

(20) 節理分布性状に基づく

広域サイトのモデル化領域区分

東電設計(株) 正会員

菊地 宏 吉

小林 隆 志

早稲田大学大学院

○ 水戸 義 忠

清水建設(株)

泉谷 泰 志

1. はじめに

基礎岩盤の工学的性状に大きく影響を与える節理の分布は、一般に規則性を有しているが、広域的な視点からみると、その規則性は一様ではなく、地域によって変化がみられるのが一般である。石油地下備蓄タンク用の大規模地下空洞など広範な地域に設置される土木構造物では、基礎の岩盤モデルを考える場合、このような地域による節理分布性状の変化を考慮しなければ、実岩盤の節理分布を十分反映したモデルを作成することは不可能となる。

実岩盤の分布性状を反映させるためには、事前に調査領域を分布性状が同一であるとみなせる領域に区分し、その各領域についてのモデルを考えることが必要である。本論文では節理の幾何学的分布性状を支配する節理要素のうち方向性に着目し、広範な領域を節理分布性状が同質であるいくつかの領域に区分する簡易な調査手法を提案すると同時に、花崗岩で構成されるI島において本手法を用いた領域区分の適用例を示すものである。

2. 広範な領域(全体領域)の区分方法

節理分布性状の地域的な変化を把握するためには、調査の結果得られる標本集団を可能な限り同様の性質をもつ部分集団に区分し、それらに何らかの評価を行い、部分集団間の比較を行うのが適当である。

2.1 部分領域の設定

解析の対象となる広範な領域に必要な応じたメッシュを設定し、全領域を部分領域に区分する。各部分領域に存在する節理の集団を部分集団とし、この部分集団においては節理分布性状が同質と仮定する。すなわち、分布性状の変化を考慮する必要がない領域を最小の単位とする。従ってこの最小単位の寸法の決定には適切な判断が必要である。領域の細分化を進めるにしたがって各部分集団内での分布性状の変動は小さくなるが、一方全体的な傾向が読みとりにくくなる。最小単位の寸法は目的に応じて変わらざるを得ないが、一般には目的となる構造物近傍においてより小さくなるように部分領域を設定するのが良いと考えられる。

2.2 各部分領域内の標本調査

2.1で定めた部分領域内では単一の母集団のみを仮定している。したがって部分領域においては作業効率の高い等間隔抽出法によるサンプリングを行うのが良いと考える。サンプリングするパラメータとしては節理の幾何学的分布性状を規定する節理要素として、(1)方向性、(2)トレース長(連続性)、(3)間隔、(4)密度、(5)連結性等を挙げることができる。このうち(1)方向性は節理の分布性状を規定する支配的要素であり、他の要素を評価する上でのパラメータとして用いられる。露頭状況にさほど影響されずに簡易に計測できるので、自然露頭における調査を念頭におく必要がある広範な領域の調査では最も評価しやすい要素である。(2)(3)(4)は、方向性分布より得られた節理群毎に評価を行うことが必要¹⁾であり、十分に方向分布が推定できていない場合はそれ自体取り扱うことが無意味である。しか

推定量の合計の4%以上となった場合、このピークを有意とみなし、この範囲に存在する方向性をもった節理群を節理属群と定義する。またそのときの全推定量の合計に対する節理属群に関する推定量の合計を属群集中度と定義する。

2.4 等質な領域の判定と全体領域の区分

各部分領域において求められた統計量の類似性を検討し、質的内容が等質となるような領域に対象領域を分割する。類似性に基づく分割を行うための多変量解析法としては判別分析法やクラスター分析法等があるが、ここでは以下のような手法を用いる。

2.3の卓越方向解析によって得られたピークについて属群集中度を推定量として更に方向解析を行い、ピークの方分布を算出する(勿論この段階で、①クラスター分析、②方向分布を正規分布とみなし、確率密度関数を仮定し、マハラノビス距離を求めて判別分析してもよいと考えられる。)次にピークの方分布のピークを中心に任意に定めた中心角内に存在するピークを特定し、これらの集合をピーク属群と定義する。またそのときの全推定量の合計に対するピーク属群に関する推定量の合計をピーク属群集中度と定義し、これを各ピーク属群毎に算出する。ここで各部分領域毎に節理群の各ピークが属するピーク属群の組み合わせを調査し、その組み合わせが一致する部分領域の集合をもって等質な領域とする。

中心角の大きさは各部分領域の質的データの変動状況や同質と評価する判断の基準によって適宜定める必要がある。この中心角の大きさを定める場合注意を要することは、①中心角を小さくすると前述した部分領域の寸法の場合と同様、統計的な厳密性は高くなるが、一方でピーク属群に属する属群数が減少し、区分の判断材料が乏しくなる。②中心角を大きくすると、区分の判断材料が増える一方、統計的な厳密性が薄れる。またピーク属群を規定する範囲が広くなるために複数のピーク属群の積領域が生じ易くなる。この場合は判別関数を定める必要がある。の2点である。

ピーク属群の数が多くなるだけ、各部分領域におけるピーク属群の組み合わせのタイプが増え、区分に関する厳密性が高くなるが、反面、全体的な傾向が把握しにくくなる。このような場合はピーク属群集中度が高いものから順にいくつかのピーク属群を摘出し、それらを基準に区分すればよいと考えられる。

