

III-360

不連続性岩盤のモデルに関する一考察

(株) 青木建設	技術本部研究所	正会員	○池尻 健
(株) 青木建設	技術本部研究所	正会員	國村省吾
(株) 青木建設	技術本部研究所	正会員	永井哲夫
神戸大学	工学部建設学科	正会員	櫻井春輔

1. はじめに

不連続性岩盤の力学的挙動を把握するために、さまざまなモデル実験および解析が実施されている。その際、不連続性岩盤を何らかの形で適切にモデル化しなければならない。不連続性岩盤の力学的挙動は不連続面の幾何学および力学特性により支配されるため、不連続性岩盤のモデル化においては不連続面のモデル化が重要となる。そこで本研究では、不連続性岩盤のモデルのうちブロックモデルに着目し、その見かけの力学特性および限界ひずみと拘束圧の関係について考察を行った。

2. 不連続性岩盤のモデル

いま、不連続供試体を不連続面の連続性および連結性という観点から分類するとブロックモデルとクラックモデルに大別できる（図-1）。前者は、供試体を貫くか何らかの形で他の不連続面と連結するように不連続面を配置したものである。一方、後者は、供試体を貫いたり他の不連続面と連結したりしないように不連続面を配置したものである。これまでの研究から、ブロックモデルとクラックモデルではその見かけの力学特性に大きな相違があり、本研究で対象としている不連続性岩盤の力学特性を表現するためには、前者のようなモデル化が有効であると考えられる¹⁾。

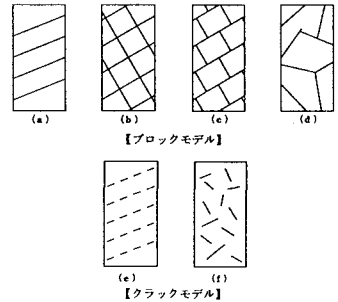


図-1 不連続供試体の分類

3. 見かけの力学特性と拘束圧の関係

不連続性岩盤の強度特性および破壊基準などを調べるため、人工的に配置した不連続面を含む不連続供試体を用いて多くの実験が行われており、それらの結果を対象に見かけの力学特性と拘束圧の関係について考察を行った。いま、Brownにより複数群の不連続面が供試体を貫くか何らかの形で他の不連続面と連結するように配置されたブロックモデル(c)を用いて行われた三軸圧縮試験結果²⁾の代表例を示す（図-2）。この図から、拘束圧の増加に伴い、供試体のピーク強度および残留強度がともに著しく大きくなっていること、さらに、供試体の見かけの弾性係数が著しく大きくなっていることが分かる。ただし、それらの度合いは不連続面の分布状態により異なっているようである。この結果から、拘束圧による力学特性向上率を求めると図-3³⁾のようになる。また、Aroraにより不連続面をある一方向に規則的に設けた不連続供試体（ブロックモデル(a)）を用いて行われた三軸圧縮試験の結果⁴⁾から、同様にして拘束圧による力学特性向上率を求めると図-4³⁾のようになる。これらの図から、拘束圧の増加に伴う見かけの圧縮強度および弾性係数の向上率はともに0.1～30程度と非常に大きく、拘束圧の小さい範囲においてその変化は顕著であることが分かる。また、その絶対値は不連続面の角度、間隔および連続性により異なることが分かる。

