



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Bearing capacity of a shallow foundation on several types of ground with cavity under dry and unsaturated conditions based on Rigid Plastic Finite Element Method [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Keba, Lukueta Eric
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16044号
Issue Date	2024-06-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92735
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Keba_Lukueta_Eric_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博士 (工学)	氏名	Keba Lukueta Eric
審査担当者 主 査 准教授	磯部 公一		
副 査 教 授	渡部 要一		
副 査 教 授	西村 聡		

学位論文題名

Bearing capacity of a shallow foundation on several types of ground with cavity under dry and unsaturated conditions based on Rigid Plastic Finite Element Method
(剛塑性有限要素解析に基づいた、様々な地盤および水理条件下における空洞が発達した地盤上の直接基礎の支持力評価)

構造物を支持する直接基礎の安定性と支持性能を十分に確保することは、地盤工学分野において最も基本的かつ重要な課題である。しかし、カルスト地形において、自然または人為的な作用により地下空洞が発達した地盤上に構造物基礎が建設され、さらに地下水流が存在する場合、その挙動は複雑になり、地盤の安定性や支持力に大きな影響を及ぼす。そのため、直接基礎と地下空洞が発達しやすい地盤との相互作用を把握することは、信頼性の高い構造物基礎の設計、施工に不可欠である。

そこで、本論文では、さまざまな地盤条件、水理条件下における、地下空洞の発達した地盤上の直接基礎の極限支持力の変化や、その破壊メカニズムの違いから、極限支持力に影響を与える地下空洞の範囲を特定している。影響範囲の特定には、著者らが開発してきた剛塑性有限要素解析 (RPFEM) を用い、数値解析手法の妥当性を、既往文献の研究成果および模型実験結果との比較により検証している。本研究で得られた成果に基づき、地下空洞の影響を受ける領域を明確にすることで、直接基礎の設計手法の高度化と、空洞の調査範囲の限定の実現を可能にしている。

第2章では、地下空洞に関連する地盤災害事例を調査し、発生要因、被災メカニズムを整理している。また、地下空洞が発達した地盤上の直接基礎の支持力評価に関する数値解析および模型実験の研究事例、および不飽和地盤上の直接基礎の支持力評価手法をとりまとめ、それぞれの研究手法の課題を整理し、本研究の新規性を示している。第3章では、RPFEMを用いて、地盤内に地下水流がなく乾燥状態、あるいは排水条件とみなすことができる水理条件下での、地下空洞が発達した地盤上の直接基礎の極限支持力を評価している。具体的には、粘性土や中間土など様々な地盤条件に対し、直接基礎と地下空洞の相対的な位置関係と極限支持力との関係を求め、地盤条件ごとに極限支持力に影響を与えるか否かを区別する臨界面を把握し、定式化している。その結果、臨界面は、せん断抵抗角が大きいほど水平方向、深度方向に拡大し、粘着力が小さいほど深度方向に拡大することを明らかにしている。なお、定式化に際し、空洞が存在しない地盤条件で発生する支持力破壊現象により生じるすべり面の到達水平距離と到達深度を正規化パラメータとして採用することで、様々な地盤条件に対しても統一的な臨界面の評価を可能にしている。第4章では、地盤内に存在する地下水が空洞へと排水されることで地下水位が低下し、地下水位以下の飽和領域と、地下水位以浅の不飽和領域が混在する水理条件下での地盤の極限支持力を評価している。その結果に基づ

き、第3章と同様の方法で臨界面を定式化している。不飽和条件下では、サクションによる見かけの粘着力の増加がもたらす正の影響よりも、空洞周辺における間隙水圧分布の不均質性がもたらす負の影響が大きく、空洞が不安定化しやすい。そのため、乾燥状態あるいは排水条件とみなすことができる水理条件下よりも、不飽和条件の方で臨界面が拡大する傾向を明らかにしている。第5章では、RPFEMによる数値解析解を補完するために、直接基礎と空洞が発達した不飽和砂地盤の相互作用、支持力への影響を評価できる重力場模型実験を開発している。実験結果と解析結果の比較を通じて、数値解析により求めた臨界面の妥当性を確認している。

これを要するに、著者は、地下空洞が発達し、地下水流れが発生する複雑な地盤および水理条件下における、直接基礎の支持力評価手法を構築し、地盤条件、水理条件ごとに極限支持力に影響を与えるか否かを区別する臨界面を定式化した。これらの成果を通じて、信頼性の高い構造物基礎の設計と、空洞の調査範囲の限定の実現に資する貴重な知見を得ており、地盤工学および基礎工学の発展に対し貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。