

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	RANKOTH CHAMILA KUMARA
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第26号
学位授与年月日	2016年 9月 16日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目	Investigation of time dependent stress at crown of second lining concrete of NATM tunnels for mitigating longitudinal cracks
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 細田 暁 横浜国立大学 教授 椿 龍哉 横浜国立大学 教授 山田 均 横浜国立大学 教授 早野 公敏 横浜国立大学 准教授 西尾 真由子

論文及び審査結果の要旨

本研究は、山岳トンネルの施工で主に用いられる NATM 工法によるトンネルの二次覆工コンクリートに発生するひび割れの原因解明と抑制方法を提案するためのものである。有限要素法による数値シミュレーションを実構造物での計測結果で検証しており、特に、発生原因についての検討がほとんどなされていないトンネル天端部の縦断方向のひび割れの発生原因の検討内容は新規性が高く、このひび割れと、インバートの外部拘束により発生する周方向のひび割れの抑制対策を、数値シミュレーションの結果に基づいて提案しており、トンネルの二次覆工コンクリートが耐久性を発揮するための有用な知見が多く得られている。

序論では、NATM 工法に関する説明、トンネルの点検データの分析に基づく二次覆工コンクリートのひび割れ抑制のニーズ等の研究の背景が述べられ、本研究の目的がまとめられている。

2章では、本研究に関連する既往の研究がレビューされている。

3章では、トンネル二次覆工コンクリートの変形挙動をシミュレーションするための有限要素モデルの構築について述べられている。トンネルを取り巻く岩盤、吹付けコンクリートによる一次覆工、二次覆工との間に配置される防水シート、二次覆工コンクリートに関する力学的モデルと、熱力学的モデルが提案され、実構造物における計測結果により検証されている。特に、防水シートにより二次覆工と一次覆工の付着が低減される効果と、防水シートにより二次覆工コンクリートの発熱が一次覆工と岩盤に伝わりにくくなる効果が適切にモデル化されている。計測結果に基づいて検証されたモデルに基づいて、二次覆工コンクリートの天端部に主として自重とコンクリートの発熱により発生する応力の時刻歴変化が解明されている。

4章では、3章で構築された有限要素モデルを用いて、パラメトリック解析が行われ、天端部の軸方向ひび割れを誘発する周方向引張応力を低減する方策と、インバートによる外部拘束による周方向ひび割れを誘発する軸方向引張応力を低減する方策が提案されている。天端部のひび割れに関しては、型枠を一週間程度存置することによりコンクリートの変形が拘束されることにより発生する引張応力が大きいことが明らかとなり、型枠を長く存置する場合には施工における適切な配慮が必要であることが指摘された。また、コンクリートの熱膨張係数が大きい場合に、ひび割れのリスクが高まることが指摘された。インバートの外部拘束によるひび割れに関しては、打込み温度の低減、自己収縮の低減、熱膨張係数の小さいコンクリートの使用等がひび割れのリスクを小さくすることが定量的に示された。

5章では、コンクリートの打込み後、数年程度の長期間にわたってコンクリートの乾燥収縮を主たる駆動力とする引張応力について検討する数値シミュレーションの手法を構築した。コンクリートの材料特性、環境条件を考慮できる LINK3D を用いて二次覆工コンクリートの各位置での自由収縮ひずみを算出し、3章で構築した ASTEA-MACS による有限要素モデルに入力値として与える手法を構築した。コンクリートの乾燥収縮ひずみが、二次覆工コンクリートの天端部の引張応力に与える影響が大きいことが明らかとなったが、長期の収縮応力の算出におけるクリープの影響や、トンネル内の湿度、風等の環境条件のモデル化について課題が多く、今後の研究の課題とした。

6章では、本研究で得られた知見がまとめられ、今後の課題に言及している。

公聴会は、平成28年8月9日（火）10時30分から、土木工学棟セミナー室にて審査委員全員出席のもとで行われた。審査会は公聴会の後、11時30分から同室で引き続き行われた。

博士論文の内容に関する質疑応答は次のような項目について行われた。

(1) 本研究で設定した数値解析のモデル化の妥当性

(2) 本研究の目的であるトンネルに発生するひび割れの抑制と、本研究で使用した数値解析における応力の検討の関係

(3) 本論文で得られた結果の実務への適用、今後の研究課題

博士論文の内容に関する説明およびそれに対する質疑応答に基づき、研究内容の新規性、独創性、工学上の有用性および論文全体の完成度について審査した結果、本論文は博士学位論文として十分な内容を有していると判断された。

また、質疑応答の結果から、博士論文の研究内容のトンネルの建設方法、有限要素法、材料力学、コンクリート工学および関連する分野の科目について、博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定された。

外国語としての英語については、本論文や投稿論文を英語で執筆し、また、国際学会で発表していることから、十分な能力があることが確認された。

修了に必要な単位は全て取得済みである。

以上の結果および学位に必要な条件を全て満たしていることを考慮し、審査委員全員一致して最終試験は合格と判定した。博士論文の内容は新規性に富み、工学上有用な知見を多く含んでおり、論文としての体裁も整っており、審査委員全員一致して合格と判定した。

さらに、提出された論文に対して、iThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、専門用語や短い一般的な現象の定義表現を除き、剽窃や盗用に該当するものは無いことを確認した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。