

【 47 】

氏 名	大 草 重 康 おお くさ しげ やす
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 251 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 43 年 9 月 24 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	Theoretical Study on the Strength of Rock with Weak Planes and its Applications to Geotechnique and Tectonophysics (弱面のある岩石の強度についての研究とその地質工学および構造地質学への応用)
論文調査委員	(主 査) 教 授 初田甚一郎 教 授 吉 沢 甫 教 授 中 沢 圭 二

論 文 内 容 の 要 旨

近年岩石力学とか岩盤力学とかいわれる分野の研究が重要視されてきたが、主として均質等方な岩体について論議されている。しかし自然にはこのような場合はむしろ少なく、層理面や節理などが平行した弱面として存在するのが普通である。申請者は主論文第 1 部において、岩体中にこのような弱面が存在する場合に、弱面の方向と加えられる主応力の方向との関係に着目してクーロン・ナビアの理論に基づいて破壊強度に関する考察を行ない、さらにその結論を第 2 部において中部日本における中生代以降の応力場の変化と断層系形成の問題に適用している。

二次元の場合については J. C. Jaeger らの研究があり、弱面に沿うて破壊の起こる条件式が一応求められているが、それには岩体自身の粘着力と内部摩擦角が入っておらず、その適用される範囲も不明確であった。申請者はこれらの欠けた要素をすべて考慮に入れ、解析的に弱面に沿う破壊の条件式を導き、また、岩石の粘着力と平均応力との比をパラメーターとして、数値計算によって弱面と最大圧縮応力とのなす角がどのような値をとる場合に、弱面に沿う破壊が起こるかを詳しく決定している。

三次元の場合は複雑で解析的方法の適用が困難なため、これまで手をつけた者がなかったのであるが、申請者はモールの応力円を利用して半ば幾何学的方法により解決している。三つの主応力の組み合わせから得られる応力円と、弱面のせん断強度をあらわす直線との関係から四つの場合が考えられ、それぞれの場合に弱面の方向余弦が一定の範囲内にあれば弱面に沿う破壊が起こり、その範囲からそれと弱面のない岩体としての別の破壊面を生ずる。この限界をステレオ投影によってシュミット網状に表わした。また、上述の四つの場合の存在することからわかるように、一般に等方な媒体では破壊面の方向は中間主応力の大きさには無関係のはずであるが、弱面の存在する場合には弱面に沿う破壊に、これが大きな役割をなすことを見いだしたことは重要なことである。

第 2 部において申請者は、第 1 部の結果を用いて、一たび形成された断層が再活動する条件、あるいは新しい断層系が発生するための条件について考察を加えている。中部日本には活断層と認められている断

層がいくつかあるが、そのうち代表的なものとして根尾谷断層・阿寺断層・柳ヶ瀬断層と跡津川断層とがあげられる。これらはいずれも水平変位を主とした断層で傾斜は 90° に近く、走向は前三者は NW—SE ないし NNW—SSE で後者は NE—SW であり、これらは NWW—SEE 方向の水平圧縮力によって生じた共やく断層で、第三紀後期以来活動をつづけているものとされている。この最大圧縮主応力の方向は中部日本における地震の P 波の初動分布から推定される方向と一致している。申請者は上記の断層群のうち、阿寺断層地域の濃飛流紋岩体中の断層・節理の野外観察から、この地域に上記の二方向の共やく破壊系以外に NNE—SSW 方向の水平ずれ破壊系の存在を明らかにしたが、これは第 1 部で述べた理論からすれば、現在の応力場によっては発生し得ないもので、後期第三紀以前に形成された古い破壊系であると推定している。また、参考論文 1 に述べているように、佐久間ダム付近の調査で古い応力場による NW—SE 方向の破壊系を見だしているが、これは中部日本のこのあたりの一般傾向で、根尾谷断層も例外でないと考え、この断層の初期の変位は“水平右ずれ”であり、第三紀後期以後の新しい応力場による変位は逆の“左ずれ”であるという興味ある結論を出している。

