

氏名	岸 田 潔
学位(専攻分野)	博士 (工学)
学位記番号	論工博第 3480 号
学位授与の日付	平成 12 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	Experimental study on the estimation of discontinuity characteristics and mechanical properties of jointed rock masses 不連続性岩盤における不連続面の物性・力学特性の評価に関する実験的研究

論文調査委員 (主査) 教授 足立紀尚 教授 芦田 讓 教授 大西有三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、亀裂性岩盤における不連続面の影響要因の詳細な分析とその分布評価手法の確立ならびにそれに基づく岩盤の力学特性の解明を実証的に試みた研究成果をまとめたものであり、序論、結論を含め 8 章から成っている。

第 1 章は、序論であって岩盤力学の進展において亀裂性岩盤の不連続面の分布の観測手法ならびに岩盤不連続面の力学特性の評価手法の確立の重要性を述べるとともに本研究の目的および本論文の概要を示している。

第 2 章では、ボーリング孔壁および坑道坑壁観察等の原位置岩盤不連続面の調査結果について述べている。とくに、ボアホール・スキャナー・システム (BSS) を適用するボーリング孔壁調査手法による不連続面の方向、開口幅および位置の特定法を与え、さらに岩盤評価係数 (RQD) 等もボーリング・コアによるものと比較し精度良く決定できることを示した。また、岩盤不連続面の数、面積および間隔の相対的重要度を表す係数 RI を導入した解析を行い、係数 RI が亀裂性岩盤評価の重要な情報量であることを明らかにした。

第 3 章では、岩盤不連続面の表面粗度計測システムを非接触型レーザー・スキャン・マイクロメーターを用いて開発するとともに高速フーリエ変換 (FFT) および最大エントロピー法 (MEM) を適用したスペクトル解析による不連続面粗度の定量化手法を確立した。なお、その適用性を検証した結果、不連続面粗度のスペクトル解析においては、MEM によれば少数のデータで正確なスペクトルを計算でき、計測データへの適用性も良く、信頼性の高い結果が得られるなど、FFT より優れていることを示した。さらに、スペクトル解析により、不連続面粗度の定量化係数としてパワースペクトル・モーメント M_s を導入した。これは、頻度分布の平均値とパワースペクトル強度の積で与えられ、粗度の不規則性と周期を表すことを示すとともに M_s 値による Barton の粗度係数 JRC の推定法を提案した。

第 4 章では、岩盤不連続面の直接せん断試験を行い、そのせん断挙動について論じている。不連続面のせん断挙動には、不連続面の粗度、垂直方向の拘束条件および岩石強度が影響するが、前章で論じた M_s 値から推定した粗度係数の適用性を検証し、さらに岩盤不連続面のせん断挙動を記述できる構成モデルを、不連続面の粗度、岩石強度および垂直方向拘束条件の関数として与えた。

第 5 章では、天然ならびに人工不連続面を有する岩盤供試体を用いた弾性波動伝播試験を実施した。すなわち、数種類の異なる不連続面を持つ供試体に対し、弾性波速度と第一到達波の振幅特性を計測することで、岩盤不連続面の弾性波伝播挙動に与える影響を解明した。その結果、不連続面の粗度、充填物の有無、間隔、またせん断時のダイレイタンス特性と第一到達波の振幅との間には密接な関係があり、弾性波速度と振幅双方を用いた評価法の重要性を指摘した。

第 6 章では、弾性波速度と振幅特性、すなわち減衰双方を考慮する弾性波ジオトモグラフィー手法の開発とその亀裂性岩盤への適用性の検討を実施した。まず、ジオトモグラフィー解析のアルゴリズムを構築するとともに震源と受振点双方の位置ならびに低速度帯の寸法と位置を種々変化させることにより、数値解析上の問題点とそれに対する精度向上手法の提案を行っている。また、実際に現場において計測を行い、そのデータの解析を行っている。その結果、一般に減衰分布法 (SAT)

は速度分布法 (SVT) より亀裂性を評価する上で有効であること、前章の知見に基づき低速度で減衰の大きい場合には軟弱層や充填物を有す不連続面が存在すること、また高速度で減衰の大きい場合には密に不連続面が分布することなどを見いだしている。

第7章では、ボーリング孔内载荷試験による岩盤の力学特性の評価手法の確立を試みている。まず、载荷による永久変形と変位との関係を詳細に検討するとともに永久変形の物理的意味を考察している。その結果、岩盤の変形挙動は、不連続面の方向、開口幅、間隔、粗度および充填物の有無に影響を受けることを論じ、永久変形の評価係数として永久変形係数 M を新たに導入するとともに永久変形係数 M に基づく岩盤分類が有効であることを明らかにしている。さらに、孔内载荷試験による不連続面剛性の推定式を与えその有用性を検証している。

第8章は、本研究の結論であって、結果を要約するとともに今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、亀裂性岩盤における不連続面の影響要因を豊富な原位置調査および室内実験結果の詳細な分析とその不連続面分布評価手法の確立ならびにそれに基づく亀裂性岩盤の力学特性の解明を実証的に試みた研究成果をまとめたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. ボアホール・スキャナー・システム (BSS) を適用したボーリング孔壁調査手法による不連続面の方向、開口幅および位置の特定法を構築するとともに岩盤不連続面の数量、面積および間隔の相対的重要度を表す係数 RI を与え、係数 RI が亀裂性岩盤評価の重要な情報量であることを明らかにした。

2. 岩盤不連続面の粗度計測システムを開発するとともに高速フーリエ変換 (FFT) および最大エントロピー法 (MEM) を適用したスペクトル解析による不連続面粗度の定量化手法を確立した。また、不連続面粗度の定量化係数としてパワースペクトル・モーメント M_s を導入し M_s 値による Barton の粗度係数 JRC の推定法を提案し、さらに岩盤不連続面のせん断挙動を記述できる構成モデルを与えた。

3. 不連続面の粗度、充填物の有無、間隔、またせん断時のダイレイタンス特性と第一到達波の振幅の間には密接な関係があり、弾性波速度と振幅双方を用いた評価法の重要性を指摘した。ついで、弾性波速度と振幅特性、すなわち減衰双方を考慮した弾性波ジオトモグラフィ手法を開発するとともにその亀裂性岩盤への有効性を示した。

4. 永久変形の評価係数として永久変形係数 M を新たに導入するとともに永久変形係数 M に基づく岩盤分類が有効であることを明らかにした。さらに、孔内载荷試験による不連続面剛性の推定式を与えその有用性を検証した。

以上要するに本論文は、廃棄物処理を含め地下空間開発技術の向上が要請されている現在、岩盤の調査および岩盤構造物の設計法の進展に貢献しうる研究であって、学術上、実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 12 月 20 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。