

(続紙 1)

京都大学	博士 (工 学)	氏名	崔 瑛
論文題目	トンネル掘削時のとも下がり現象の解明とその対策工に関する基礎的研究		
(論文内容の要旨)			
<p>NATM で未固結地山に小土被りトンネルを掘削する現場では、トンネルと地盤が同等に沈下する「とも下がり現象」が発生した事例がある。地盤沈下の抑制が重要な課題となる実現場では、サイドパイル工を含む脚部補強工により地盤沈下の抑制を図っているが、その効果およびメカニズムに関する検討は不十分である。本論文は、とも下がり現象の発生原因、および実現場で地盤沈下対策として採用された脚部補強工の効果のメカニズムについて検討を行ったものであり、7章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べるとともに、「とも下がり現象の発生メカニズムの解明」および「脚部補強工が地盤沈下抑制効果を発揮するメカニズムの解明」の2課題を抽出した。</p> <p>第2章では、未固結地山での小土被りトンネルの掘削における地表面沈下防止の重要性を論ずるとともに、沈下防止対策として使用されている脚部補強工の使用および研究の現状についてまとめた。</p> <p>第3章では、室内模型実験を通じ、サイドパイル工の地表面沈下抑制効果を定性的に把握した。ここでは、実際の複雑な施工・地山条件を単純化し、サイドパイルの長さを変化させた実験を行い、サイドパイル工の地表面沈下抑制効果を検証するとともに、長さがその効果に及ぼす影響を調べた。</p> <p>第4章では、室内模型実験に対する数値解析を行い、実験で計測できない地山内部の応力変化および変形、脚部補強工の力学挙動を詳細に検討した。なお、模型実験結果と解析結果を比較することで数値解析の妥当性について検討した。さらに、フットパイルのようにパイルを斜めに設置したパターンについて解析を行い、パイルの設置角度が地盤沈下抑制効果に及ぼす影響を調べるとともに、各々のメカニズムについて検討した。サイドパイル工の効果は、せん断補強効果、荷重再配分効果、内圧効果にまとめられることを示した。</p> <p>第5章では、実トンネルに対する数値解析(3次元弾塑性有限要素法)を行い、トンネルの掘削過程およびとも下がり現象を再現した。また、様々な施工条件でのトンネル掘削を想定した数値解析を行い、とも下がり現象が発生しやすい施工条件について検討した。さらに、トンネル天端の沈下量と地表面沈下量の関係に関する既往の研究結果と整合することで、とも下がり現象が発生した原因について記述した。</p> <p>第6章では、第5章で確定された解析手法を用いて、実トンネルでとも下がり発生時サイドパイル工の地表面沈下抑制効果について検討した。実トンネルにおいてのサイドパイル工の効果の把握した後、長さに対するパラメトリックスタディを行い、サイドパイル工の適切な設計方法の提案のための情報を蓄積した。最後に模型実験および数値解析で確認できた、サイドパイル工が地盤沈下抑制効果を発揮するメカニズムの共通点により、サイドパイル工が地盤沈下抑制効果を発</p>			

氏名	崔 瑛
----	-----

揮するメカニズムを検討し、実施工でのトンネル掘削時に発生するトンネル近傍のすべり線長を基準にした設置長さの選定方法について提案した。

第 7 章では、本論文で得られた成果について要約し、得られた成果のサイドパイル工設計への活用についての知見を述べるとともに、今後検討すべき課題についてまとめた。

氏名	崔 瑛
----	-----

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、未固結地山での小土被りトンネルを対象とし、トンネル掘削過程で計測された「とも下がり現象」の発生原因、および実現場で地盤沈下対策として採用した脚部補強工（サイドパイル工）の地盤沈下抑制効果について検討したものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1) サイドパイル工の地盤沈下抑制効果の確認

模型実験および模型実験に対する数値解析を通じ、サイドパイル工の長さおよび設置間隔が地盤沈下抑制効果に及ぼす影響について調べるとともに、適切な数値解析手法について検討した。続いて、実際のトンネル掘削現場を対象とする数値解析を実施し、実現場でのサイドパイル工の有効性およびそのメカニズムを明確にした。サイドパイル工の効果は、せん断補強効果、荷重再配分効果、内圧効果にまとめられる。

2) 斜めに設置したパイルの地盤沈下抑制効果

模型実験と同じ解析領域を対象に数値解析を行い、フットパイルのようにパイルを斜めに設置する場合、その設置角度が地盤沈下抑制効果に及ぼす影響を調べた。さらに、水平に設置したサイドパイル工の結果と比較することで、地盤沈下抑制効果のメカニズムの差異について検討した。

3) 実トンネルの掘削過程の再現

実トンネルを対象とする数値解析では、トンネル掘削過程での地盤沈下およびトンネル変形の経時変化を忠実に表現できる解析手法（3次元弾塑性有限要素解析）を確定し、実現象を精度よく表現できることを示した。

4) とも下がり現象の発生原因

実現場で計測されたとも下がり現象について、様々な施工条件を組合せ、実トンネルを対象とする数値解析を行った。また、既往の研究成果と比較検討を行い、とも下がり現象が発生した原因について議論した。

5) 実現場でサイドパイル工の選定方法の提案

実現場での適用のため、模型実験と模型実験を対象とする数値解析、実トンネルを対象とする数値解析の結果をまとめ、サイドパイル工の地盤沈下抑制効果のメカニズムについて議論した後、トンネル掘削時に発生するトンネル近傍のすべり線長を基準にした、設置長の選定方法を提案した。

以上本論文は、トンネル掘削時の地盤沈下の抑制、脚部補強工の設計に関して、学術上、実際上寄与するところが少ないない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認め。また、平成 22 年 2 月 24 日、論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。