

不連続性岩盤内のブロックサイズの推定法に関する検討

鳥取大学 橋本 純成 三原 武
西村 強

1. はじめに

不連続面の発達した岩盤内には、さまざまな形状や大きさのブロックが存在している。これらのブロックの形状や大きさは、岩盤の力学的安定性や透水性などに大きな影響を与えている。ISRMの指針においても、ブロックサイズ(block size)は、不連続面の調査すべき属性として挙げられている¹⁾。ブロックは、形状(立方体、四面体、板状体、棒状体など)と体積によって、特徴づけることができる。本研究では、ブロックの体積と形状を表現する手順を作成した。その際、形状については、各ブロックの最長辺と最短辺の比などに注目した指標によって、また、体積については、土質材料の粒度分布の表現に用いられる粒径加積曲線に倣った体積分布曲線を用いて表現しようとしている。3DECなどの3次元解析手法には、ここで述べるようなブロック分割手順が付加されていると思われるが、本研究では、そのような要素生成手順に加え、形状や体積の特徴を把握する手法を検討することに主眼をおいた。

2. 不連続面の情報とブロックの生成

ここで述べる手法は、不連続面の走向、傾斜および間隔を入力条件として、対象領域内(図-1立方体内)にブロックを生成するものである。不連続面は、対象領域に比べ、十分な広がりを持っており、対象領域内では途絶えることはないと仮定している。また、不連続面は平面であり、表面の凹凸などはないとしている。図-1は、不連続面 D_1 によって、対象領域が分割される様子を例示しているが、ブロックの構成辺と平面の交点の算出および分割後の立体(図中 V_1 と V_2)の構成辺の整理などは、(Fortranで記述された)プログラム内で実施されるようになっている。また、ブロックの体積については、ブロックの表面を構成する多角形を底面とする角錐の集合体として体積が計算できるようにしている。

3. ブロックの形状と体積分布曲線

本文では、表-1に示すような例について、ブロックの生成と体積・形状の表現例を示す。表には、各ケースとも3つの不連続面群が存在しており、走向・傾斜および間隔

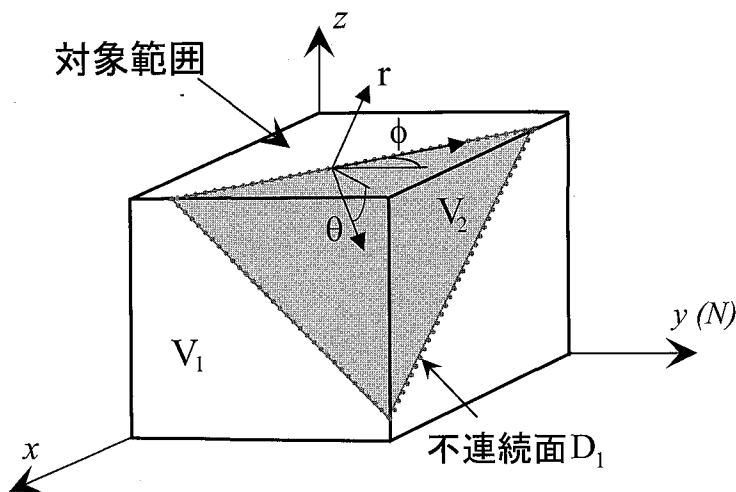


図-1 不連続面で切断される立方体要素

表-1 解析に用いた不連続面

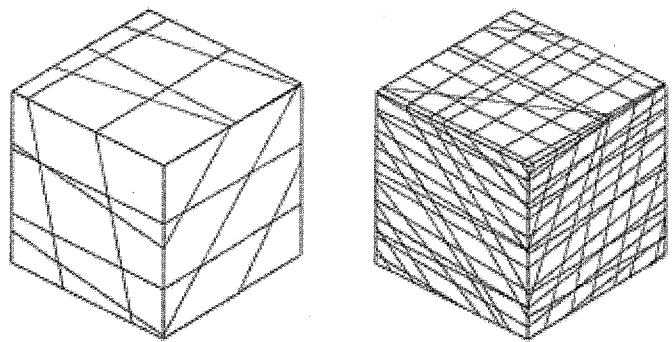
	走向 ϕ (°)		傾斜 θ (°)		間隔 d (m)	
ケース 1						
群	平均値 $\bar{\phi}$	$\Delta\phi$	平均値 $\bar{\theta}$	$\Delta\theta$	平均値 $\bar{d}$	Δd
1	10	1	0	1	3.5	0.1
2	0	1	50	5	3.5	0.1
3	90	5	80	5	4.0	0.1
ケース 2						
群	平均値 $\bar{\phi}$	$\Delta\phi$	平均値 $\bar{\theta}$	$\Delta\theta$	平均値 $\bar{d}$	Δd
1	30	1	10	1	1.0	0.1
2	0	1	70	5	1.5	0.1
3	90	5	40	10	1.2	0.1

