

論文題名

## 特殊条件下における山岳トンネル設計と維持管理手法の提案と適用

長崎大学大学院生産科学研究科

山田 浩幸

論文内容の要旨

NATM による山岳トンネル施工において、膨張性地山や高圧・多量湧水地山、未固結地山等の特殊地山条件の下での施工や坑口部、沢部といった小土被り部、偏圧地形といった特殊地形条件、さらには、断面積が 200 m<sup>2</sup> を越えるような超大断面やメガネトンネル等の特殊な断面や近接施工といった特殊施工条件下での施工においても、種々の補助工法を採用することにより安全かつ合理的な施工の実現が可能となった。

近年、山岳トンネルを取り巻く環境の変化から、トンネル施工箇所の都市化やトンネル断面の大断面化、また、用地買収の困難さというような社会背景をうけて、トンネル工事における補助工法の開発が進められ、今では、比較的広い範囲の地質に対応でき、効果的かつ多様な補助工法を選定できるまでに至った。

一方、これまでの山岳トンネルにおける維持管理は、不具合箇所に対処療法的に対策を実施してきたが、公共投資が抑制される中で、今後、管理対象となるトンネル数が急増することから、道路の維持管理・更新に関する社会的な関心も高まっている。また、覆工コンクリートはく落事故や地震による被害をうけて、事故後に一斉点検・一斉補修を行うことは点検・対策を実施するたびに、一度に多額のコストが発生することとなり、今後は、対処療法的な対応から計画的かつ戦略的な維持管理方法が望まれている。その対策として、社会資本ストックをいかに長寿命化させるかという要求を具現化する手法として、建設・維持・補修・更新を含めて、その費用・便益を総合的に評価する方法論として、アセットマネジメントという概念も組み込みながら検討を進めていく必要性が高まっている。

本研究では、特殊条件下における山岳トンネルの計画、設計・施工から維持管理にわたる一連のライフサイクルコストを最小化するアセットマネジメント手法の導入を見据え、特殊条件下のトンネルの設計・施工上の課題を解決するための対策工の現場適用を行うとともに、モデルトンネルにおける健全度評価と劣化予測を試行することにより合理的な維持管理のため劣化予測手法の有効性を明らかにした。

第1章では、特殊条件下における設計・施工について、特殊条件下における山岳トンネルの設計・施工、および維持管理に関する既往の研究について記述し、本研究の目的と本論文の構成を示した。

第2章では、トンネルの施工に関わる特殊条件について述べ、施工現場における地山評価手法の適用を行い、特殊条件下での設計・施工、および合理的な維持管理を実現するための切羽評価の重要性について示した。

第3章では、特殊条件下における山岳トンネル施工時に適用した補助工法について、まず、補助工法の概要を述べ、期待される補助工法の効果と設計手法について記述するとともに、種々の特殊条件における適用事例に基づき、設計・施工上の課題とその対策について示した。補助工法の効果は、切羽の安定性向上と周辺環境への影響軽減であるが、これらの効果は採用する各種工法によって異なり、地山条件、立地条件、施工方法ならびに経済性等を踏まえた上で総合的な検討が重要であることを示した。

第4章では、社会ストックとしての山岳トンネルの現状および維持管理上の課題について記述し、今後の合理的維持管理に向けた課題と解決策としてのアセットマネジメント手法の導入の必要性と導入に向けた劣化予測手法の現状について示した。

第5章では、トンネルの変状現象が発生する可能性の高い特殊条件下における山岳トンネルの設計・施工、および維持管理において、山岳トンネル長寿命化に向けた維持管理の幾つかのシナリオを示すとともに、特殊条件下における合理的な維持管理システムの提案を行った。山岳トンネルの長寿命化のシナリオに関しては、モデルトンネルにおける健全度評価と劣化予測の試行により、劣化の程度や対策工のレベルにより幾つか考えられるが、劣化予測の手法の確立により、トンネルの施工条件や予算に配慮して、LCCを考慮した合理的な維持管理が実現できることを示した。

第6章では、新設トンネルにおける長寿命化に向けた新しい取り組みに関して、実際の現場における適用実績を踏まえて評価するとともに今後の展望について示した。

高品質・高充填覆工コンクリートの適用では、流動性向上による充填性の改善により、確実な充填により密実で高品質、高耐久性の覆工コンクリートの施工を実現できることを示した。

また、覆工コンクリートの新しい養生方法（温度制御噴霧式覆工コンクリート湿潤養生工法）の適用では、噴霧による湿潤養生により、初期強度の増進や表面の緻密化が図られ、乾燥収縮に伴うひび割れの防止や総合的な成果として長期耐久性が向上することを示した。

第7章では、各章の成果を総括して結論とした。