

氏 名	平 嶋 健 一 ひら しま けん いち
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1067 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	岩質性地山の静力学的挙動に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 丹 羽 義 次 教 授 山 田 善 一 教 授 小 林 昭 一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は岩質性地山を、主として異方性弾性体とみなしてその静力学的挙動、特にトンネル、地下構造物等を設置した場合の応力、変形挙動の理論的解明を試み、その合理的な設計・施工のための基礎資料を提供すると共に、地山の初期又は変動応力の測定法を確立しようとしたものであって、緒論及び結論のほか6章と附録よりなっている。

第1章の緒論では、まず著者が本研究を行った動機と研究の意義及び必要性を述べ、次いで本論文の各章の内容を説明している。

第2章では、本研究の全体にわたって共通する線形の弾性論、特に等質の最も一般的な三次元異方性並びに等方性体の基礎理論を紹介すると共に、空洞等の存在によって応力集中が生じる境界値問題の解析理論を展開している。

第3章では、まず三次元異方性弾性体に、その弾性主軸に対して任意の角度をなす円形又は楕円形トンネルを開削した場合、任意方向の三次元地山応力の作用によってトンネル周辺に生じる応力、変形状態を理論的に求めている。次に孔径に比し十分深い位置にある楕円形状のトンネルを有し、一定傾斜角の表面をもつ半無限異方性弾性体の重力による応力状態の解析を行い、代表的な異方性体を取り上げて数値計算例を示している。続いて、等方性岩盤を対象とし、これに任意形状のトンネルが開削された場合のその周辺部における三次元的な応力状態を理論的に解析し、代表的な数値計算例を示し、現実のトンネル形状、力学定数に合せて理論計算を実施すべき必要性を指摘している。

第4章では、異方性並びに等方性の岩盤内に複数個のトンネル群を設けた場合に、このトンネル群周辺地山に発生する応力、変形状態の理論解析を試みている。すなわち、第2章で示した理論的厳密解に選点法を組み合わせ、複数個の孔を有する多連結領域の問題を逐次近似法によって解いている。作用外力としては面内並びに面外荷重を対象とし、多くの数値解析例を掲げているが、この方法によって得られた結果と従来の研究者による特定の計算例とを比較し、その精度が極めて高いことを指摘している。また、特に等方性体の2円孔の場合に対しては、面外荷重をも含む統一的な形で双極座標系による解析解をえている。

第5章では、現場における岩盤試験法のうち、最も広く一般的に実施されているジャッキ試験、並びに水室試験に着目し、試験によって得られるデータより、岩盤の変形特性としての異方性の力学定数を求めるための理論的な解析手法を、具体例を挙げて提示している。

第6章では、幾つかの方法によって異方性岩盤内の初期又は変動応力を測定するための理論的な基礎式の誘導と、それらについての詳細な検討を試みている。すなわち、まず測定計器として光弾性ゲージを用いる場合の5つの問題点を定量的かつ詳細に検討している。次に、応力解放法を利用した計測装置を有する円形の埋設物による測定結果、並びに円形のボアホール周縁の変位及びひずみの測定結果から、一般的な三次元異方性弾性体と考えた岩盤内の初期又は変動応力を求める方法を理論的に考究し、基礎式を誘導、整理すると共に幾つかの数値例を示し、異方性の比率が余り大きくない場合でも、等方性と考えたものに比較してかなりの差異が生じる場合があることを指摘している。

第7章では、一般的な脆性材料が異方性体としての力学的挙動を有するした場合に対して、グリフィスの破壊理論の拡張を行い、この種の材料に対する破壊条件の数値的導出の可能性を示し、具体的に粘板岩を対象として理論と実験結果の比較検討を行い、幾つかの問題点について考察している。

第8章の結論は、以上の結果を取りまとめたものである。

なお、附録では岩質性地山への適用の可能性が充分考えられるとされている Cosserat 性物質の線形理論、すなわちマイクロポーラ弾性論及び偶応力理論を適用して、孔を有するこの種の物体内に生じる応力集中問題の理論解の誘導、並びにそれらに対応する古典解との比較等を示している。

論文審査の結果の要旨

この論文は、エネルギーの供給や備蓄、あるいは交通・運輸体系の整備・拡充のための地下構造物の計画・設計・施工の合理化を目的とした基礎的研究であって、岩質性地山を、主として異方性弾性体とみなし、(1)地下構造物の形状、配列等がその周辺の応力、変形状態に及ぼす影響、(2)地山の初期又は変動応力の測定に関する理論及び手法、並びにその変形係数の決定法等について研究を行い、更に、(3)異方性岩質材料の破壊条件について考察したものであって、得られた成果の主なものは次のとおりである。

1. 最も一般的な任意の弾性定数を有する三次元異方性弾性体中に存在する、軸方向に一定の断面をもつ空洞等による応力集中問題を解析するための、複素関数法による理論を展開した。
2. 従来解析的には等方等質体として取り扱われることの多かった地山に対し、亀裂、節理等による異方性を考慮して、上述の理論を円及び楕円形トンネルに適用し、任意方向の三次元地山初期応力や重力によるその周辺の応力、変形を求め、従来の取り扱いをより実際的なものとした。
3. また、上述の理論を等方性地山内の任意形状の空洞に適用し、面内力及び特に面外力による応力状態を解析し、充分遠方より作用する三次元的な外荷重の下でのこの種の問題の解法を確立すると共に、現実の空洞形状を正しく理論計算に導入する必要性を強く指摘した。
4. 上述の理論的厳密解に選点法を組み合せ、複数列のトンネル群を有する異方性（円、楕円孔）あるいは等方性（任意形状孔）の多連結領域の問題を逐次近似法で解析し、その精度の検証を行って、本方法の有効性を立証した。

5. 各種の岩盤試験のうちジャッキ試験法と水室試験法を取り上げ、その異方性岩盤への適用のための解析法を提示し、定数決定のための具体的手順と計算図表を示し、異方性岩盤の変形特性に関する諸定数を正確に把握する手法を確立した。

6. 地山の初期又は変動応力測定に用いる光弾性ゲージに対する基本的な諸問題を理論的に解析し、従来の取り扱いによる誤差を定量的に評価すると共に、地山が異方性体である場合の測定方法論を確立した。また計測装置を有する円形の埋設物や、ボアホールひずみ又は変形ゲージによる一般的な三次元異方性地山の応力測定法を理論的に解明した。

7. 一般的な脆性材料が異方性体としての力学的挙動をするとした場合に対してグリフィス理論を拡張し、この種の材料に対する破壊条件の数値的導出の可能性を示した。

以上を要するに、本論文は一般的な三次元異方性弾性体中の空洞等の周辺応力、変形状態を解析する理論を展開し、これを岩盤工学に関する多くの問題に適用して、実際的な多くの設計基礎資料を提供したものであって、学術上、工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。