以上の方法のフロー図を図-2に示す。

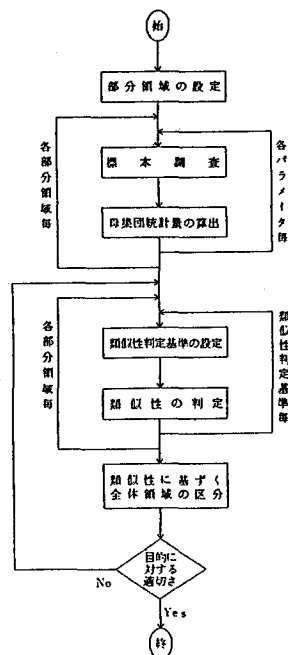


図-2 領域区分方法のフロー図

3. 適用例

ここでは2.で述べた方法を二次元的に適用した例を以下に示す。

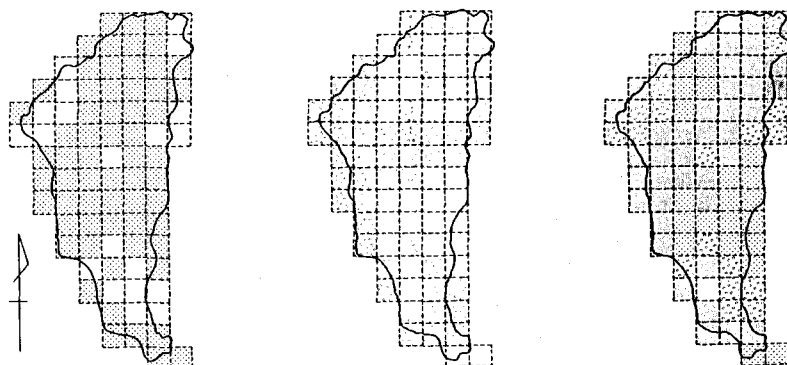
調査地域は中生代白亜紀の広島花崗岩より構成される南北約3km、東西約1.5kmの広さでEL100m程度の丘陵状を呈する小島(Ⅰ島)である。

・部分領域の設定：Ⅰ島全体に200m間隔のグリッドシステムを設定し、グリッドで囲まれた個々の区域をそれぞれ部分領域とした。ただし、今回は深さ方向の変動は無視し、島を一様な平面と仮定して二次

元的に取り扱った。部分領域の総数は82個である。また各部分領域内すなわち、200m×200mの区域内では分布性状の変化を領域内の変動として取り扱う。

- ・各部分領域内の標本調査：各部分領域内で自然露頭を1ヶ所選定し、そこで5mのスキャンラインを2本設定し、それと交差する30cm以上のトレース長を有する節理について節理面方向の計測を行った。
- ・各部分領域の方向性評価：2.3で示した(2)式を用いて推定量を産出し、それを基に球面ネットを用いて各部分領域毎に卓越方向解析を行い、ピークの方角とその節理属群集中率を算出した。
- ・領域区分：各部分領域で得られたピークを節理属群集中率を推定量として卓越方向解析を行った結果4つのピーク属群を認定した。中心角を30°としてピーク属群集中率を算出し、その率の高いもの2つ（率の大きいものより、ピーク属群1、2とする。）を領域区分の基準とした。図3(a)(b)はそれぞれピーク属群1、2のピークが存在するか否かによって領域区分したものである。(c)は各部分領域のピーク属群1、2に属するピークの存在の有無の組み合わせに基づき区分したものである。

凡例 ■ ピーク属群1に属するピークが存在する領域
 ■ ピーク属群2に属するピークが存在する領域
 ■ ピーク属群1及び2に属するピークが存在する領域



(a)ピーク属群1による区分 (b)ピーク属群2による区分 (c)ピーク属群1、2による区分

図-3 領域区分手法の適用例 (I島)

4. おわりに

本論文では節理分布性状の変化を定量的に把握するために、部分領域の質的内容の比較に基づいた全体領域区分の方法を示した。本手法の特長は必要に応じて部分領域の寸法を定めることができる点にあり、広域的な節理分布を把握する場合、実用性が高いと思われる。

参考文献

- 1) 菊地ら：節理性岩盤中の節理群の定量的評価に基づくモデル化手法、第18回岩盤力学シンポジウム (1986)
- 2) 菊地ら：土木構造物基礎岩盤中の節理分布性状の一解析手法、第5回岩の力学国内シンポジウム (1977)

(20) DIVISION OF THE WIDE SITE INTO THE REGION OF
HOMOGENEOUS JOINT DISTRIBUTION CHARACTER

by

K.Kikuchi

T.Kobayashi

(Tokyo Electric power Services Co., Ltd.)

Y.Mito

(Waseda University)

Y.Izumiya

(Shimizu Construction Co., Ltd.)

ABSTRACT

Joints which make influence on engineering character of rock mass are distributed, more or less, in a certain regularity. It is natural joint distributional character changes locally in a wide region. Such change should be taken into consideration to create joint systems model of wide region.

This paper suggests the stochastic division method of wide site into the region of the homogeneous joint distributional character. The division procedure is as follows :

1. Divide the objective region into the partial region where uniform distributional character could be attempted.
2. Estimate the population statistics of each partial region based on the interval sampling results (especially remarking joint orientation).
3. Determine the division standards based on homogeneity of each statistics.
4. Divide the objective region into the region of homogeneous joint distributional character based on the standards regulated.

This procedure is applicated to the island of approximately 3 km x 1.5 km which is composed of Cretaceous granite.