

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	山岳トンネル覆工コンクリートにおける品質向上およびひび割れ制御に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	齋藤隆弘
Author(English)	Takahiro Saito
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11810号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岩波 光保,廣瀬 壮一,竹村 次朗,佐々木 栄一,千々和 伸浩,砂金 伸治
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11810号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	土木・環境工学 土木工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	齋藤 隆弘		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	岩波 光保	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「山岳トンネル覆工コンクリートにおける品質向上およびひび割れ制御に関する研究」と題し、和文により全4章で構成される。

覆工コンクリートにおけるひび割れは、利用者被害をもたらす恐れのあるうき・はく離の要因となることに加え、長期耐久性の観点からも抑制することが望ましい。また、天端部のコンクリートの表層品質は、ひび割れに影響を与えるだけでなく、空気や水分などの劣化因子の侵入にも影響を与える。近年の技術開発や施工方法の改善により、覆工コンクリートのひび割れ等の変状発生は減少傾向にあるものの、将来的な劣化進行は十分に予測できないのが現状であり、うき・はく離の要因となりうるひび割れの発生・進展や表層部の物質透過性等の品質と施工状況・施工方法の関係を把握することは重要である。そこで、本論文では、うき・はく離に繋がる恐れのある天端部のひび割れおよび天端部の材料劣化に影響するコンクリート表層品質、ならびに、側壁部の円周状のひび割れに着目し、覆工コンクリートの品質向上およびひび割れ制御に関して行った研究について論じた。

「第1章 序論」では、研究の背景として、山岳トンネルの維持管理の現況、山岳トンネルの施工方法の変遷、NATMにおける覆工コンクリートの変状の種類と既往の点検結果、覆工コンクリートのひび割れの発生要因、覆工コンクリートの技術的課題と技術開発の現況、覆工コンクリートの品質の考え方、ひび割れ誘発目地によるコンクリートのひび割れ制御についてまとめるとともに、研究の目的と論文の構成について述べた。

「第2章 覆工コンクリート天端部の品質に及ぼす施工要因の影響」では、NATMにより建設された山岳トンネルの覆工コンクリート天端部に存在する打重ね箇所におけるノロの残留に着目して、現地で採取したノロを分析し、その再現を行った。天端部の打重ね部を対象に、再現したノロを用いて、透気係数試験、曲げ強度試験、拘束環境下での乾燥収縮試験を行い、覆工コンクリートの維持管理上重要な天端部の表層品質やうき・はく離に繋がりうるひび割れの発生・進展には、打重ね部に残留する気泡を含むノロの影響が大きいことを確認した。さらに、天端部のひび割れの発生・進展に及ぼす材料・施工的要因の影響に関して、実験結果を踏まえて覆工コンクリート全体をモデル化した解析を通じて、天端部におけるノロの存在がトンネル軸方向のひび割れの発生・進展を促進する可能性があることを示した。

「第3章 ひび割れ誘発目地による覆工コンクリートのひび割れ誘発特性に関する実験および解析」では、覆工コンクリートの実大施工実験を行い、若材齢時から施工後約2年間にわたるひび割れの誘発状況と覆工コンクリートの変形挙動を把握することにより、本研究で提案したひび割れ誘発目地の設置によりひび割れを的確に誘発できること、ひび割れ誘発目地以外の箇所において側壁部のひび割れを制御できること、年間の温度変化や乾燥収縮の影響によりひび割れ誘発目地の開閉変位が変動することを示した。また、分散ひび割れモデルを用いた3次元材料・構造応答連成解析を実施することで、実大施工実験の覆工コンクリートの長期にわたる挙動を解析的に再現することに成功した。この解析モデルを用いて、実際の山岳トンネルの寸法・形状や環境条件を再現した解析を実施することで、本研究で提案したひび割れ誘発目地の有効性を実際のトンネルに対しても確認した。また、長期的な解析結果からは、材齢初期のコンクリートの温度変化に伴う急激な変位増加の後、温度変化による覆工コンクリートの体積変化に伴い、ひび割れ誘発目地の開閉変位が変動し、これが実大施工実験の結果と整合することも確認した。

「第4章 結論」では、各章で得られた成果から研究全体の結論をまとめ、今後の課題を示した。

以上要するに、本論文は、山岳トンネル覆工コンクリートの品質向上とひび割れ制御に必要な技術的根拠とコンクリートの挙動把握のための3次元材料・構造応答連成解析手法を提供し、本研究で提案したひび割れ誘発目地の有効性を示したものである。これにより、覆工コンクリートのひび割れ誘発目地の設計や施工計画の立案が可能となり、ひび割れ誘発目地の設置によるスパン長の延長など施工の自由度も向上できるなど、工学上、工業上有用な知見を得た。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 土木・環境工学 系
Department of Graduate major in 土木工学 コース
学生氏名： 齋藤 隆弘
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 岩波 光保
Academic Supervisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This thesis is entitled "Study on Quality Improvement and Crack Control in Mountain Tunnel Lining Concrete" and consists of 4 chapters. It is desirable to mitigate cracks in lining concrete from the viewpoint of long-term durability, in addition to causing delamination and spalling that may cause user damage. In addition, the surface quality of concrete at the arch crown not only affects cracks, but also affects the intrusion of deterioration factors such as air and moisture. Due to recent technological developments and improvements in construction methods, the occurrence of deformation such as cracks in lining concrete is declining. However, the progress of deterioration in the future cannot be fully predicted at present. For this reason, it is important to understand the relationship between quality such as the occurrence and progression of cracks that can cause delamination and spalling and the substance permeability of the surface layer, and the construction conditions and construction methods.

Therefore, this thesis was focused on the cracks at the arch crown, which may lead to delamination and spalling, the concrete surface quality that affects the material deterioration of the arch crown, and the circumferential cracks in the side wall.

This research presents the technical basis necessary for improving the quality of mountain tunnel lining concrete, controlling the crack of lining concrete, and the 3D FEM analysis method for grasping the behavior of lining concrete. In addition, the effectiveness of the crack-inducing joints proposed in this study was presented.

This makes it possible to design crack-inducing joints for lining concrete and to formulate construction plans, resulting in enhancing improve the degree of freedom in construction such as extending the span length by installing the crack-inducing joints.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).