

報告番号 ※ 第 3100号
乙

主論文の要旨

題名

不連続岩盤の力学挙動に関する基礎的研究

氏名 尾原 祐三

主論文の要旨

報告番号

※ 甲 第
2

号

氏名

尾原 祐三

一般に、岩盤には種々の地質的不連続性が含まれており、岩盤の力学挙動について考える場合、岩盤をその実質部と不連続面より成る不連続体として取り扱うことが必要になってきた。とくに、大型岩盤構造物の設計・施工、資源開発における岩盤の大掘削等においては、岩盤内の不連続面の多様性とそれに対する構造物の相対的規模等に応じたアプローチの方法が採られるべきで、それらの方法の確立が望まれている。本研究は、岩盤構造物の設計のための不連続岩盤の力学挙動に関して基礎的に研究した結果をまとめたもので、6章から成っている。

1章では、関連する従来の研究を展望するとともに、本研究の目的と概要を述べている。

岩盤をその実質部と不連続面より成る不連続体とみなすことから始め、岩盤構造物の安定解析における岩盤のモデル化に必要な岩石、不連続面および岩盤の力学特性の決定法を提案するとともに、岩盤応力を直接に測定する方法および原位置での不連続面の摩擦特性を決定する方法を提案すると述べている。さらに、不連続面を考慮した数理および物理モデルを用い、岩盤の力学挙動の予測法を提案すると述べている。

2章では、岩盤を構成する岩石、不連続面の力学特性および岩盤の変形性の評価法について論じている。

まず、岩盤を構成する実質部の力学特性に注目し、均質弾性体と考

主論文の要旨

報告番号

※ 第
乙

号

氏名

尾原 祐三

えられている大谷石を用いて三軸圧縮試験を実施している。この結果、破壊以後に見られるひずみ軟化現象はその供試体レベルの構造特性であることを明らかにし、それ以前の挙動について、塑性理論に基づき降伏関数、硬化則、塑性ポテンシャルを用いた非関連流れ則より成る弾塑性構成式を提案している。

つぎに、岩石は応力履歴を受けた後破壊し、不連続面が発生する。この発生した不連続面の力学特性を検討するために多段階三軸圧縮試験を実施している。この結果、発生した不連続面の残留強度特性はその面の摩擦特性であることを明らかにし、不連続面のうち、実際に接触してすべっている面積に注目し、すべり基準を提案している。

さらに、不連続岩盤をクラックモデルを用いて理想化し、岩盤の変形性に及ぼす不連続面の影響を明らかにし、不連続面を複数含む場合の変形性の評価式を提案している。この式を用いて岩盤の不連続性の一指標である RQD と変形係数との関係についても言及している。

3章では、設計のための安定解析に必要な不連続面の幾何形状、その力学特性および岩盤の初期応力を原位置での調査および試験によって決定する方法について論じている。

まず、ボアホールカメラを用いた不連続面の調査法について述べ、さらに、岩盤応力と不連続面の摩擦特性を同時に決定する方法を提案している。この方法は、従来提案されて来た方法に比較すると、応力は非

主論文の要旨

報告番号

※ 甲 第
乙

号

氏名

尾原 祐三

常に精度良く決定することができ、また、1つのボーリング孔におけるただ一回の測定から3次元岩盤応力を決定することができることを理論的、実験的に明らかにしている。

つぎに、本方法を地下発電所大空洞周辺の岩盤内の応力分布の測定に適用し、工学的にも納得できる結果を得ることを指摘している。また、測定した応力分布を用いて、ゆるみ領域に存在する不連続面の摩擦特性にまで言及している。

4章では、不連続面を考慮した岩盤挙動予測のための種々の数理モデルを用いた解析法を開発し、問題に応じたアプローチを行ない、提案した解析法の有用性について論じている。さらに、本論文で提案した解析法と従来の不連続体としての岩盤の解析法との関連を述べている。

まず、多層成層地盤に鉛直分布荷重が作用したときの地盤の応力および変形状態を理論的に検討している。さらに、この方法を用いて連続体地盤について解析を行ない、本解析法の有用性を明らかにしている。

つぎに、有限要素法と境界要素法のもつそれぞれの長所を生かすという方法として、接合要素を用いた有限要素法と境界要素法のカップリングの方法を提案し、断層、成層面のようなマクロな不連続面が存在するような境界値問題や、領域ごとに材料定数の異なる連続体について得意な解法であることを明らかにしている。

極限解析法である剛性バネモデルに要素内ひずみを定義した修正剛

主論文の要旨

報告番号

※ 第
乙

号

氏名

尾原 祐三

体バネモデルを提案している。さらに、剛体要素間に分布するバネにダイランシーを表現することのできる弾塑性構成式を導入して、弾塑性解析を行い、本方法の有用性を明らかにしている。

構造物建設中に発生する不連続面の発生する場所や方向を推定するために、塑性理論に基づいた塑性クラック要素を提案している。さらに、本方法を岩盤斜面に適用し、破壊の始まりの様子や破壊のパターン等について検討を行っている。

最後に、岩盤力学においてスケールの大きなマイニングに関する問題にアプローチを試みている。不連続面にスケール効果を導入した地表沈下予測のための成層地盤モデルを提案している。本モデルを用いると過去に観測された地表沈下量のデータを予測することが可能であり、極めて有効な予測方法であることを明らかにしている。

5章では、数値解析で得ることのできない破壊などの諸現象を把握するための物理モデルを用いた岩盤挙動予測法について論じている。

まず、遠心力載荷装置を用いて、天盤の崩落現象について、天盤を自重によって変形する2次元の梁と仮定した実験を行ない、天盤の破壊のメカニズムを検討している。この結果を用いて極限安定条件式を提案し、この式を用いると、長壁式採鉱法において天盤をすみやかに崩落させて切羽地圧を制御することが可能であることを明らかにしている。

つぎに、底面摩擦装置を用いて成層地盤より成る斜面の実験を実施

主 論 文 の 要 旨

報告番号	※第 乙	号	氏名	尾原 祐三
<p>し、不連続面と斜面の幾何形状によって異なる破壊形態を検討している。さらに、不連続面が斜面に対して流れ目の状態のときの破壊形態である平面破壊についての極限安定式を提案し、この式を用いて流れ目の不連続面を有する斜面の安定性を評価することが可能であることを明らかにしている。</p> <p>最後に、基礎に破碎帯を有するダムにおいて、破碎帯を取り囲む堅岩および堤体が接する部分の施工形状が問題となり、ダムが築堤されたときの破碎帯の挙動予測を底面摩擦装置および有限要素法を用いてモデル解析を行ない、破碎帯を取り囲む岩盤の工学的な最適形状を決定している。</p> <p>6章は、各章で得られた成果を総括したものであり、各章で得られた成果をまとめるとともに、それら相互の関連を示し、岩盤構造物の合理的設計法に関する著者の結論が述べられている。すなわち、事前調査による岩盤の諸物性の定量化、数値解析法および模型実験法による安定解析を基礎とし、それらの有機的結合により現象をより正確に表現する岩盤モデルが構築されると述べられている。</p>				