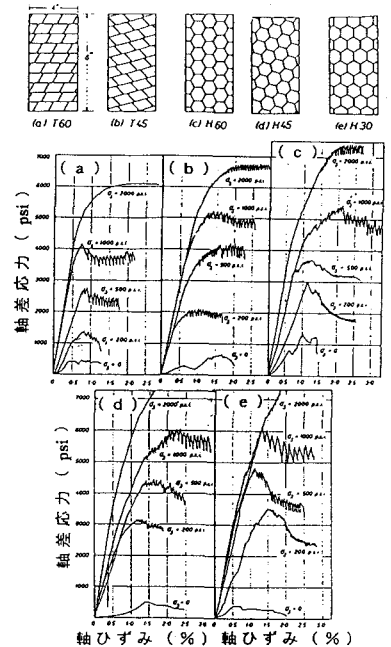


図-2 三軸圧縮試験結果（モデル(c)）

以上のことから、ブロックモデルの場合、拘束圧の増加に伴い強度特性および変形特性はともに著しく向上することが明らかである。

4. 限界ひずみと拘束圧の関係

これまでの研究から、ブロックモデルでは先の試験結果からは不連続面の方向や間隔のいかんにかかわらず限界ひずみはほぼ等しいか向上する傾向にあるが、クラックモデルでは一軸圧縮試験結果⁵⁾から不連続面が存在する場合は限界ひずみは低下する傾向にあることがわっている¹⁾。そこで、ブロックモデルおよび岩石供試体（連続体モデル）を用いて行われた三軸圧縮試験結果を限界ひずみと拘束圧の関係でまとめ、その代表例を図-5に示す。これより、限界ひずみは、ブロックモデルの場合は拘束圧によらずほぼ等しいが、連続体モデルの場合は拘束圧の増加に伴い大きくなることが分かる。この相違は、ジョイントの影響が卓越したことにより起るものであると考えられる。

5. おわりに

不連続供試体を不連続面の連続性および連結性という観点から分類した場合のブロックモデルでは、拘束圧の増加に伴い強度特性および変形特性は著しく向上するが、限界ひずみは変化しないことが分かった。不連続性岩盤は、それを構成する岩石の力学特性よりも不連続面の幾何学および力学特性にその挙動が支配されており、ブロックモデルはその挙動をほぼ満足するものと考えられる。

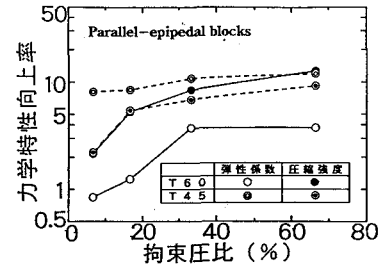


図-3 力学特性向上率と拘束圧比 (σ_3/σ_1 (c))

	圧縮強度	弾性係数
モデル I	●	○
モデル II	■	□
モデル III	▲	△

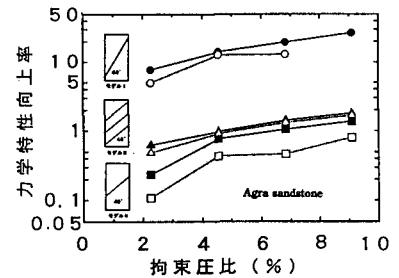


図-4 力学特性向上率と拘束圧比 (σ_3/σ_1 (a))

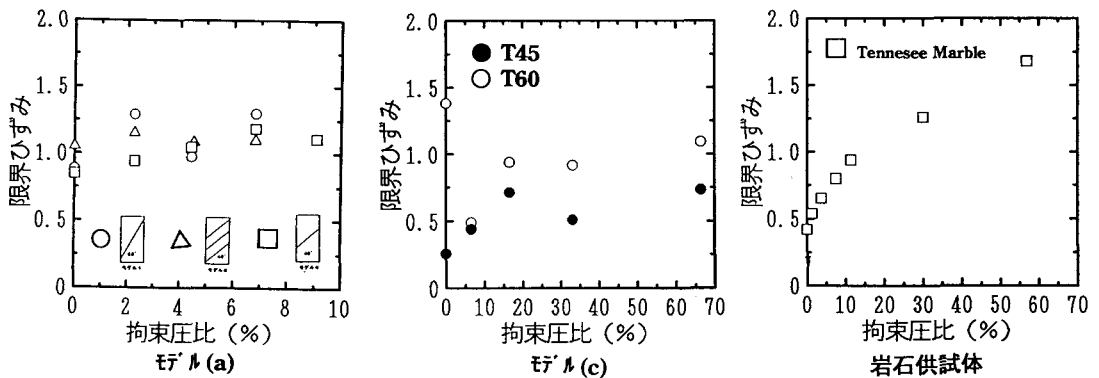


図-5 限界ひずみと拘束圧比

【参考文献】

- 永井哲夫・國村省吾・池尻 健・櫻井春輔：不連続面の連続性と岩盤の見かけの力学特性，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，第3部門，pp.1326-1327，1993.
- Brown, E.T. : Strength of models of rock with intermittent joints, J. Soil Mech. and Found., ASCE, Vol.96, No. SM6, pp.1935-1949, 1970.
- 永井哲夫・孫 建生・國村省吾・池尻 健・櫻井春輔：不連続性岩盤におけるP-Sアンカーの補強効果の評価について，第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp.31-36，1994.
- Arora, V.K. : Strength and deformational behaviour of jointed rocks, Ph.D Thesis, Indian Institute of Technology, New Delhi, India, 1987.
- 伊東 孝・赤木知之・河村精一：岩質材料の不連続面量と力学特性の相関性に関する研究，第8回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp.109-114，1990.