

氏名	木 山 英 郎
	ぎ やま ひで お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 157 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 1 月 23 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 鉱 山 学 専 攻
学位論文題目	岩 石 の 圧 裂 試 験 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 平松良雄 教授 小門純一 教授 伊藤一部

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は岩石の引張強さを求めるために提案された種々の圧裂試験について、問題となる点を挙げ、それらに対する理論的ならびに実験的検討と、新しい圧裂試験法の提案を主な内容としており、9章よりなっている。

第1章は緒論であって、岩石の圧裂試験に関する従来の研究を展望し、本研究の目的と研究の方針とを明らかにしている。

第2章においては、まず岩石の単軸引張試験の実施方法に工夫をこらし、その結果、この試験法により引張強さの信頼できる値が得られるようになった経過を述べている。岩石はもろい材料であるから、従来岩石の単軸引張試験はその技術がむずかしいとされていた。著者は試験片の仕上げの精度を向上し、試験片の取付金具に種種の改良を加えることにより、分散の小さい信頼できる値が得られるようにしている。

つぎに数種類の岩石を試料として、多数の試験片について単軸引張試験と円板圧裂試験とを実施し、これらの試験から得られた強さを比較している。その結果、どの岩石についても、これらの2種の試験によって求めた強さには統計学的に見て有意な差があるとは認められず、また両者の平均値の差は±10%以内にあること、および両者のばらつきも同程度であることを認めている。第4章以下において、有孔円板圧裂試験、角板圧裂試験および不規則塊状試験片の点載荷圧裂試験を実験的に検討するのに、それらの試験による強さと円板圧裂試験による強さとの比較を基礎としているが、その根拠はここにあるとしている。

第3章においては、まず岩石を完全弾性体と仮定し、円板圧裂試験、有孔円板圧裂試験および角板圧裂試験における試験片内の応力を、フーリエ級数を用いて境界条件を忠実に表現することによって厳密に解析している。この解析の結果から、円板圧裂試験における載荷幅が試験片内の応力状態、とくに載荷点付近の応力状態に及ぼす影響、有孔円板圧裂試験における載荷幅および試験片の内径対外径の比が試験片内の応力状態に及ぼす影響、角板圧裂試験における試験片の縦横の寸法比および載荷幅が試験片内の応力状態に及ぼす影響など、試験片の破壊を論ずる上に必要な種種の関係を論じている。

第4章においては、円板圧裂試験、有孔円板圧裂試験および角板圧裂試験における問題点を理論的に検討し、その結果を実験によって確かめている。

まずこれらの3種の圧裂試験のずれにおいても、(1) 試験片の載荷点付近に高い圧縮応力が生じ、(2) 破断面上の各点の応力は2軸性であり、(3) 破断面上の各点の応力分布は不均一に分布するから、これらの圧裂試験によって求めた強さは引張強さとどんな関係にあるかが問題となることを指摘している。

ついで、前章で述べた試験片内の応力の弾性理論による解析結果を基礎とし、Mohrの破壊説が岩石の破壊に当てはまるものと仮定して、上に述べた三つの問題点を検討している。円板圧裂試験については、この試験によって求めた強さと引張強さとはほぼ等しいという第2章の実験で確かめた事実をよく説明できるとしている。有孔円板圧裂試験については、円板圧裂試験と同様に、試験片の破壊が始まる時の破壊箇所の弾性理論による引張応力をもって強さとするにその計算式を導き、上記の問題を理論的に検討し、載荷点付近の高い圧縮応力や破断面上の各点の応力の2軸性は問題とならないが、破断面上の各点の応力分布が著しく不均一に分布するため、この圧裂試験は曲げ試験と同じ意味を持つであろうと推論し、実験的にそれを確かめている。さらに、角板圧裂試験については、新たにこの試験による強さの計算式を提案し、三つの問題点に注目して同様に検討し、その結果、載荷幅と試験片の高さの比を0.15~0.40の範囲にとって試験すれば、引張強さに近い値が得られるであろうと推論し、この試験は円板圧裂試験よりむしろ優れた結果を与えるであろうと述べている。またこの推論を実験的に確かめている。

第5章において、不規則塊状試験片の点載荷圧裂試験について理論的に検討を加えている。この試験法は、現場で採取した岩石試料を、ほとんど加工しないで試験に供し、迅速にその強さを求められることを目標として著者らが考案したものである。まず、三次元光弾性実験により試験片内の応力を解析し、また試験片を球および円柱形弾性体と仮定して理論的に応力を解析している。つぎにこれらの解析の結果を基礎として、強さの計算式を提案し、前章において他の圧裂試験法について行なったのと同様の手法によりこの試験法について理論的に検討し、載荷板が小さいときには前述の問題点に起因する悪影響が懸念されるが、載荷板の直径と試験片の高の比を0.13以上にとれば、引張強さに近い値が得られるであろうと推論している。

第6章において、まず、種々の岩石の不規則な塊状の試験片を点載荷圧裂試験に供し、同時に同じ岩石について円板圧裂試験を実施し、これらの試験の結果から、不規則塊状試験片の点載荷圧裂試験によって引張強さに近い値が得られることを認め、点載荷圧裂試験は十分実用に供しうることを実証している。

