

氏 名	李 喜 根
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 527 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 資 源 工 学 専 攻
学位論文題目	岩石の変形・破壊挙動と地下構造物に起こる二三の地圧現象に関する基礎的研究

論文調査委員 (主査) 教授 平松良雄 教授 伊藤一郎 教授 港 種雄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、岩石の変形・破壊挙動を実験的に研究し、次にその特性を考慮に入れて地下空洞のまわりの岩盤の変形や応力を解析する方法を考案し、さらにその解析法を用いて鉱山の採鉱切羽における鉱柱及びその付近の岩盤に起る変形や応力変化を解析し、鉱柱の設計及び管理についても考察した結果をまとめたもので、6章より成っている。

第1章は緒論で、本研究に関連した従来の研究を展望し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、従来の材料試験機と比べて剛性を数倍高くした試験機を用い、花こう岩、砂岩及び大理石の3種類の岩石について一軸圧縮試験、一軸引張試験及び曲げ試験を実施し、その際ひずみの多点測定や破壊音頻度測定も行い、岩石の変形及び破壊挙動を調べた結果を述べ、さらに圧縮及び引張試験の途中や試験終了後の試験片の顕微鏡観察を行い、微小き裂の発生状況を調べた結果を述べている。これらの試験から、岩石の応力-ひずみ曲線は、応力が最大値に達するまでは圧縮域と比べて引張域での非線形性が著しく、それ以後はどちらの領域においても負の傾斜を示し、応力が零の付近では両方の領域のヤング率はほぼ等しく、曲げ試験における試験片の破断面上のひずみ分布は著しく非線形であることなどを明らかにしている。また圧縮及び引張のどちらの試験においても、応力が比較的低いある値に達すると、最も弱い欠陥の所に微小き裂が生じ、応力が漸次高くなるのに伴ってつぎつぎと微小き裂がまちなちの所にまちなちの方向に生じ、このような微小き裂の集積によって破壊が起ると論じ、岩石の変形特性もこの点を考慮することによって説明しうると述べている。

第3章では、岩石の変形特性を考慮に入れた弾塑性解析を取扱っている。まず岩石に最もよく適合する三軸圧縮応力下の降伏条件式を示し、次に三軸圧縮応力下の応力-ひずみ関係を、弾性領域からひずみ軟化領域までを包含した全領域にわたって次の方法で表現している。すなわち八面体せん断応力を応力の一次不変量の関数として与え、この関数の係数を塑性ひずみ及び最小主応力の関数として表現する方法である。

次にこの関係を考慮に入れ、有限要素法の初期応力法を修正した数値解析法を適用して、地下空洞のまわりの岩盤の変形や応力を解析する方法を考案している。

第4章では、前章の解析法の適用性を、大理石でできた円孔を有する試験片の圧縮試験によって検討した経緯を述べ、この解析法は、現状ではまだ精度は十分高いとはいえないが、岩盤が弾性限を超えて載荷されている場合の地下構造物の安定性を論ずるのに十分用いることを認めている。

第5章では、上記の解析法を実用上の問題に応用した一例として、残柱式採鉱切羽における採鉱の進行と鉱柱及びその付近の岩盤の変形や応力変化との関係を解析した結果を述べている。この解析により採鉱の進行に伴って鉱柱の水平断面上の平均直応力が増加し、圧縮強度の半分程度に達するところから鉱柱の側壁やその付近の岩盤に塑性変形が始まるが、平均直応力が圧縮強度の90%程度に達してもその値は弾性理論によって求めた値とほぼ等しいことなど、鉱柱の設計や管理の上に参考となる資料を得ている。

第6章は結論で、以上の成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

地下空洞の合理的設計は、岩盤の変形・破壊挙動を明らかにし、その特性と岩盤内の初期応力状態とを考慮して岩盤の変形や応力を解析した結果に基礎を置いて行うべきである。最近、岩石の変形挙動に関して、剛性の高い試験機による試験結果から種々の新しい知見が得られており、この方面の研究は注目を浴びている。本論文は、このような状況のもとで、まず岩石の変形・破壊挙動を実験的に研究し、次にこの特性を考慮に入れて地下空洞のまわりの岩盤の変形や応力を解析する方法を考案し、さらにこの手法を用いて鉱山の切羽の安定に重要な役割を果たす鉱柱の機能を検討した結果を述べたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

(1) 従来の試験機と比べて剛性を数倍高めた試験機を用い、花こう岩、砂岩及び大理石の3種類の岩石について、一軸引張試験、一軸圧縮試験及び曲げ試験と、これらの試験前後の試験片の顕微鏡観察とを行って、岩石の変形・破壊挙動について次の事項を明らかにした。すなわち圧縮領域と比べて引張領域における応力-ひずみ線図の非線形性は著しいこと、どちらの領域においても応力が最大値に達したのちに応力-ひずみ線図は負の傾斜を示すこと、応力が零の付近ではどちらの領域においてもヤング率はほぼ等しいことなどを明らかにした。

(2) 岩石の圧縮応力及び引張応力のもとでの変形及び破壊挙動は、応力の増加に伴って微小き裂があちこちに不規則に生じ、それらが漸次集積することによって説明できるとした。

(3) 岩石の応力-ひずみ曲線は、応力が最大値に達したのち負の傾斜を示し、圧縮域ではこの関係は三次元応力状態及び載荷の履歴によって異なり、複雑であるが、この関係を、八面体せん断応力を応力の一次不変量の関数として与え、この関数の係数を塑性ひずみと最小主応力の関数として与えることにより表現することを提案した。

(4) 上に述べた応力-ひずみ関係を考慮に入れて、地下空洞のまわりの岩盤の変形や応力を有限要素法によって解析する方法を考案し、この解析方法の適用性を模型実験によって検討し、この方法はまだ

完全ではないが、塑性変形を起している岩盤の安定性の検討に用いることを示した。

(5) 上記の解析方法によって、残柱式採鉱切羽における採鉱の進行と鉱柱及びその付近の岩盤の変形や応力の変化との関係を解析し、鉱柱の水平断面上の平均直応力が圧縮強度の半分程度に達したところから、鉱柱の側壁、切羽の天井及び床に塑性変形が起り始めるが、平均直応力が圧縮強度の90%程度に達するまではその値は弾性理論によって求めた平均直応力とほぼ等しいことなど、鉱柱の設計及び管理上参考となる資料を得た。

以上要するに、本論文は岩石の変形挙動及び破壊機構について新しい資料を提供し、地下空洞のまわりの岩盤の変形や応力の弾塑性解析の新しい方法とその応用例を示したもので、学術上、工業上寄与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。