

2019年 10月 23日

工学研究科委員長  
掛下 知行 殿

## 審査委員会報告書

審 査 委 員	
(主査) 教授 片岡 勲	教授 ⑩
教授 掛下 知行	
教授 山下 清隆	

学位論文提出者氏名 土屋 勉

学位論文題目

高速ウォータージェットの流動特性の解析とその応用技術に関する研究

学位申請受理年月日 2019年6月10日

1. 学位論文の内容の要旨  
別紙論文要旨のとおり

2. 学位論文審査結果の要旨

申請者は地盤改良に用いる高速ウォータージェットについてその流体力学的な特性を実験的並びに理論的に明らかにすると共に、それを用いて実際の矩形改良体の造成に適用し新規性のある技術を開発している。本論文の結果により高速ウォータージェットの流体力学的な構造の解明が進み、密度分布や速度分布といった基本的な物理量について、流れ方向の各位置での分布を正確にシミュレーションすることが可能となった。また、こうした結果を応用して従来にない新しい矩形改良体の造成方法を開発している。また、地中にある改良体の径や、強度を測定する方法を提案し、新規性のある地盤改良の技術を開発している。

論文は6章より構成されている。第1章では高速ウォータージェットを用いた地盤改良技術の概要とその技術開発の進展について述べ、地盤改良における学術的、技術的な課題を明らかにし、本論文の目的とその位置付けについて述べている。第2章では、地盤改良に用いられる高圧、高速のウォータージェットの流動構造解明のため均質流モデルを用いた解析を行っている。解析結果はレーザーシュリーレン

法を用いて測定したジェットの半径方向の液相体積率分布の実験結果を良好に予測している。解析モデルは、高速ウォータージェットを液滴流として均質流モデルで取扱い、質量、運動量、乱流エネルギーの保存方程式を拡散モデルを用いて解くことにより、流れ方向の各位置での液相体積率分布並びにジェット半径を解析的に予測し、実験結果と良好な一致をみている。第3章では高圧、高速のウォータージェットのジェット半径方向の速度分布の解析を行い実験結果と比較している。均質流モデルに基づく、質量、運動量、乱流エネルギーの保存方程式をノズル出口の速度分布、乱流速度分布ならびにジェット外縁部での摩擦応力を境界条件として与えて解くことによってウォータージェットのノズル出口からの各距離における速度分布、乱流速度分布を求め、本論文でのすべての条件において実験結果を極めて良好に予測できることを示している。第4章では第2章と第3章の基礎的な研究に基づき、高圧のジェット噴射装置を用いて矩形改良体を造成する方法について、その原理を提案し、それを実際の地盤に適用する実験を行って実証した結果について報告している。第5章では矩形改良体の造成実証実験を受けて、施工後に改良体を取り出さずにその径を確認する2つの方法として温度測定による測定方法とSWS試験による測定方法の開発を行うとともに、改良体の強度とそのばらつきについての測定を行った結果について報告している。第6章では本論文のまとめと今後の課題、展望について述べている。

これらの研究成果は工業的そして学術的に重要な知見であって、学位論文として十分に価値がある。また、提出された論文の内容から、申請者は研究者として十分な知識と研究能力を持っていると判断される。

以上の事から、提出された論文には学術的に重要な多くの新しい知見が含まれており、博士の学位を授与するにふさわしいものと判断した。

### 3. 公聴会の日時

2019年10月16日 午後4時から5時

### 4. 最終試験結果の要旨

2019年10月16日（水）、論文内容およびそれに関連したいくつかの事項について試問を行った結果、的確な回答が得られたので、最終試験を「合格」とした。

### 5. 審査委員会の所見

論文内容に関する審査の結果及び最終試験結果などを考慮して、申請者は博士（工学）の学位を授与される資格を有すると認める。