

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	HERIANSYAH PUTRA
審査委員	主査 安原 英明 副査 岡村 未対 副査 森 伸一郎 副査 Ahmad Rifa' i

論文名 Optimization of Enzyme-Mediated Calcite Precipitation for Soil Improvement Technique

### 審査結果の要旨

本論文は、生体触媒であるウレアーゼの尿素加水分解機能を利用した炭酸カルシウム結晶析出による地盤固化工法を提案している。提案の地盤固化技術は、地盤の液状化対策等に適用することができ、本工法の実用化が期待される。本論文では、地盤固化効果を発揮する注入材量の最適配合の検討から、砂供試体への注入試験を実施している。研究成果の概要は以下のようである。

#### 1. グラウト材量の最適配合の決定

グラウト材として使用するウレアーゼ、尿素、塩化カルシウム濃度を変化させ、試験管試験を実施することにより、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムの析出速度・最終析出量を測定している。その結果として最適なグラウト材の配合を提案している。

#### 2. 砂供試体への注入試験

グラウト材の最適配合を決定した後、その配合に調濃したグラウト材を直径 50mm、高さ 100mm の砂供試体に注入し、砂供試体の変形・強度特性の改善効果を検討している。改良供試体の一軸圧縮強さは数 MPa まで強化されており、軟岩程度までその強度が増加している。この実験より、本論文で提案している地盤固化技術の有用性を示している。

#### 3. マグネシウム材の添加影響の評価

ウレアーゼ、尿素、塩化カルシウムを主材料としたグラウト材に、塩化マグネシウムおよび硫酸マグネシウムを添加することで、その改良効果を検討している。主グラウト材に、マグネシウム系材料を添加することで、改良体の固化速度を低下させることに成功している。また、固化時間をより正確に制御することも可能としている。さらに、従来よりも固化強度を高めることを確認している。

#### 4. ゼオライト添加によるアンモニア除去効果の検討

本論文で提案している地盤固化技術は、グラウト材注入による副産物としてアンモニアが発生する。アンモニア濃度を環境基準値以下にするため、グラウト材にゼオライトを添加し、アンモニアの除去効果を検討している。室内試験の結果、ゼオライト添加により、アンモニウムイオンを大幅に低下させることに成功している。本工法を現場適用するための貴重な成果を示している。

本論文の公聴会は、平成 29 年 8 月 3 日に工学部 2 号館 E221 番教室で実施された。続いて、学位論文審査委員会が工学部 2 号館 214 号室で行われた。審査の結果、本論文は生体触媒を利用した新たな地盤改良技術の開発とその有用性を検討しており、得られた成果は技術的にも学術的にも重要な貢献をしていると認め、全員一致して博士(工学)の学位を授与するに相当と判定した。