



5: Horizontalkraft-Verschiebungs-Diagramm der Scherversuche für sphärische (oben) bzw. polyhedrale (unten) Partikel

Man sieht in diesem Fall eine signifikante Abweichung der Simulation bei sphärischen Partikeln gegenüber dem Experiment. Dies wird dadurch begründet, dass das tatsächlich auftretende Dilatanz- und Kontraktanzverhalten der Probe primär ein geometrischer Effekt ist und alleine durch Modifikationen der anderen Materialparameter nicht mehr ausgeglichen werden kann. Bei polyhedralen Partikeln wiederum kann dieser Effekt hervorragend abgebildet werden.

Zusammenfassung

Die Diskrete-Elemente-Methode bietet die einzigartige Möglichkeit, Laborexperimente und Feldversuche von granula-

ren Medien wie dem Eisenbahnschotter reproduzierbar zu machen. Daraus lassen sich Einsichten in bis zum heutigen Tag unverstandene Phänomene gewinnen. Die Restriktionen der vergangenen Jahre oder Jahrzehnte, die fehlende Wirklichkeitsnähe durch zu starke Vereinfachungen, in der Regel hervorgerufen durch mangelnde Rechenleistung, sind bei den führenden DEM-Programmen aufgehoben. Mittlerweile sind konvexe Partikel oder sogar 3D-Laserscans als Partikelgeometrien möglich, wenn auch noch nicht in allen Fällen praktikabel. Offene Fragen betreffen hauptsächlich die Modellbildung sowie die Kalibrierung der Modellparameter, wobei der Ansatz über diverse Optimierungsverfahren für einfache Versuche durchaus befrie-

digende Resultate ergibt. Wie sich dieser Ansatz auf komplexe Probleme übertragen lässt, ist noch ein Forschungsthema und wird von Plasser & Theurer in weiteren Veröffentlichungen gezeigt werden.

Offene Fragen, die in den nächsten Beiträgen behandelt werden, betreffen unter anderem eine Untersuchung des Lastausbreitungswinkels in einem Gleisschotter und eine genauere Betrachtung der Kinetik der Schotterkörner bei einem Verdichtungsvorgang.

Literatur

[1] Kuttelwascher, C., Zuzic, C. (Januar 2013). Oberbauschotter – Kompendium für Österreich. Eisenbahn Ingenieur Kompendium.
 [2] Homepage ESSS. (13. 11 2018). Von <https://www.esss.co/en/company/> abgerufen am 15. März 2019.
 [3] Suhr, B., Six, K. (2017). Parametrisation of a DEM model for railway ballast under different load cases. Granular matter.
 [4] Höhner, D., Wirtz, S., Kruggel-Emden, H., Scherer, V. (2011). Comparison of the multi-sphere and polyhedral approach to simulate non-spherical particles within the discrete element method: Influence on temporal force evolution for multiple contacts. Powder Technology.
 [5] Coetzee, C. (2017). Calibration of the discrete element method. Powder Technology
 [6] Matuttis, H.-G., Jian, C. (2014). Understanding the Discrete Element Method: Simulation of Non-Spherical Particles for Granular and Multi-body Systems. Wiley.
 [7] Wensrich, C., Katterfeld, A. (2012). Rolling friction as a technique for modelling particle shape in DEM. Powder Technology.
 [8] Rackl, M., Hanley, K. J. (2017). A methodical calibration procedure for discrete element models. Powder Technology, S. 73–83.
 [9] Coetzee, C. (2016). Calibration of the discrete element method and the effect of particle shape. Powder Technology, S. 50–70.

Weitere Quellen

[i] Lim, W. L. (2004). Mechanics of Railway Ballast Behaviour. University of Nottingham.
 [ii] Rackl, M. (2018). Verifikation eines methodischen Kalibrierungsverfahrens für Diskrete-Elemente-Methode-Parameter unter Einbeziehung des Rayleigh-Zeitschritts. TU München.

Summary

Applying the Discrete-Element-Method in railway construction: inverse parameter determination

The Discrete-Element-Method (DEM) provides the possibility to get some new aspects of unsolved dynamic problems with regard to ballast tracks. However, the right and suitable simulation parameter is the basis for reliable results.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Plasser & Theurer / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019