

(35) 花崗岩質岩石内の欠陥構造

徳山高専 正会員○工藤 洋三
正会員 橋本 堅一
山口大学工学部 正会員 佐野 修
正会員 中川 浩二

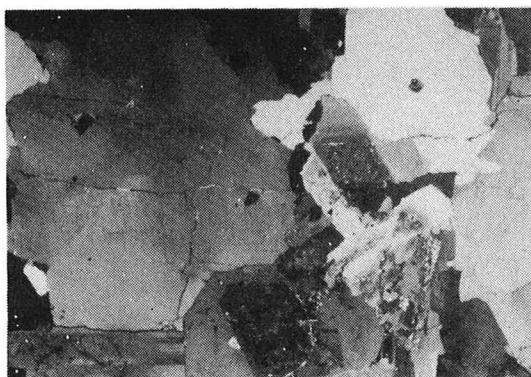
1. はじめに

室内での岩石試験に用いる供試体のスケールでは、岩盤に存在するような巨視的な不連続面は存在しない。このため岩石試験では、明瞭な縞状構造や堆積面を有しない岩石は、等方均質な材料として処理されることが多い。しかしながら、花崗岩など、一般に硬岩として分類される岩石であっても、クラックなど欠陥構造の平行な配列などによって強度異方性や強度低下がもたらされることが多い。筆者らはこれまでに、花崗岩質岩石の力学的性質がほぼ直交異方性を有すること^{1),2)}、この直交異方性がクラック分布の直交異方性に対応すること³⁾、液粒面などの他の欠陥構造もこれらの異方性軸と関連していること³⁾などを明らかにしてきた。

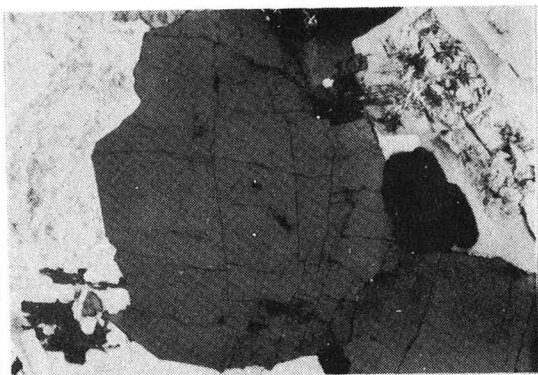
本研究の目的は、花崗岩質岩石の微小欠陥構造について列挙し、これらの欠陥構造が岩石の力学的性質、特に強度異方性に与える影響について検討することにある。ここで花崗岩質岩石と呼ぶのは花崗岩に代表される酸性の深成岩を総称したものであり、欠陥構造と呼ぶのは、岩石の強度を低下させたり、力学的性質に異方性をもたらす組織や微小構造を総称したものである。

2. 花崗岩質岩石内の欠陥構造

岩石の力学的特性を考える場合、微小空隙を、その形状が比較的球状に近い孔隙 (pore) と偏平な微小クラックに区別する必要があることが指摘されている⁴⁾。しかしながら、岩石の力学的特性に影響を及ぼす欠陥構造はこれらの構造のみにとどまらない。欠陥構造を分類する場合、その欠陥構造の成因から分類する方法も考えられるが、以下に述べる欠陥構造の中にはその成因が明らかでないものもある。そこで、成因のわかっているものについてはその成因を考慮しつつも、ここでは単にその現象形態からのみ整理し列挙する。風化作用や変成作用に伴う欠陥構造についてはふれない。



(a) 北木島花崗岩内のクラック。中央の石英粒内にはほぼ直交する粒内クラックが認められる。長辺方向が rift plane, 短辺方向が grain plane, 左右端約 3mm (クロスニコル)。



(b) 倉橋島花崗岩内のクラック。左中央および右上部の石英粒内にはほぼ直交する粒内クラックが認められる。長辺方向が rift plane, 短辺方向が grain plane, 左右端約 3mm (オープンニコル)。

