

氏 名	おか ざき じゅん 岡 崎 準
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3777 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	膨張性地山におけるトンネル覆工の合理的な設計に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 田村 武 教授 大西 有三 助教授 朝倉 俊弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、膨張性地山におけるトンネル二次覆工の施工実績ならびにひび割れ発生状況と覆工打設前に得られる地形・地質状況および変位状況に関して基礎的な相関分析を行うとともに多変量解析を実施し、膨張性地山に適した覆工の設計手法を提案したものである。またあわせて、変位データから覆工に作用する荷重を求める推定法とひび割れ発生時に着目した部材耐力の算定法により提案する設計手法を評価している。本論文は全体で7章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、目的および論文構成を述べている。とくに近年、鉄道トンネルの覆工コンクリートの剥落事故が大きな社会問題となっているが、これが1つの研究動機であることを述べている。

第2章は、既往の研究と施工事例の評価を行っている。前半では関連するこれまでの研究から得られた知見を紹介し、後半では膨張性地山における施工事例および供用開始後のトンネル覆工の変状事例を説明している。

第3章は覆工のひび割れ発生状況に関する分析を述べたものである。覆工のひび割れ調査結果から、変位状況、覆工内の応力状態とひび割れ発生状況との関係を明らかにするとともに、多変量解析を用いて外力作用によるひび割れ発生に関する判別式を提案している。とくに覆工打設直前における内空変位速度に対応する短期残留応力による影響と、覆工打設直前までの内空全変位量による長期残留応力による影響に分けて説明すると判別式の精度が上がることを示した。また、それを実際の膨張性地山でのトンネル施工実績と比較し、その有効性を検証した。

第4章は覆工仕様に関する多変量解析を述べたものである。トンネル掘削から覆工打設までに得られる地質、変位等のデータを説明変数として適宜組み合わせ、ひび割れ発生量や覆工仕様を目的変数として多変量解析を行った。これにより、無筋コンクリート覆工におけるひび割れを評価するには、土被り、地山強度比および一次支保耐力のみならず内空変位およびその速度を説明変数に加えると大きな相関係数のもとでひび割れ密度を予測できることを示した。また、鋼繊維補強コンクリート覆工の区間にこれを適用すると実際のひび割れ密度よりも大きな値となった。これにより鋼繊維補強コンクリート覆工はひび割れ抑止に大きな効果を有することが判明した。

第5章は変位未収束区間における覆工作用荷重の検討を述べたものである。膨張性地山における覆工内発生応力の計測結果と内空変位計測値と力学モデルを用いて得られる計算値の比較を行い、覆工に作用する荷重の大きさの推定方法を提案した。さらに、ひび割れ幅を0.2mm以下にするための覆工の設計に有効なノモグラムを作成した。

第6章は覆工設計法の提案を述べたものである。これまでの章の成果に基づいたトンネル二次覆工の3種類の仕様選定法を提案し、それを実際のトンネルでの実績と比較しながら、それらが膨張性地山のトンネル施工に有効な手法であることを明らかにした。具体的には実施工データを用いた各手法による覆工仕様選定結果の対比により、第3章の手法の場合、覆工の施工実績と非常に近い結果が得られること、第4章の手法では、第3章の方法と比較して安全側の設計となること、また、第5章の手法については覆工打設時に内空変位が収束していない場合に有効であることを示した。

第7章は結論であって、本研究で得られた知見を各章ごとにまとめた内容である。また、本研究で考察しえなかつたいく

つかの今後の課題について説明を加えている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、膨張性地山におけるトンネル二次覆工の施工実績ならびにひび割れ発生状況と覆工打設前に得られる地形・地質状況および変位状況に関して基礎的な相関分析を行うとともに多変量解析を実施し、膨張性地山に適した覆工の設計手法を提案したものである。またあわせて、変位データから覆工に作用する荷重を求める推定法とひび割れ発生時に着目した部材耐力の算定法により提案する設計手法を評価している。得られた成果は以下のとおりである。

1. 覆工のひび割れ調査結果から、変位状況、覆工内の応力状態とひび割れ発生状況との関係を明らかにするとともに、多変量解析を用いて外力作用によるひび割れ発生に関する判別式を提案している。とくに覆工打設直前における内空変位速度に対応する短期残留応力による影響と、覆工打設直前までの内空全変位量による長期残留応力による影響に分けて説明すると判別式の精度が上がることを示した。また、それを実際の膨張性地山でのトンネル施工実績と比較し、その有効性を検証した。
2. トンネル掘削から覆工打設までに得られる地質、変位等のデータを説明変数として適宜組み合わせ、ひび割れ発生量や覆工仕様を目的変数として多変量解析を行った。これにより、無筋コンクリート覆工におけるひび割れを評価するには、土被り、地山強度比および一次支保耐力のみならず内空変位およびその速度を説明変数に加えると大きな相関係数のもとでひび割れ密度を予測できることを示した。また、鋼繊維補強コンクリート覆工の区間にこれを適用すると実際のひび割れ密度よりも大きな値となった。これにより鋼繊維補強コンクリート覆工はひび割れ抑止に大きな効果を有することが判明した。
3. 膨張性地山における覆工内発生応力の計測結果と内空変位計測値と力学モデルを用いて得られる計算値の比較を行い、覆工に作用する荷重の大きさの推定方法を提案した。さらに、ひび割れ幅を0.2mm以下にするための覆工の設計に有効なノモグラムを作成した。
4. 以上に基づいたトンネル二次覆工の仕様選定法を提案し、それを実際のトンネルでの実績と比較しながら、膨張性地山のトンネル施工に有効な手法であることを明らかにした。

以上要するに本論文は、これまで多くの議論がありながら定性的かつ定量的な研究の滞っていた膨張性地山におけるトンネル二次覆工の設計方法を実証的に論じたものであって、實際上、学術上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年1月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。