HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	先進ボーリングデータ活用による蛇紋岩トンネルの施工管理手法の研究
Author(s)	佐々木, 博一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16851号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16851
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99696
Type	doctoral thesis
File Information	Hirokazu_Sasaki_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　佐々木　博一

審査担当者　主　査　教　授　宮森 保紀
副　査　教　授　西村 聡
副　査　教　授　蟹江 俊仁　（北海道科学大学・大学院工学研究科）

学位論文題名

先進ボーリングデータ活用による蛇紋岩トンネルの施工管理手法の研究
(Study on Construction Management Methods for Serpentinite Tunnels Based on Advanced Boring Data)

蛇紋岩は膨張・膨圧や地すべりを発生させる特異な地質とされ、土木構造物の構築にあたり回避することが賢明とされてきた。しかしながら鉄道網や道路網の整備促進のため、蛇紋岩を避けることができず多くの工事で困難に遭遇してきた。近年では、知見の蓄積と技術の発展に伴い、蛇紋岩に対して積極的に工事が進められているが、厳重な注意と慎重な対応を要することは今も昔も変わりない。

蛇紋岩を対象としたトンネル設計手法に着目すると、定量的因子では適応できず、経験的な指標として類似地山を参考とせざるを得ないことも多く、客観的な根拠に乏しかった。また数値解析においても地質調査に基づく入力値の妥当性が課題であった。本研究は、こうした課題を踏まえ、蛇紋岩地山における地山評価手法および掘削パターン・支保構造選定への客観的指標の導入可能性を検討することとした。具体的には、先進ボーリングから得られる機動データの活用であり、掘削後の内空変位量や支保部材の発生応力との関係に基づいた、掘削パターンおよび支保構造選定の客観的指標化である。これにより、将来の蛇紋岩トンネル計画における合理的な工程管理や安定性確保にも寄与し、さらに膨潤性地山を対象とした他のトンネルや維持管理分野にも応用可能と考えられる。

本論文の構成は、第 1 章で本研究の背景と目的を記し、音中トンネルにおける発生事象を取り上げ、蛇紋岩トンネル工事における工学的課題を紹介している。

第 2 章では、蛇紋岩の概説と国内における分布と特徴を述べ、これまで北海道内で蛇紋岩を掘削対象としたトンネル工事の履歴を区分毎にまとめている。

第 3 章ではトンネル構造物を構築する上での基準類を俯瞰しながら、蛇紋岩に対する地山分類や支保構造等の基準がどのように設定されているのかについて整理した。また、地山特性の客観的評価指標になりうると予想される含有鉱物資源量と、掘削時の地山安定性に関わる物理物性との関連性についても検討を行い、指標としての導入可能性について検討を行った。

第 4 章は、先進ボーリングマシンの機動状況から新たな地山評価手法の抽出に至る研究過程とその成果について詳述している。着目したのは坑内での先進ボーリングであり、トンネル本掘削前の事前調査で取得されるデータとして、その活用方策について検討を行っている。ここでは、先進ボーリングから得られるコアからのデータの種類とその分類ならびに分析手法を考察した上で、施工により取得されるデータである掘削後の断面変位や、掘削後の各支保部材に作用する応力との検

証を実施している。

第 5 章では、第 4 章における成果に基づき、音中トンネル、音威子府トンネル、幌加内トンネルで取得されたデータに対して、ケーススタディとしての具体的な検討を行った。特に先進ボーリングマシンの機動データ、ならびに先進ボーリングで採取されたコア観察から得た蛇紋岩の状況、コアを用いた物性試験結果が分析されている。これらは、掘削後に得られるデータである断面変位や支保工に作用する応力との比較が行われた上で、各トンネル毎にまとめられている。

第 6 章では、各トンネル毎の比較分析が行われている。その結果、蛇紋岩の種別によって、先進ボーリングマシンの機動状況や掘進可能延長への影響が大きく、これに伴って断面変位や支保部材への作用応力にも影響が出ることが明らかにされた。このため、先進ボーリングによって得られる情報から、掘削後の断面変位や支保工応力の予測にとどまらず、内空変位の収束時期に至るまで、幅広い適用性があることが確認された。

第 7 章では、各章で明らかとなった結論をとりまとめ総括を行っている。本研究では、先進ボーリングの機動状況や掘進可能延長、そして、土被りとの関係式によって、蛇紋岩トンネルに対応する適切な支保構造の選定から内空変位、さらには収束時期の予測までを、従前にはない工学的かつ客観的に考えるための手法を提言できたと考えている。本研究の結果は、今後の蛇紋岩トンネルに対する設計思想や現場での工程管理、事業として事業執行管理に対して極めて有益な知見を与えるものであると考える。

これを要するに、著者は、トンネル工事における先進ボーリングのデータを活用し、支保選定や変位予測の客観的指標を提案し、蛇紋岩トンネルの設計・施工の安全性と効率性向上、将来的な維持管理への貢献が期待できる知見を得たものであり、土木工学、トンネル工学、地盤工学に貢献するところに大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認められる。