写真-1 クラック

1) クラック

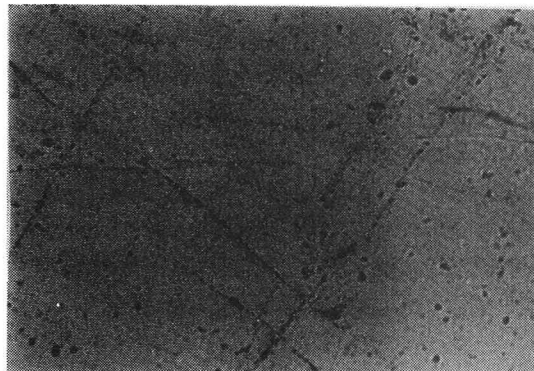
花崗岩質岩石の力学的特性に最も大きな影響を与えると考えられるのが開口した先在クラックである。わが国の花崗岩および花崗閃緑岩のrift planeおよびgrain planeを特徴づける欠陥構造は、ほとんどがこの種のクラックである。これらのクラックは、室内岩石試験に用いられる供試体のスケールからすれば、明らかに不連続面を形成すると考えられるほどの形状を持つものも少なくない。クラックを大別すれば、結晶粒内を横切る粒内クラックと結晶粒の境界において認められる粒界クラックとに分類される。Peng⁵⁾らはChelmsfold花崗岩内のクラック分布について検討し、粒内クラック、粒界クラックともに選択的な方向性を有することを述べている。倉橋島花崗岩（広島県倉橋島）に対する筆者らの観察でも同様な結果が得られている。

さらに粒内クラックについては、単一の結晶粒内に存在するものと結晶粒界を貫いて存在するものとに分類することもできる。また、粒内クラックから粒界クラックに発達した複合的なクラックや石英集合体内のクラックなど定義の困難なクラックもある。写真-1にこれらのクラックの特徴的なものを示す。

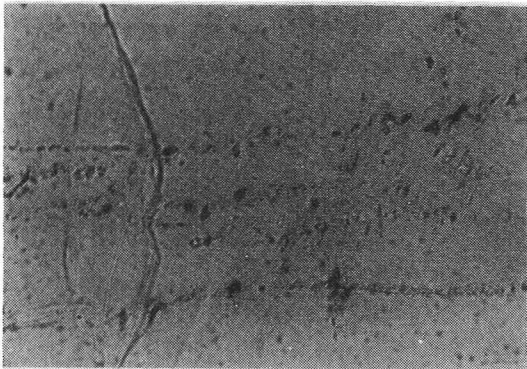
2) 孔隙

花崗岩質岩石内の代表的な孔隙としては液体包有物がある。この液体包有物は、相対的に単独で存在する場合とグループとして存在する場合（液粒面）がある。近接する孔隙は外力に対して干渉しあうため、力学的な性質を考える場合には後者の影響が大きい。これについては別に取り扱う。

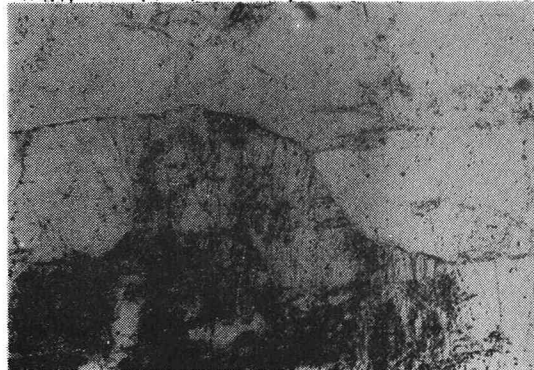
写真-2 液粒面



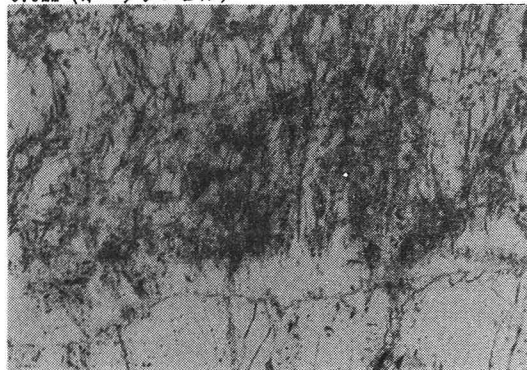
(a)大島花崗岩の石英粒内の液粒面。長辺方向が rift plane, 短辺方向が grain plane。長辺にはほぼ平行な開口したクラックとこれに斜交する液粒面が認められる。左右端約0.3mm（オープンニコル）



(b)大隅花崗岩の石英粒内の液粒面。長辺方向が rift plane, 短辺方向が grain plane。長辺にはほぼ平行な液粒面と短辺にはほぼ平行なクラックが認められる。左右端約0.3mm（オープンニコル）



(c)大島花崗岩の斜長石粒内の液粒面。斜長石内の液粒面はほぼ短辺(hardway plane)に平行で石英粒内に続かない。長辺方向は rift planeを示す。左右端約1.2mm（オープンニコル）



(d)大隅花崗岩の斜長石粒内の液粒面。短辺にはほぼ平行な液粒面が認められる。長辺方向が rift plane, 短辺方向が grain planeを示す。左右端約1.2mm（オープンニコル）

3) 液粒面 (fluid inclusion plane)

