- und
Forschungsgebietes Geotechnik**

Nr. 28

Juli 2005

Martin Pohl

**Modellierung von granularen Böden und biegsamen
Bauwerken mit Hilfe der DEM am Beispiel einer
eingebetteten Spundwand**

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. M. Pulsfort
und Prof. em. Dr.-Ing. B. Walz

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2005

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4393-3

ISSN 1438-809X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Kurzfassung

Der Particle Flow Code in drei Dimensionen (PFC3^D), der eine Vereinfachung der Distinct Element Method darstellt, wurde für die folgenden numerischen Simulationen verwendet:

Das Verhältnis Kugelanzahl pro Wandabschnitt wurde für die Erzielung reproduzierbarer Eigenschaften des granularen Bodenmodells zu mindestens 15 bestimmt.

In Abhängigkeit von der Variation der Containergeometrie ändern sich die Eigenschaften des numerischen Bodenmodells. Für unterschiedliche Containergeometrien und Kugelgrößen wurden die erforderlichen Kugelparameter für die Simulation spezifischer granularer Böden ($\varphi = 30^\circ$, $\varphi = 35^\circ$, $\varphi = 40^\circ$; $n = 0,400$) bestimmt. Hergeleitete mathematische Funktionen ermöglichen dem Benutzer die Abschätzung der erforderlichen Kugelparameter zwecks Simulation eines spezifischen granularen Bodens in einem definierten Container.

Anhand numerisch simulierter Triaxialversuche mit einem abgestuften Bodenmodell wurde der Einfluss der das Bodenmodell kennzeichnenden Parameter auf das Verhalten und die Eigenschaften des Bodenmodells dargelegt.

Die Simulation der Bodenabgrabung wurde vor einer nicht gestützten Spundwand (Larsen 601), einer einlagig gestützten Spundwand und einer einlagig gestützten Spundwand mit plastischem Fließgelenk durchgeführt. Das numerische Spundwandmodell wurde durch positionierte Kugeln, die biegesteif mit Bindungen gekoppelt waren, hergestellt. Ein Algorithmus wurde entwickelt, mit dem die Biegemomente und Querkräfte in der Spundwand, die Verschiebung der Wand sowie die Erddruckspannungen vor und hinter der Wand ermittelt werden können. Für die Simulation der nicht gestützten Spundwand wurden Variationen - die Bodenkugelgröße sowie die Bodenkugelgenerierung betreffend - durchgeführt. Die Ergebnisse mit eingeregneten Bodenkugeln sind realitätsnah.

Die Simulation einer einlagig gestützten Spundwand führt ebenfalls zu realitätsnahen Ergebnissen. Mit fortschreitendem Aushub findet eine Erddruckumlagerung zur Steife hin statt. Durch die numerische Simulation einer einlagig gestützten Spundwand mit Fließgelenk konnte erstmalig das Verhalten eines solchen Systems ohne künstliche Schwächung oder Wasserüberdruck betrachtet werden.

Kleinmaßstäbliche Modellversuche wurden mit einer Aluminiumplatte, die eine Spundwand repräsentiert, durchgeführt. Dehnungsmessstreifen sowie Weg- und Kraftgeber erfassten die Messgrößen, die infolge des durchgeführten Abgrabungsvorganges vor der Modellwand entstehen. Biegesteifigkeit, Steifenlage und Auflastaufbringung wurden in verschiedener Weise variiert. Es wurden zudem Versuche einer Wand mit plastischem Fließgelenk vorgenommen, das in Form einer künstlichen Schwächung abgebildet wurde.

Die numerische Simulation des 1g- Modellversuches mit nicht gestützter Modellwand liefert - für die bisher abgedeckten Aushubzustände - gut übereinstimmende Ergebnisse.