ついで、高さと同径の等しいコンクリートの円柱形試験片を多数準備し、点載荷圧裂試験と円板圧裂試験を実施し、点載荷圧裂試験における載荷板の形状の影響を詳細に検討するとともに、この試験法のコンクリート試験片に対する適用性を検討している。その結果、平らな底面をもち、角に丸太を付けた円柱形載荷金具が適当であり、その載荷面の直径と試験片の高さの比を0.13~0.15の範囲にとれば引張強さに近い値が得られ、しかも分散も小さいことを認めている。またコンクリートに対してもこの試験法を適用すると述べている。さらに点載荷圧裂試験を現場で実施しうるように、小形で携帯できる点載荷圧裂試験機およびペレット用のごく小形の点載荷圧裂試験機を試作し、これらの実用試験を行ない、現場での迅速試験が可能であることを確かめている。

第7章においては、接触論の観点から、角板圧裂試験および点載荷圧裂試験における載荷板と試験片の接触面の圧力と摩擦力の分布を考察し、荷重が等分布するとの仮定のもとに解析して得られた試験片内の応力分布を補正し、前章までのこれらの圧裂試験法に対する論理的検討の結果に再検討を加えている。それによれば、試験片内の補正された応力分布を基礎として試験片の破壊を論じた方が、補正する以前の応力分布を基礎にした場合よりもよく実験結果の説明が付き、これらの2種類の圧裂試験は、上記の適正条件のもとで実施すれば、良好な結果を与えることをあらためて確かめている。

第8章においては、円板圧裂試験の際弾性定数を同時に決定する試みについて述べている。まず、理論的にその可能性を証明し、実際に岩石試験片について弾性定数を決定した結果を示し、この方法は実用に供しうると述べている。

第9章は結論であって、以上の各章における研究成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

岩石はもろい材料で、切削加工も困難であるから、その強度試験は実施しにくく、とくに引張試験はむずかしい。それゆえ、通常、円板圧裂試験によって引張強さが求められている。しかし、この試験法には二三の問題点が挙げられ、現在でもこの試験法は研究の対象となっており、また最近、円板圧裂試験に代るものとして、有孔円板圧裂試験や角板圧裂試験も提案されている。

この研究は、円板圧裂試験をはじめ、有孔円板圧裂試験、角板圧裂試験、および著者らの考案した不規則塊状試験片の圧裂試験について、問題点を検討し、各試験法の適用性と最適条件を明らかにすることを目的として行なわれたもので、得られた主な成果はつげのようである。

1. 円板圧裂試験では、試験片が破壊するときの破断面上の最大引張応力を、試験片は完全弾性体であるとの仮定のもとに計算した値をもってその試料の強さとされている。著者は円板圧裂試験、有孔円板圧裂試験および角板圧裂試験における試験片内の応力を弾性理論によって解析し、とくに従来あまり明らかにされていなかった載荷点付近の応力状態を詳しく調べ、各圧裂試験法を理論的に検討するための基礎資料を提供している。

さらに、有孔円板圧裂試験および角板圧裂試験による強さも円板圧裂試験の場合と同様に定義するものとし、上記の応力解析結果からそれらの計算式を提案している。

2. 圧裂試験によって求めた強さは単軸引張試験で求めた引張強さと近いことが望ましい。この点から考えれば、どの圧裂試験においても、載荷点付近に大きい圧縮応力が生ずること、破断面の周辺を除けばその上の各点は2軸応力状態にあること、および破断面上の引張応力はいくぶん不均一に分布することが問題であることを指摘している。

ついで、試験片内の応力の解析結果を基礎とし、試験片の破壊に Mohr の破壊説が当てはまるものと仮定して、各圧裂試験についてこれらの三つの問題点を検討し、円板圧裂試験では引張強さに近い値が得られること、有孔円板圧裂試験は曲げ試験とほとんど同じ意味を有し、この試験によれば引張強さよりはるかに大きい値が得られること、角板圧裂試験では載荷幅と試験片の高さとの比が0.15~0.40の範囲であれば引張強さと近い値が得られ、この試験は円板圧裂試験よりむしろ優れた結果を与えることを推論して

いる。さらに、載荷板と試験片との接触面の圧力分布は不均一で、この面には摩擦力も作用することを考慮しても、以上の推論は変わらないことを確かめている。

3. 従来、岩石の引張強さを単軸引張試験で求めることはむずかしいとされていたが、試験片の仕上げの精度を向上し、試験片の取付金具に種々の改良を加えることにより、分散の小さい信頼できる値を得ることに成功している。その上で、種々の岩石を試料としてその引張強さを求め、また同じ試料について円板圧裂試験を行なって強さを求め、両者はよく一致することを確認している。また、種々の岩石について有孔円板圧裂試験、角板圧裂試験および円板圧裂試験を実施し、有孔円板圧裂試験および角板圧裂試験についての上記の推論は正しいことを実験的に確かめている。

4. 不規則な塊状の試験片に集中的に載荷して圧裂試験を行なうことにより、引張強さを推定しうるとの見通しを立て、まず三次元光弾性実験および弾性理論による応力解析の結果を基礎とし、他の圧裂試験法について行なったのと同様の検討を行なって、上記の推論が成立することを示している。

つぎにこの圧裂試験による強さの計算式を導き、載荷板の直径と試験片の高さの比を0.13程度にとれば、引張強さに近い値が得られることを理論的に示し、これを岩石やコンクリートを試料として実験的に確かめている。

5. 円板圧裂試験の際、弾性定数を同時に決定する方法を見出している。

以上に述べたように、この論文は、岩石の各種の圧裂試験において問題となる点を指摘して、それらをかなり深く解明し、これらの試験法の適用性と最適条件を明らかにし、さらに不規則な塊状試験片の圧裂試験法を提案して、岩石の引張強さを迅速に求めることを可能にするなど、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。