液粒面は液体包有物の面状の集合体である。これらの液粒面は、以前に開口していたクラックが高圧下で閉塞したものと考えられており、偏光顕微鏡下でも、低倍率で比較的広い視野で見た場合、開口したクラックと区別が困難である。

花崗岩質岩石を構成する鉱物は、石英、斜長石、カリ長石が大部分を占めるため、力学的な性質に与える効果について検討する場合、液粒面は石英内のものと長石内のものの2種類に大別される。石英は花崗岩質岩石の構成鉱物のなかで最も弾性率が高く、液粒面は石英粒内に比較的疎に分布している。(写真-2(a)および(b))この石英粒内の液粒面は選択的に配向したクラックと同じ

方向の場合もあり(写真-2(b))、クラックに斜交する場合もある(写真-2(b))。これに対してカリ長石や斜長石などの液粒面は結晶粒内に比較的密に配向しており(写真-2(c)および(d))、たとえば斜長石粒内からカリ長石粒内へと連続的に分布することもあるが、石英粒内に連続することはない。(写真-2(c))石英内の液粒面については、これまでにいくつかの指摘があるが、長石内の液粒面に関するものはほとんどない。筆者らの観察では、これら長石内の液粒面は、花崗岩、花崗閃緑岩のhardway planeや閃緑岩のgrain planeなどを特徴づけることが多い。

4) へき開、パーティング

造岩鉱物の内部にある程度規則正しく割れる方向が存在することがある。これらの割れやすい方向が、結晶の内部構造と関連している場合はへき開と呼ばれ、関連のない場合パーティング(裂開)と呼ばれる。花崗岩質岩石を構成する造岩鉱物内にも雲母や長石類を始めとしてへき開を有する鉱物が多く、これらは当然強度低下の原因となる。またこれらの鉱物の平行な配列が見られる場合(たとえば流理面が顕著な場合)には強度異方性をもたらしことになる。

写真-3に北木島花崗岩のカリ長石内のパーティングを示す。写真の短辺方向はhardway planeであり、薄片全

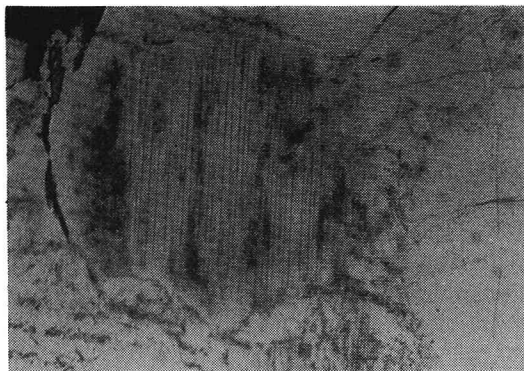
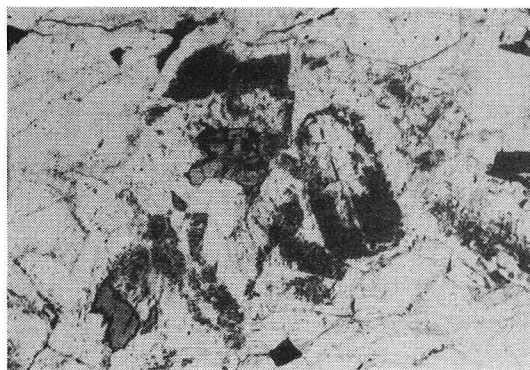
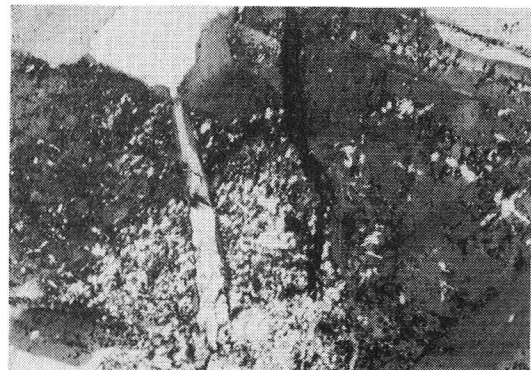


写真-3 北木島花崗岩内のhardway planeに沿うパーティング。中央部のカリ長石内にhardway plane(短辺方向)に沿うパーティングが認められる。観察面はrift plane。左右端約0.3mm(オープンニコル)



(a) 粘土鉱物化した斜長石(大島花崗岩)。左右端約3mm(オープンニコル)



(b) 斜長石核部の絹雲母化(左下部)。短辺(hardway plane)に平行に走る割れ目を緑泥石(左)と緑れん石(右)が充填する。左右端約1.2mm(クロスニコル)

