

Study of Force Support Systems of Particulate Media using Discrete Element Method

Masafumi MIYATA*
Graham G.W. Mustoe**
Masami NAKAGAWA***
Takahiro SUGANO****

Synopsis

The current report describes the general theory of Discrete Element Method (DEM) and, then, the mathematical development of two-dimensional DEM with superquadric shaped particles and three-dimensional DEM with ellipsoidal particles for analyzing systems of general shaped rigid particles.

We investigate the force support systems of particulate media by using the two DEMs to perform a preliminary study concerning the support systems of a rubble rock foundation subjected to external loadings. In the DEM simulations, rubble rocks are modeled by smooth frictional particles. The rocks are then subject to a vertical loading of the weight of a caisson. DEM simulations performed in this report are: a) uniaxial compression tests of particulate media using the superquadric DEM, and b) similar tests using the ellipsoidal DEM. The simulation results have shown that contact force amplitudes on the loading and bottom plates have a wide range of distribution. This discrete and inhomogeneous force support system generated by the particulate media system is very different from the assumed linearly distributed reaction force between a rubble rock foundation and a bottom slab of a caisson, used in the present design code.

Key Words: discrete element method (DEM), particulate media, rubble rock foundation, force support system, vertical loading test

* Senior Researcher, Coastal Disaster Prevention Division, Coastal and Marine Research Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone: +81-468-44-5024 Fax: +81-468-44-5068 e-mail: miyata-m92y2@ysk.nilim.go.jp

** Professor, Division of Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO., 80401, USA

*** Associate Professor, Mining Division, Colorado School of Mines, Golden, CO., 80401, USA

**** Head, Structural Dynamics Division, Structural and Soil Engineering Department, Port and Airport Research Institute

個別要素法による粒状体の荷重支持機構に関する研究

宮田 正史*・Graham G.W. Mustoe**・Masami NAKAGAWA***・菅野 高弘****

要 旨

粒状体の挙動解析を対象とした2種類の個別要素法(DEM)の開発を行った。開発した手法は、1)任意楕円形粒子(Superquadric)による2次元個別要素法、および、2)楕円形粒子による3次元個別要素法である。

本研究では、開発した個別要素法を使用して、港湾で使用される捨石マウンドのような粒状体による集合体を対象として、その荷重支持機構に関する基礎的な解析を実施した。数値解析は個別要素法を用いた一軸圧縮試験であり、粒状体集合体が剛な載荷版により鉛直荷荷を受けた際の挙動を再現している。解析結果によると、載荷版に接触している各粒子の接触力は非常に大きな”ばらつき”を有し、粒状体による荷重支持は、きわめて不均質かつ離散的な支持構造であることが明らかになった。このような粒状体による不均質・離散的な荷重支持状態は、ケーソン底版に作用する捨石マウンドからの反力分布として現行設計法で想定している線形反力分布とは明らかに異なるものであった。

キーワード：個別要素法, 粒状体, 捨石マウンド, 支持機構, 鉛直荷荷試験

* 沿岸海洋研究部 沿岸防災研究室 主任研究官
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：0468-44-5024 Fax：0468-44-5068 e-mail: miyata-m92y2@ysk.nilim.go.jp

** コロラド鉱山大学(Colorado School of Mines, USA) 工学部 教授

*** コロラド鉱山大学(Colorado School of Mines, USA) 鉱山学部 助教授

**** 独立行政法人 港湾空港技術研究所 地盤・構造研究部 構造振動研究室長