

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)	要約
Type(English)	Outline

博士論文要約

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

齋藤 隆弘

東京工業大学 環境・社会理工学院
土木・環境工学系
土木工学コース

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において、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、その再現を試みた。天端の打重ね部をモデル化し、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った。この結果、覆工コンクリートの維持管理上重要な課題である、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、要素実験に基づく、材料的要因が天端部のひび割れの発生・進展に及ぼす影響に関して、覆工コンクリート全体のモデルに要素実験による物性を加味したうえで検討した。その結果、天端部におけるノロの存在が、天端部におけるトンネル軸方向のひび割れの発生および進展を促進する可能性があることを解析により確認した。

「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、実大施工実験において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ならびに覆工コンクリートの挙動を把握することにより、ひび割れ誘発目地部にひび割れを誘発できること、ひび割れ誘発目地以外の箇所の側壁部で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部の変位が変動することを確認した。本実験について、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、解析によりひび割れ誘発目地を設置した覆工コンクリートの挙動を再現できることを示した。この結果に基づき、実規模の山岳トンネルの寸法、形状を参考にし、1スパンを18mとしたモデルにおいてひび割れの誘発、ならびに、ひびわれ誘発目地以

外の箇所における側壁部のひび割れ抑制効果について確認した。その結果、ひび割れ誘発目地の設置により、ひび割れがひび割れ誘発目地部で誘発され、他の箇所へのひび割れ発生を抑制できること、長期的な解析においては、材齢初期の温度変化に伴う急激な変位の増加後、温度変化による覆工コンクリートの体積変化に伴い、ひび割れ誘発目地部の変位が変動することを解析により確認した。これらの結果から、実大施工実験以外のトンネル寸法、断面、環境条件においても本解析手法が有効であることが確認であり、ひび割れ誘発目地の設計や施工計画に活用できることを示した。

「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。