写真-4 熱水による変質

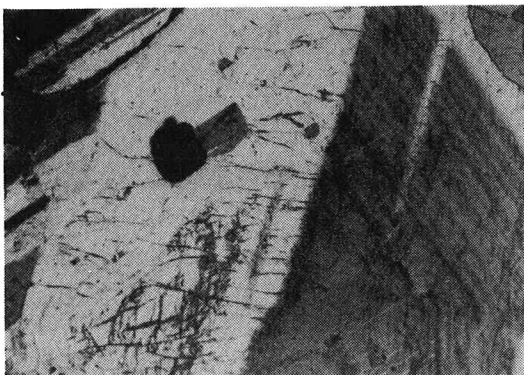
体にわたって同様な傾向が認められる。すなわちすべてのパーティングが同じ方向性を有している。永田花崗岩（鹿児島県屋久島）にも同様の組織と傾向が認められる。

5) 熱水による変質

熱水溶液により岩石が変質作用を受ける場合、一般に新しく生じた鉱物は以前の鉱物に比べて強度が低下するものと考えられる。熱水による粘土鉱物化（写真－4（a））や斜長石核部の絹雲母化（写真－4（b））、有色鉱物の緑泥石化作用などがこれに該当する。

6) 粒子や双晶の境界など物質定数の差異による欠陥構造

それぞれの造岩鉱物の間の境界や双晶面などはその面を境にして温度特性や弾性率が異なるため強度低下や強度異方性の原因となる。特に流理構造のように結晶粒の平行な配列が見られる場合などは力学的性質に異方性をもたらすと考えられる。こうした境界面による欠陥構造の一例として、写真－5に斜長石の双晶面近傍のクラック分布を示す。こうしたクラックは両側の鉱物の温度特性の差異によって生じるものと考えられる。



写真－5 斜長石内の双晶（大隅花崗岩）。双晶面の左右でクラック分布の相違がみとめられる。長辺方向がrift plane, 短辺方向がgrain planeを示す。左右端約1.2mm（クロスニコール）。

3. おわりに

これまで述べてきたように花崗岩質岩石内の欠陥構造は多様で、力学的性質に与える影響もさまざまである。一般に力学的な試験の結果はこれら欠陥構造の複合的な効果によって複雑なものになる。このため厳密に言えば個々の欠陥構造が力学的性質に与える影響について検討する必要がある。このためにはたとえば、花崗岩質岩石の中でも目的とする欠陥構造が中心的な役割を果たすような岩石を選択して検討する必要があるだろう。たとえば、クラックに関してはrift plane のみのクラックが卓越した花崗岩について、液粒面に関しては欠陥構造のうち液粒面のみが卓越した閃緑岩について、こうした手法が可能であろう。

本研究を進めるに当り、広島大学名誉教授小島丈児氏には顕微鏡の観察方法について懇切なご指導をいただいた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 佐野, 工藤; 岩石力学から見た石目について, 日本鉱業会終期大会, 1984年
- 2) 工藤, 橋本, 佐野, 中川; 瀬戸内地域の花崗岩採石場における石目の配向, 第16回岩盤力学に関するシンポジウム論文集(1984)
- 3) 工藤, 橋本, 佐野, 中川; 花崗岩の力学的挙動と石目について, 第17回岩盤力学に関するシンポジウム(1985)
- 4) たとえば, Walsh, J. B., W.F. Brace, Cracks and pores in rocks, proc. 1st Congr. Int. Soc. Rock Mech., Lisbon, 1, 643-646(1966).
- 5) Peng S. S., A. M. Johnson, Crack growth and faulting in cylindrical specimens of Chelmsfold granite, Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 9, 37-86 (1972).
- 6) たとえば, Dale T. N., The commercial granites of New England, Bull. U.S. Geol. Surv., 738, 23-103 (1923)

(35) Defects in Granitic Rocks

Yozo KUDO, Ken-ichi HASHIMOTO

Tokuyama Technical College

Osam SANO, Koji NAKAGAWA

Yamaguchi University

Granitic Rocks, which includes true granite, diorite, grano-diorite and so on, contains numerous small defects. In this study, we are reporting the distinction of defects in granitic rocks in Japan and considering the relations between each defect and the physical properties of granitic rocks. It is very difficult to classify the defects in granitic rock from their geological orientations because the orientations are almost unknown. So this report shows only the distinctions of their forms which can be observed with polarizing microscope. Three thin sections were cut parallel to the rift plane, grain plane and hardway plane to check the defects.

They were divided into six kinds of defects as follows:

1. open microcrack
2. pore
3. fluid inclusion plane
4. cleavage and parting
5. defects due to the hydrothermal process(e.g. selicitization and argilligation)
6. defects due to difference of material constant(e.g. twin plane)

It is shown that, in these defects, microcrack, fluid inclusion plane and parting have strong preferred orientations connected with the rifting.