

氏 名	後 藤 政 昭
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1809 号
学位授与の日付	平成 11 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 土 木 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	数値解析を用いた盛土補強工法設計の実用化に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 大西 有三 教授 足立 紀尚 教授 嘉門 雅史

論 文 内 容 の 要 旨

引張り補強材などで地盤を内部から強化する盛土補強工法は、盛土の安全性と経済性を確保するため、最近では様々な場面で施工例が増加しつつある。本論文は、補強材料の一種であるプレート付アンカー鉄筋を用いて、軟弱地盤上に盛土を構築するための補強工法としての設計法を確立する目的で、密度、ポアソン比、粘着力、せん断抵抗角といった比較的簡易な入力定数で解析可能な初期応力法や不連続面の考慮が可能なジョイント要素を用いた非線形有限要素解析の適用と有限要素解析で求めた応力を読み込む安定解析手法の適用を試み、模型盛土ならびに試験盛土結果との対比より実施設計法として適用性を実証した一連の研究成果を取りまとめたものであり、8章からなっている。

第1章は序論であり、本研究の背景や目的、関連する従来の研究の概要をまとめるとともに、本論文の概要について述べている。

第2章は盛土補強工法の一つで、引抜き力のコントロールが容易なプレート付アンカー鉄筋に関する基礎研究成果をまとめたものである。アンカー鉄筋の室内引抜き試験結果と現場引抜き試験の結果より、アンカーの条件（プレートの寸法・形状、間隔および土被厚、ロッド埋込み長、ロッドの水平間隔）と盛土条件（盛土材料、盛土材の締固め度）が引抜き力に与える影響を明らかにしている。

第3章では、土と引張り補強材との相互作用を検証するために本研究で開発した初期応力法による非線形有限要素解析の特徴（ジョイント要素、要素安全率、モービライズ面力図）について記述している。また、有限要素法で求めた要素内応力の要素安全率をすべり面方向に積分することによって安全率を求める新しい安定解析手法を提案し、ジオテキスタイルによる盛土補強の分野へ本解析手法が適用可能であることを示している。

第4章では、軟弱地盤上の模型盛土の下部にアンカーを配置した実験結果の検証に上記の非線形有限要素解析を適用して、模型盛土の立ち上がりまでの安定性、アンカー軸力と周辺地盤変位を比較するとともに、発生応力を読み取った安定解析を実施し、連続アンカー（アンカーは盛土横断方向に連続している）と不連続アンカー（アンカーは盛土中央部で切れている）の安定性の差が解析で検証できることを明らかにしている。

第5章では、アンカー鉄筋を3段配置した軟弱地盤上の現地試験盛土の動態観測結果を非線形有限要素解析に基づく手法で検証し、アンカー鉄筋の段数や鉄筋の有無による鉄筋応力、側方変位、盛土の安定性の差を定量的に解析可能であることを明らかにした。すなわち、実盛土体下部にプレート付アンカー鉄筋を3段に配置した試験盛土と解析値との比較より、アンカー鉄筋には側方変位拘束効果に加えて安定性向上効果もあり、2段の配置でも設置場所を十分考慮すれば3段の配置と同様の効果が得られることを明確にし、沈下を考慮した軟弱地盤上め補強盛土の設計に本研究で提案した簡易な非線形有限要素解析に基づく手法が適用できることを明らかにしている。

第6章では、前章までの研究成果に基づき、盛土の安全率の考え方、鉄筋の段数、分担割合、鉄筋径の考え方、アンカー

長の考え方、不等沈下や残留沈下に対する対処等の盛土補強工法実施設計法を提案した。さらに、それを実際の施工に適用した例を示し、本研究で提案した実施設計手法の妥当性を明らかにしている。

第7章では、本研究で提案した解析手法（初期応力法によるFEM解析、FEM解析結果の発生応力を用いた地山安定解析手法）は、全応力解析が適用可能な多くの分野で用いられることを、山岳地での急勾配補強盛土の実測結果を用いた検証解析、豪雪地帯の山岳地での地すべり解析や地すべり地帯での地すべり防止工の効果判定のための事例解析などにより明らかにしている。

第8章は結論であって、各章で得られた成果を総括するとともに、盛土補強工法に関連した今後の課題についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

引張り補強材などで地盤を強化する盛土補強工法は、安全性と経済性を確保するため施工例が増加しつつある。本論文は、盛土補強工法の一つであるプレート付アンカー鉄筋に関する実施設計法を確立するため、取得が比較的容易な入力定数を用いた初期応力法や不連続面が考慮できるジョイント要素を用いた非線形有限要素解析の適用、ならびに有限要素解析で求められた応力を利用する新しい安定解析法の適用を検討した一連の研究成果を取りまとめたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 非線形有限要素解析を適用し、軟弱地盤上の模型盛土の下部にアンカーを配置した実験結果の検証を行い、模型盛土の立ち上がりまでの安定性、アンカー軸力と周辺地盤変位を予測するとともに、発生応力を読み取った安定解析を実施し、連続アンカーと不連続アンカーの安定性の差が解析で検証できることを明らかにした。

2. アンカー鉄筋を配置した試験盛土の動態観測結果を上記解析手法で検証し、アンカー鉄筋の段数や鉄筋の有無による盛土の安定性の差を定量的に解析可能であることを明らかにした。

3. 実施設計時の、盛土の安全率の考え方、鉄筋の段数、分担割合、鉄筋径の考え方、アンカー長の考え方、不等沈下や残留沈下に対する対処等の考え方を提案し、それを実際に適用した例を示し、その妥当性を明らかにするとともに、盛土補強工法の実実施設計法を提案した。

4. 本研究で用いた解析手法（初期応力法によるFEM解析、FEM解析結果の発生応力を用いた安定解析手法）は、全応力解析が適用可能な多くの分野で用い得ることを事例解析により明示した。

以上、要するに、本論文は数値解析を盛土補強工法の一つであるプレート付アンカー鉄筋に対する設計法の要として適用するために、比較的簡易な解析手法を提案し、その適用性を模型盛土で確認し、さらに試験盛土で検証、実用的な実施設計法として確立したもので、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11年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。