参考論文は、地質構造に関するもの 2 編、岩石の物理性に関するもの 1 編、岩石力学に関するもの 2 編で、野外研究・室内実験・理論的研究と多岐にわたっている。

論文審査の結果の要旨

従来岩石力学あるいは岩盤力学でとり扱われてきたような均質等方な岩体は自然界には極めてまれで、多くは層理・節理・断層などの弱面が存在している。最近二次元の問題として、弱面を有する岩体の破壊をとり扱った研究もぼつぼつ現われ、代表的な Jaeger の論文では、弱面に沿ったせん断破壊の条件式が与えられているが、仮定に不十分な点がある上に適用範囲も明らかでないうらみがあった。

申請者は弱面だけでなく岩体自身の内部摩擦と粘着力をも考慮に入れて、最大圧縮応力と弱面とのなす角 α がいかなる範囲の値をとる場合に、Jaeger の式が適用できるかを明確にした。また、岩体の粘着力と平均応力との比をパラメーターとして、数値計算によって α の極限值 α_1 、 α_2 を求め、岩体と弱面の内部摩擦角が種々の値をとる場合の危険範囲をグラフで表わしたほか、ランキンの理論に基づいて弱面を有する鉛直ながけの土圧を計算して臨界の高さを求めるなど地質工学の実際への応用に便宜を与えた。

三次元の場合についてはこれまで誰も手をつけていなかったが、申請者はモールの応力円を利用する幾何学的方法をとり入れて、互いに垂直な三方向の主応力の組み合わせからなる三つのモール円と、最大せん断応力を示す直線との関係から生ずる四つの場合について論じ、それぞれ平行弱面の方向余弦がある範囲内にあれば弱面に沿って破壊が起こり、その範囲外にあれば弱面のない場合と同じ破壊面を生ずるという結果を得、それらの限界をステレオ投影によりシュミット網上に表わしている。また、上述の四つの場合の存在から、クーロン・ナビアの破壊理論では元来破壊面の生ずる方向は、中間主応力には無関係となっているが、平行弱面の存在する場合にはこれが弱面方向の破壊に大きな役割をなすことを明らかにした。これは注意すべき事からである。

わが国のような地質構造の複雑なところでは、ある地域における応力場は時代とともにその方向および強さが変わっていると考えられる。従って、新しい応力が作用したとき、既成の断層系が再活動するか、

あるいはこれを切って新しい断層が生ずるかは大きな問題である。申請者は第1部で得た理論的結果を用いてこれらの条件を詳しく追究し、さらに実際の例として中部地方の主な横ずれ断層である根尾谷断層・阿寺断層・柳ヶ瀬断層および跡津川断層に適用している。これらの断層のうち、前三者は NW—SE ないし NNW—SSE の走向を有する左ずれ断層、後者は走向 NEE—SWW の右ずれ断層で、互いに共やくであり、それらを生じた水平最大圧縮主応力は両者の交わる鋭角を二等分する方向 NWW—SEE にあると判断されるが、これは中部地方における地震の P 波の初動分布から推定される方向とも一致している。申請者は前に阿寺断層地域の野外観察から、前記二方向の破壊系以外に NNE—SSW 方向の水平ずれ破壊系の存在を明らかにしたが、これは現在の応力場では生じないはずのもので、古い応力場により生じたものと考えねばならず、また、古い応力場でこれが単独にできたとすることは理論的に無理である。結局この破壊系は根尾谷断層の方向の破壊系とともに後期第三紀以前に生じたもので、その後応力場が反時計まわりに水平面内で約 60° 回転し、現在の応力状態に達したものと解釈され、根尾谷断層の変位が最初は水平右ずれであったものが、再活動している現在は左ずれであることを巧みに説明している。

以上述べた申請者の研究は、岩盤力学の未着手の分野にも一步を進めると共に、その応用は地質工学、構造地質学の今後の研究にも大いに貢献するものと思われ、参考論文に示された研究能力と考え併わせて、本論文は理学博士の学位論文としての価値があるものと認める。