



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Low environmental impact type ground improvement methods using biomineral precipitation [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Ranasingha Arachchillage, Nadeeka Dilrukshi
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12912号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67473
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nadeeka_Dilrukshi_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 Ranasingha Arachchillage Nadeeka
Dilrukshi

審査担当者 主 査 教 授 川崎 了
副 査 教 授 石川 達也
副 査 教 授 藤井 義明
副 査 准教授 中島 一紀

学位論文題名

Low environmental impact type ground improvement methods using biomineral precipitation
(バイオミネラル析出を利用した低環境負荷型地盤改良工法)

軟弱地盤に構造物を建設する際には、地盤の沈下対策や液状化対策などの地盤改良が必要となる場合が多い。最近では、地盤改良の施工中および施工後の地盤環境に対する関心が高まっており、低環境負荷で従来技術の代替となる新たな地盤改良工法が必要とされている。本研究は、低環境負荷の地盤改良工法を新たに開発することを目的としており、地盤内でのバイオミネラル析出に着目している点に特徴がある。

本論文は、大きく 2 つの内容から構成されている。すなわち、リン酸カルシウム化合物 (CPC) 析出を利用した地盤改良工法 (CPC-Chem 法と CPC-Powder 法) と、植物由来ウレアーゼによる炭酸カルシウム (CC) 析出を利用した地盤改良工法 (PDUICCP 法) であり、バイオミネラルとして CPC と CC を採用している。

第 1 章は、本研究の背景、文献調査、目的、独創性について示している。

第 2 章の CPC-Chem 法では、Ca 源と P 源にそれぞれ酢酸カルシウム (CA) とリン酸水素二カルシウム (DPP) を使用し、異なる Ca 溶液と P 溶液の濃度、Ca/P 比、養生日数、砂の種類の条件下で固化した砂供試体の一軸圧縮強さ (UCS) について検討した。主な成果として、Ca/P=0.5 (CA=0.75 M, DPP=1.5 M) で作製した豊浦砂供試体の 28 日養生後において、目標 UCS である 100 kPa が得られた。また、28 日養生後に UCS=100 kPa を達成するための最適な濃度範囲は、CA=0.75~1.0 M, DPP=1.5~2.0 M となった。一方、Ca/P=1 の場合は、最適な濃度範囲が CA=DPP=0.75 M となり、この範囲は三河砂供試体でも同じであった。結論として、CPC-Chem 法が新たな低環境負荷の地盤改良工法として実現可能であると述べている。

第 3 章は、CPC-Chem 法を改良した CPC-Powder 法について述べている。リン酸塩 (リン酸三カルシウム:TCP, リン酸マグネシウム:MgP) と炭酸塩 (CC, 炭酸マグネシウム:MgC) の各粉末を混合した CPC で砂供試体を作製し、28 日養生後の UCS が 100 kPa 以上となるかどうか検討した。主な成果として、TCP または CC の粉末を CPC に添加した供試体の UCS は、これらを添加せずに CPC のみで固化した砂供試体の UCS よりも大きくなり、100 kPa 以上の UCS を示した。また、TCP または CC の CPC への添加による UCS の増加は、その添加量に比例して増加することがわかった。以上より、安価な TCP または CC を用いて CPC に添加すれば、CA および DPP の濃度を小さくしても UCS=100 kPa を満足する可能性が示唆された。一方、MgP および MgC の粉末を CPC に添加した

砂供試体では UCS が増加せず, これらの粉末添加が有効に機能しない結果となった。

第 4 章では, 微生物由来ウレアーゼにより CC を析出させる地盤改良工法 (MICP 法) に対し, 新たに PDUICCP 法について提案している。本章では, 食品廃棄物であるスイカの種からウレアーゼを抽出し, 異なる塩化カルシウム (CaCl_2) と尿素の濃度, ウレアーゼの濃度, 砂の種類, 養生期間, 養生温度の条件下で固化した砂供試体の推定 UCS について検討した。主な成果として, CaCl_2 と尿素の濃度を 0.3~0.7 M と変化させた場合には, 両濃度に比例して推定 UCS が大きくなった。ウレアーゼ活性と CaCl_2 および尿素の濃度の組合せが 14 日養生後の推定 UCS に与える影響に関しては, 大きいウレアーゼ活性に対しては大きい CaCl_2 および尿素が, 逆に小さいウレアーゼ活性に対しては小さい CaCl_2 および尿素が, それぞれ適していることが示された。ウレアーゼ活性の温度依存性に関しては, 本研究の条件下では 25 °C が適していることがわかった。本章の結論として, スイカの種から抽出したウレアーゼが, 高価な市販のウレアーゼ試薬に替えて有効利用することが可能であると判断された。

第 5 章は, 本研究で得られた成果を総括しており, CPC-Chem 法, CPC-Powder 法, PDUICCP 法が新しい地盤改良工法として有望であることを結論付けていると同時に, 今後の研究課題について述べている。

これを要するに, 著者は, 新たなバイオミネラル析出による地盤改良工法である CPC-Chem 法, CPC-Powder 法, PDUICCP 法による砂供試体の最適な固化条件と強度向上の効果を確認すると同時に, UCS が 100 kPa~数 MPa となる地盤改良工法を独自に提案しており, 環境地盤工学の発展に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があるものと認める。