の平均値と分布の様子を示した。すなわち、走向などは、表に示す平均値 d に対して、記載の範囲内 ($\pm \Delta d$) で一様乱数を用いて決定している。図-1 に示した対象とする立方体の1辺を10mとした不連続面の発生状況を図-2 に示す。両ケースで、不連続面間隔の平均値を3:1程度にしているの、生成されるブロックの大きさの違いが両図の比較からわかる。この違いを、土質材料の粒度分布の表現に用いられる粒径加積曲線に倣った体積分布曲線を用いて表現しようとしたものが、図-3 である。横軸にブロックの体積を、縦軸には、その体積より小さい体積となるブロックの体積の総和を全体 (すなわち、図-1 の立方体) に対する百分率で示している。たとえば、粒径加積曲線から10%粒径などを読みとることができるように、この図からは、体積百分率で10%に相当するブロックの体積を読み取ることになる。ケース2では、ケース1に比べて、小体積のブロックが多いことが示されている。図-4 は、ブロックの形状について表現したものである。形状を特徴付ける指標として、ここでは、1つのブロックあたりについて、最長辺EL、最短辺ESおよび中間辺EM (全辺を長さ順に並べたとき、中間順位にある辺の長さ) を用いている。ブロックの形状を把握する指標には多々の提案があるが (たとえば、Katherine²⁾ら)、こ

のような単純な指標により把握を試みている。EM/EL と ES/EL がともに1に等しければ立方体、EM/EL あるいは ES/EL が1より小さくなれば、板状あるいは棒状の形状に分類される。同図より、形状の表現と把握が、ある程度できることがわかる。今後、実測データとの比較や解析上の仮定が与える影響などについて評価してゆきたい。

参考文献：1) 日本材料学会編。1993。岩の力学—基礎から応用まで。丸善。pp.531-541。

2) Katherine, S. et al. 2006. Characterizing block geometry in jointed rockmass. Int. J. of Rock Mechanics and Mining Science. 43. pp.1212-1225。



(a)ケース1 (b)ケース2
図-2 立方体表面に表れた不連続面

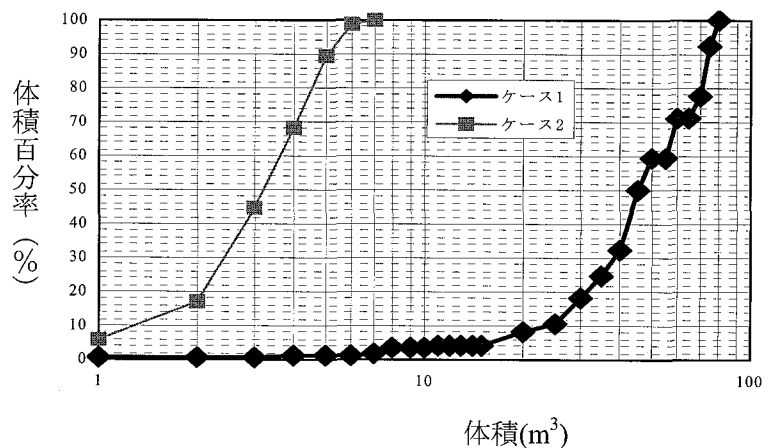
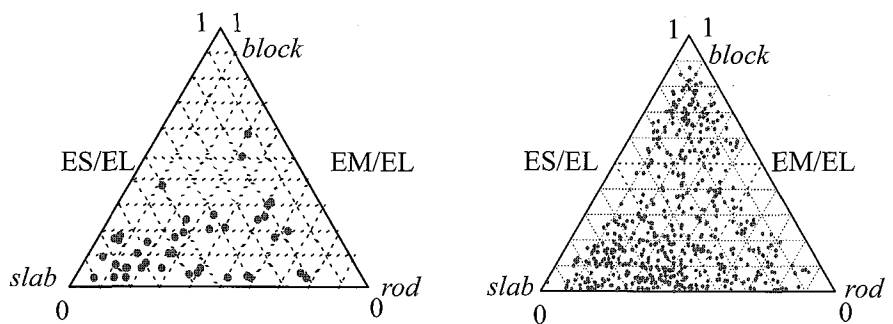


図-3 体積分布曲線



(a)ケース1 (b)ケース2
図-4 ブロック形状の表現