

氏 名	藤 本 徹 ふじ もと とおる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 643 号
学位授与の日付	昭 和 48 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	トンネルシールドおよびセグメント覆工の設計上の諸問題

(主 査)
論文調査委員 教授 村山 朔郎 教授 畠 昭治郎 教授 横尾 義貫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、トンネルシールドおよびそれに用いるセグメント覆工の構造設計に関し、まだ解明が十分されていない重要な二、三の問題を取り扱ったもので、2篇からなる。

第1篇は3章からなり、おもにシールドに作用する土圧と、シールドの弱点であるテイル部スキンプレートの応力・変形の解明を行っている。

第1章は緒論で、第1篇の研究の目的と内容を概述している。

第2章では、シールド前面で地山を掘削する結果、その上方の土が坑内に移動しようとするが周囲の地山で支えられ、それが、地山からシールドにかかる鉛直土圧を増加させる主要な原因となっていることを見出し、その実験的・理論的研究を行なっている。実験では、砂質地山を想定したが、地山材料には砂のかわりにその粒径分布を模した各種径のアルミ棒を混合して平行に積んだ積層体を用い、その中にシールドを縦断した形の2次元模型をおき、シールド前面の地山にゆるみを与えたときの地山の变形状況およびシールドにかかる鉛直土圧とシールド前面の山留め工に作用する土圧を測定した。実験の結果、地山の变形は、地中の一局部を水平に降下させるいわゆる水平降下床実験の場合の地山の变形と類似性があることをみとめ、シールド上部前方における地山の变形の問題を、水平降下床の問題に単純化させて考察し、ついで水平降下床が降下するときの降下床とその周辺の固定床に作用する鉛直土圧を理論的に解明して、固定床土圧を固定床と同一関係にあるシールドにかかる鉛直土圧とした。またシールドの山留め工に作用する土圧についても考察を行ない、その実用式を求めた。

第3章では、シールドが左右に対称な土圧をうけたとき、テイル部スキンプレートに生ずる応力・変形を、テイル部が一端自由、他端固定の弾性円筒殻であるとして解いている。

第4章は、第1篇各章の成果の要約である。

第2篇は9章からなり、セグメント覆工に作用する土圧と、セグメント覆工の力学特性について考察し、覆工の構造設計に必要な諸問題を解明している。

第1章は緒論で、第2篇の研究の目的と内容を概述している。

第2章では、トンネルの覆工に対する条件とそれに適応したセグメント材料についてのべている。

第3章では、各種材料で作られたセグメントの形状・寸法やその細部構造について設計上考慮すべき事項をのべている。

第4章では、セグメント覆工のリングの分割と組み方についてのべ、組み方によるリングの力学的性状の差異に関し、問題点をあげている。

第5章では、砂質土中に設けられたセグメント覆工に作用する土圧とそれをうけた覆工の応力・変形を解析している。すなわち、覆工周囲の地山には、覆工の外方へのたわみのため地盤係数に応じた地盤反力が発生するが、これを考慮に入れて地盤反力の発生範囲や土圧の分布を検討し、土圧分布形を2つの場合に分けて、覆工を弾性の環状体または円筒殻として理論的に解析し、またそれらの結果を実際のセグメント覆工における実測値と比較してよい一致を得ている。なおこれらの解法は、セグメント覆工の設計法として実用されるにいたっている。

第6章では、セグメントをボルトで組立て、長区間のセグメント覆工として用いる場合、セグメント覆工および接手ボルトの示す力学特性を実物のセグメント覆工を用いた載荷試験によって検討した。これにより、セグメント覆工は、セグメントを千鳥組に組んだ方が、円筒殻としての一体性を高めるのに有効であり、その際半径方向接手のボルト締結よりも円周方向接手のボルト締結による寄与が大きいことを明らかにするとともに、鉄筋コンクリート製と鋼製のセグメント覆工についてそれぞれの等価剛性を測定した。

第7章では、粘性土地山中のセグメント覆工に作用する土圧の大きさとその経時変化ならびにこれにともなう覆工の応力・変形を、地山のレオロジー特性を導入し、かつ素掘り期間中の地山のクリープ、覆工の施工の時期、覆工後の地山の応力緩和などの施工や経過の条件を考慮して解析した。

第8章は、セグメントの強度に対する実物載荷実験の結果についてのべたもので、特にシールドジャッキの支持に対するスプレッダーの効果について検討している。

第9章は、第2篇各章の成果の要約である。

論文審査の結果の要旨

トンネル構築法の一つであるシールド工法において、掘進に用いるシールドとトンネル内巻に用いるセグメント覆工の構造設計に関し、解明があまりされていない重要な問題として、シールドや覆工における作用土圧とそれをうけたときの力学特性を研究したもので、その主要な成果を列举すればつぎのようである。

(1) シールドに作用する鉛直土圧は、シールド前方の地山が掘削中ゆるんで降下するのに引かれて、増大することを見出し、その実証のため、砂質地山を2次元的に模したアルミ棒積層体中にシールド模型において、詳細な実験を行なった。その解明には、砂中の局部沈下の模型実験として知られている水平降下床実験の問題に単純化させて考察し、降下床とそれに隣接する固定床に作用する土圧を理論的に求め、シールドが降下床実験における固定床に相当することから、シールドに作用する鉛直土圧を求めた。

(2) 水平降下床が降下したときの降下床にかかる土圧は、塑性状態になった地山中に生じるアーチ作用

またはすべり面を論拠として、従来別個の考え方で研究され、それぞれアーチ説またはすべり説といわれていた。本文では、降下床の降下が微量のあいだは地山は弾性状態にあることに注目し、地山を弾性体として地山の応力・ひずみと降下床の降下量との関係を求め、地山が弾性より塑性状態に近づく過程を考察するとともに、上記両説の関連を明らかにした。

(3) シールドのテイル部すなわちスキンプレートが円筒状に長く延長されている部分については、あまり解明がされていないので、本文ではテイル部を一端固定、他端自由の弾性円筒殻として、応力・変形を解析した。

(4) セグメント覆工は、孤片状のセグメントをボルトで結合して円筒状に組立てた結合体であるので、その一体性を解明するため、セグメント覆工の実物載荷実験を行なって検討した。その結果、セグメント覆工はセグメントを千鳥組に組んだ方が、円筒殻としての一体性を高める上に有効であり、その際半径方向接手のボルト締結よりも円周方向接手のボルト締結による寄与が大きいことを明らかにし、また鉄筋コンクリート製および鋼製のセグメント覆工について、それぞれの等価剛性を測定した。

(5) 砂質土中に設けられたセグメント覆工に作用する土圧と、その覆工の応力・変形の解明に対しては、覆工が外方へたわむ部分の地山に生ずる地盤反力を導入したセグメント覆工の解法を提案するとともに、その結果を現地のセグメント覆工における測定値と対比してよい一致をみた。なおこの解法はセグメント覆工の設計法として一般に実用されている。

(6) 粘性土中に設けられたセグメント覆工に作用する土圧の大きさとその経時変化、ならびにそのときの覆工の応力・変形を、地山粘土のレオロジー特性を導入し、かつ掘削期間中の素掘り状態下における地山のクリープ変形、覆工の坑内設置の時期、覆工施工後の地山の応力緩和などの各種条件を考慮して解析した。

以上要するに本論文は、トンネルシールドおよびセグメント覆工の構造設計に関する重要な諸問題について実験的、理論的に研究したものであり、その成果は学術上および實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。