

審査の結果の要旨

氏名 野田豊範

既設の鉄道構造物には、鉄道と交差する道路跨線橋や河川改修の工事、トンネル上部での造成工事等への対応が求められる機会が多々ある。東海道新幹線では第1高尾山トンネル（全長1755m）直上に静岡空港が建設されることになり、同トンネルのほぼ全長にわたり、大規模土工が施工されることとなった。その盛土および切土荷重に対してトンネル機能を維持し新幹線安全走行を確保するための防護対策が必要となるが、その方法として第1高尾山トンネルを防護するための地中アーチ防護工の建設と列車の安全な運行を確保するためのモニタリングが必要不可欠となった。本論文は、実際の構造物において数々の解析とトンネル防護工材料開発を相互にフィードバックさせて地中アーチの設計を行い、開発した材料の特性を把握した上でトンネル防護工の施工を実施し、新幹線が高速走行するトンネルの計測監視体制の確立および新幹線の走行安全性の確保・確認したことを論じたものである。

第1章は序論であり、研究の背景と研究内容を示している。

第2章では、既往の事例調査結果を紹介し、本研究における防護工の必要性和適切な対策形式の検討を行っている。その結果、盛土規模が大きく既設トンネルへの影響度が過去の実績を大きく超えるため、盛土による増加荷重を既設トンネルに負荷させない対策工として、特殊なアーチ形状の防護工が適当と判断した理由等を示している。

第3章では、防護工の必要性和基本検討の内容について示している。防護工の構造形式は地盤条件等を勘案し、RCアーチより軽量盛土アーチが望ましく、その材料に要求される特性を絞り込んでいる。

第4章では、既設トンネルの評価のため、現トンネルの応力度を直接測定することは困難であるため、数値解析により各種条件を算定している。さらに、増加荷重による影響を事前に検討し、トンネルの応力度の評価、防護工の設計が安全となるための必要な条件を設定している。

第5章では、対象地点は複雑な形状をした地山上にあるため、防護工効果は2次元の基本検討に加え、3次元FEM解析と模型実験により確認している。特に実構造物のクリープ特性の把握、アーチ材料の防水、防護工に水圧が作用しない構造、並びに防護工と盛土の並行施工が必要との基本的な方針をだしている。

第6章では、新材料としての高強度気泡軽量モルタルの開発について記述している。従来の軽量盛土材料の約10倍の強度を有する気泡ミルクは大型打設試験の結果、最高温度は120℃に達し、温度収縮に起因するひび割れが多数発生し、防護工の実現が危惧されたため、従来使用されてこなかった高強度気泡軽量モルタルの開発を行っている。この高強度気泡

軽量モルタルへの要求性能は、強度や単位容積質量だけでなく、弾性係数についても制限を設ける必要があることを示している。

第 7 章では、高強度気泡軽量モルタルの特性について調査した結果をまとめている。特に実際の防護工の設計・施工の際には、新たな材料である高強度気泡軽量モルタルが所要の性能を発揮・維持することが前提となるため、フレッシュ性能、物理特性、熱物性、体積変化、並びに耐久性を調査し、その特性を明らかにしている。

第 8 章では、防護工の詳細な検討を行っている。既設トンネルへの増加荷重は工事の進捗に合わせて変化するため、最終的な防護工のアーチ形状は、これらの状況を逐一反映させて安全性の変化を調べている。さらに、複雑に 3 次元的に変化する現地地形に対応して、トンネル軸方向の設計および非対称性を考慮した検討を行っているとともに、長期的に材料の特性を保持するため防護工の防水や排水構造、さらにはアーチ材料打設後の温度ひび割れ発生抑制についても検討を行っている。

第 9 章では、トンネル防護工の施工に関して検討した結果を示している。打設数量 50,800m³もの高強度気泡軽量モルタルの施工に当たって、新たに開発した材料であるため設計上の性能を確認し、入念な施工計画を策定する必要があり、プレクーリング及び打設後の温度上昇抑制対策が重要となる。また、据削時に防護工アーチの基礎となる岩盤を確保する合理的な手法として、基礎岩盤判定用ノモグラムを新たに開発している。

第 10 章では、解析によりトンネルの挙動を予測し、計測管理に関して検討している。防護工および新幹線トンネルの安全・安定運行の確保の観点から合理的な施工管理基準値を設定し、計測管理を行う上で重要な、計測項目、頻度、管理値、体制、および異常時の対処方法と管理限界値の設定を行っている。

第 11 章では、現地計測により防護工の効果を検証するとともに、予測値との比較検討を行い、数値解析の妥当性を確認している。

第 12 章では、本研究で得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について記述している。

以上を要約すると、本論文は、既設の構造物に隣接して供用後別な構造物が建設される場合、既設構造物の安全性、供用性を損なうことなく対処するための計画、設計、施工および管理方法に関して開発から実用化までの一連の検討を行ったものであり、本研究で検討・開発された計画手法、構造形式、使用材料、施工方法、計測管理手法は多くの構造物に対しても十分適用可能であることが示された。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。