

京都大学	博士（工 学）	氏名	高田 直明
論文題目	地盤改良を考慮した軟弱地盤における大規模掘削の弾粘塑性解析		
（論文内容の要旨） 本論文は、鉄道施設の建設に関連した軟弱で鋭敏な大阪粘土地盤での大規模開削に関するものである。掘削の規模は、長さ最大 280m、幅最大 62m、深さ約 20m であり、大部分は軟弱な粘土層の掘削である。掘削では、部分的な地盤改良を行っているが、開削前に数値シミュレーションによって施工法を評価するとともに、掘削後にも土圧、土留の変形を数値シミュレーションによって解析し、掘削に伴う地盤や構造物の変形についての研究の成果をまとめたものであり、序論、結論を含め 6 章からなる。本論文では、軟弱地盤の大規模掘削時に精度よく土留め壁の変形や周辺地盤の挙動を予測するために、圧密やクリープ変形を再現できる弾-粘塑性構成式を用いた軟弱地盤大規模掘削解析法の確立を目的とし、大阪駅改良時の実際の開削工事のシミュレーションを実施し、解析手法の妥当性の検証を行っている。また、大阪駅改良工事で用いられた地盤改良工法（ソイルバットレス工法）に着目し、その効果や変形抑制メカニズムの解明に成功している。 第 1 章は序論であって、本研究の背景となる、軟弱地盤での掘削に関する地盤工学的諸問題と解析法について述べるとともに、本研究の目的および各章の概要を示している。 第 2 章では、掘削問題を考える際の、土留め壁の設計手法、土留め壁背面地盤の変形予測手法に関する既往の研究について述べている。 第 3 章では、本研究の解析に用いられる、粘土の時間依存性挙動やひずみ軟化などの不安定挙動を表現できる、内部構造変化を考慮した弾-粘塑性構成式の他、飽和地盤の水-土連成解析における支配方程式の定式化と有限要素離散化および掘削シミュレーション法について述べている。 第 4 章においては、第 3 章で示した解析法を用いて、大阪駅改良に伴う大阪駅新北ビル大規模掘削実際の施工工程に従い掘削解析を実施し、各種計測値と比較している。その結果、土留め壁の変形ついて、掘削初期段階では解析値と計測値で変形量に差が見られるものの、変形モードは一致していること、掘削が進むにつれ掘削面以浅の変形量は概ね解析値と計測地で一致しており、実際に観測された粘土層の圧密・クリープ現象も表現できている。層別沈下については、洪積粘土層を除き土留め壁背面地盤の各層において、沈下および隆起の傾向やその層別変化量が計測値と解析値においてほぼ一致したことから、本解析手法の有効性を示している。また、土留め壁背面地盤に発生する粘塑性偏差ひずみは土留め壁付近で発生するものの、局所的であり、土留め壁背面地盤全体では非常に小さく、観測結果と解析結果を比較しその有効性を確認している。 第 5 章では、開削において、地盤改良工法であるソイルバットレス工法を用いた場合の土留め壁変形抑制メカニズム、その効果および周辺地盤の変形挙動を把握することを目的として、改良体の設置長、設置間隔および設置幅を指標とした掘削解析を実施し、ソイルバットレス工法の変形抑制メカニズムに関しては、改良体部での受働土圧の増加により土留め壁の変形が抑制されることを明らかにしている。 第 6 章では、結論として、本研究によって得られた結果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。			

氏 名	高田 直明
-----	-------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、鉄道施設の建設に関連した軟弱で鋭敏な大阪粘土地盤での大規模開削に関するものである。掘削の規模は、長さ最大 280m、幅最大 62m、深さ約 20m であり、大部分は軟弱な粘土層の掘削である。掘削では、部分的な地盤改良を行っているが、開削前に数値シミュレーションによって施工法を評価するとともに、掘削後にも土圧、土留の変形を数値シミュレーションによって解析し、掘削に伴う地盤や構造物の変形についての研究の成果をまとめたものである。

まず、掘削問題を考える際の、土留め壁の設計手法、土留め壁背面地盤の変形予測手法に関する既往の研究について述べ、本研究の解析に用いられる、粘土の時間依存性挙動やひずみ軟化などの不安定挙動を表現できる、内部構造変化を考慮した弾-粘塑性構成式その他、飽和地盤の水-土連成解析における支配方程式の定式化と有限要素離散化および掘削シミュレーション法について述べている。

次に、大阪駅改良に伴う大阪駅新北ビル大規模掘削実際の施工工程に従い掘削解析を実施し、各種計測値と比較している。その結果、土留め壁の変形について、掘削初期段階では解析値と計測値で変形量に差が見られるものの、変形モードは一致していること、掘削が進むにつれ掘削面以浅の変形量は概ね解析値と計測値で一致しており、実際観測された粘土層の圧密・クリープ現象も表現できている。層別沈下については、洪積粘土層を除き土留め壁背面地盤の各層において、沈下および隆起の傾向やその層別変化量が計測値と解析値においてほぼ一致したことから、本解析手法の有効性を示している。また、土留め壁背面地盤に発生する粘塑性偏差ひずみは土留め壁付近で発生するものの、局所的であり、土留め壁背面地盤全体では非常に小さく、観測結果と解析結果を比較しその有効性を確認している。

さらに、大規模開削において、地盤改良工法であるソイルバットレス工法を用いた場合の土留め壁変形抑制メカニズム、その効果および周辺地盤の変形挙動を把握することを目的として、改良体の設置長、設置間隔および設置幅を指標とした掘削解析を実施し、ソイルバットレス工法の変形抑制メカニズムに関しては、改良体部での受働土圧の増加により土留め壁の変形が抑制されることを明らかにしている。

最後に、本研究の結論を述べるとともに、軟弱地盤での大規模掘削の方法と地盤改良工法について明らかにしている。

以上、要するに本論文は、軟弱地盤での大規模掘削の地盤の挙動のシミュレーションを行い、解析法の有効性を明らかにするとともに、地盤改良工法であるソイルバットレス工法の適用性を明らかにしている。本論文は地盤工学の進展に多大に貢献する研究であり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。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る。また、平成 24 年 3 月 27 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行い、申請者が博士後期課程学位取得審査基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。