

氏名	入江 彰
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3197号
学位授与の日付	平成18年 3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科地球・環境システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	トンネル掘削における地盤環境保全に関する研究
論文審査委員	教授 西垣 誠 教授 花村 哲也 助教授 鈴木 茂之

#### 学位論文内容の要旨

地下水は人類が生きていく上で欠かすことのできない資源であり、その利用の歴史は古い。近年、技術の進歩により地下構造物が大規模化し、その設置位置が深さ方向にも平面方向にも広がりつつあり、地下構造物の施工と人類の生活との接点は確実に増えている。このため、地盤・地下水環境問題への対応の重要性も高まっており、これまで以上の取組みが重要となっている。地下水環境問題は広域かつ顕在化するまでに長時間を要する性格のものであるため、その評価にあたっては高度な数値シミュレーションが有効であるが、実績に裏打ちされた確実性をもつ簡易な手法が用いられることも少なくない。本研究では、地下構造物として代表的なトンネル工事による地盤・地下水環境への影響について具体事例を調査し、絞り込まれた影響評価指標について、実用性の高い予測手法を提案した。

論文の中ではまず、トンネル工事における地下水・環境問題やその対策工法等について調査し、地下水環境問題がトンネルプロジェクトに及ぼす影響度についてコスト面からの分析を行ない、地下水問題の重要性を論述した。

次に、山岳トンネル掘削による生活用水の水源枯渇問題や植生への影響問題に対して、地下水位変動の影響圏とトンネル内湧水流量について、従来の簡易手法では前提条件として取扱っていたなかった降雨と透水係数を入力条件とした手法を提案した。有限要素法を用いた2次元の飽和-不飽和浸透流解析結果との比較に加え、実データ等との比較による精度の検証を行い、極めて有用な手法であることを示した。また、これまで専門家が経験的に決定していた浸透流の数値シミュレーションのモデル化領域をこの影響圏を用いて設定する方法を提案した。

さらに、地盤内応力の再配分による変形の観点から論じられることが多いトンネル掘削に伴う地表沈下問題に対して、沈下量を予測するため浸透流解析の基礎式の中に圧密理論を組み込んだ数値シミュレーション手法を提案し、その妥当性を簡易な1次元の室内実験により検証した。また、先進注入による地下水位低下防止工の地表沈下防止効果の事前検討に適用できることを確認した。この手法では透水試験と圧密試験により得られるデータのみが入力値となっており、従来の解析シミュレーション手法に比べて極めて実用的な地表沈下予測が可能となった。

## 論文審査結果の要旨

本研究は、トンネルを掘削していく中で不可避であると認識されながら特殊な場合を除いて曖昧にされてきた地下水関連の地盤環境影響に焦点を当て、現状の問題点を整理すると共に影響の評価指標を予測する手法を具体的に提案したものである。

近年、トンネル掘削に伴う地盤や地下水環境の変化が自然社会環境問題として公表される例が多く見られる。これらの問題に対する予測や対策は問題発生後となること例が多いのが実情で、計画段階から検討されるケースは限られる。本研究はまず、これらの環境問題がプロジェクトとしてのトンネルに与える影響度について検討している。次に、トンネル周辺の住民の生活や自然環境などへの影響評価の基礎指標である地下水位変動の影響圏とトンネル内湧水流量に関する従来の簡易予測手法を調査し、これらの手法では取扱っていなかった地下水関連予測の基本データ（降雨と透水係数）を入力条件とした手法を提案している。あわせて、浸透流解析においてモデル化すべき領域の設定にこの影響圏を用いる方法を示している。この簡易法とその適用性に関する検討は我が国でも権威のある土木学会よりきわめて優れた研究と評価され、土木学会論文集第Ⅲ分野2003年度発表件数70余件の中から同分野編集委員会より論文賞に推薦されているほか、この発表に基づき台湾土木水理学会よりシンポジウムでの講演の打診を受けるに至っている。本研究はさらに、トンネル掘削に伴う地表沈下量の解析予測手法を提案している。従来の研究では説明変数の多さや計算時間の膨大さなど実用上の問題があるのに対し、本手法は浸透流解析の基礎式の中に圧密理論を組み込み透水試験と圧密試験により得られるデータのみを入力値とすることにより上述の問題の解決している。精度については研究中で実験による検証が行われているほか、実現場に適用された成果が別に報告されている経緯がある。また、開発過程で得られた研究成果はいくつかの学術研究論文としてまとめられ公表されている。

本研究はきわめて独創的かつ地盤環境問題の解決に貢献するものであり、ここで得られた結果は、経済・社会的な貢献度も大きなものである。これらの成果より、本論文は博士学位論文に値するものと認定する。