

III-624

礫の含有率と礫岩の強度特性に関する実験的研究

埼玉大学 正会員 吉中龍之進

東電設計 正会員 ○ 小林隆志

埼玉大学 榊原正文 小林拓司 池田康宏

1. はじめに

礫混じり軟岩の性質は、異なる力学的性質を有している礫(硬質部)とマトリックス(軟質部)が様々に影響しているものと考えられる。しかし、不攪乱試料の採取が難しいこと等から、その力学的性質をとらえることが困難であった。そこで本研究では、人工の礫混じり軟岩による室内試験を実施し、その力学的性質を検討している。本文では、特に礫の含有率が変化することによる強度特性への影響を報告する。

2. 供試体と試験方法

試験に使用した供試体は、石膏と水を重量比 10:6 で配合したマトリックス部に径 5~20mm の垂円礫の大理石を混合し作成した。礫とマトリックスの性質を表-1 に示す。供試体は脱形後、3 日間自然状態で養生し、乾燥炉において 60 ° C で最大 4 日間乾燥させた。供試体の寸法は直径 10cm, 高さ 20cm で、礫の混合割合は体積比で 10% ずつ最大 60% までを用意した。試験は、三軸圧縮 (CD, ひずみ速度 0.05%/min), 一軸圧縮試験を実施した。

3. 実験結果

図 1 は一軸圧縮試験結果から求めた含礫率と一軸圧縮強度の関係であるが、含礫率が増加するに従って、一軸圧縮強度が減少していく傾向があることが分かる。次に、三軸圧縮試験結果から、石膏供試体の破壊包絡線が非線形性を示した。そこで図 2 は、非線形性を表示するためにべき関数型破壊基準¹⁾を適用したものである。これは、平均有効主応力、最大せん断応力のマトリックスの一軸圧縮強度で無次元化したものを対数で表示し、破壊包絡線を直線で表わした図である。なお図には、各含礫率毎のピーク強度と、残留を示した全供試体の残留強度を同時に表わしている。これより、礫の増加に従って強度線の勾配を表わす β が増加すること、残留強度には礫を含むことによる影響がみられないこと、低応力領域において礫混じり供試体の強度がマトリックスのみの供試体の強度より小さくなること等が分かる。

4. 考察

実験結果から、べき関数型破壊基準式を用いた礫混じり軟岩の強度特性について検討した。図 3 は既往の研究²⁾³⁾と得られた結果から考察した強度特性の概念図である。この概念図は、任意のマトリックスのピーク強度から求めた強度線と礫の影響を受けない残留強度線との交点を求め、この点を通り任意の含礫率の時の β から、礫混じり軟岩の強度線を推定することができることを示したものである。ここで、どの含礫率の場合においても拘束圧の増加にともない完全弾塑性を示す拘束圧が概ね一定であったことから、強度線はこの交点を通ると思われる。さらには、含礫率と β との関係であるが、含礫率と図 2 から求めた β 、既往の結果からの求めたマトリックス部がシルト質と砂質の場合の β を表わした図 4 と、砂質マトリックスを有する場合の乾燥密度と β の関係を表わした図 5 から、含礫率が増加するに従ってどの場合も β は増加している。また、含礫率が 50% を越えると β はあまり増加せずに収束していく傾向があるものと思われる。

5. まとめ

- 1) 礫混じり軟岩の破壊包絡線はべき関数型破壊基準式で表わすことができる。
- 2) 含礫率の増加に従って β も増加するが、高い含礫率となるとしだいに収束していく。
- 3) マトリックスの最大強度線と残留強度線、任意の含礫率の時の β から礫混じり岩の強度特性を推定することができる。

参考文献

- 1) R. Yoshinaka, T. Yamabe : Strength criterion of rocks, Soils and Foundation, Vol.20, NO.4, pp.114-126, 1980
- 2) 吉中・小林・瀬戸 : 礫混じり軟岩の強度・変形特性, 土木学会 第24回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, 1992
- 3) 吉中・小林・長田・藤原 : 砂質マトリックスを有する礫混じり軟岩の強度特性, 土木学会 第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, 1993

表-1 材料の基本的性質

	マトリックス	礫
乾燥密度 (gf/cm ³)	1.2	2.7
一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	130	577
静的弾性係数 (kgf/cm ²)	20000	200000

べき関数型破壊基準式

$$(\tau_m/\tau_o) = \alpha(\sigma'_m/\sigma_o)^\beta$$

$$\tau_m = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$$

$$\sigma'_m = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$$

$$\tau_o = q_u/2$$

$$\sigma_o = q_u/3$$

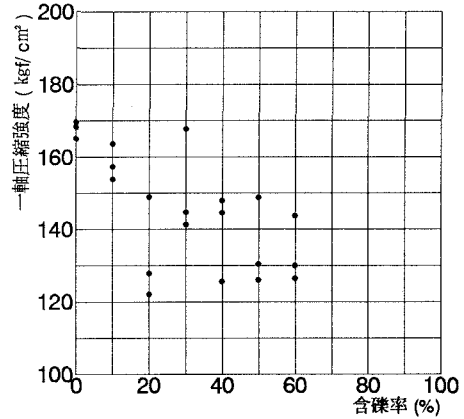


図1 含礫率と一軸圧縮強度の関係

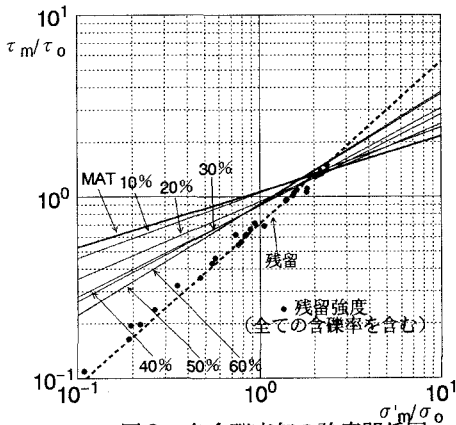


図2 各含礫率毎の強度関係図

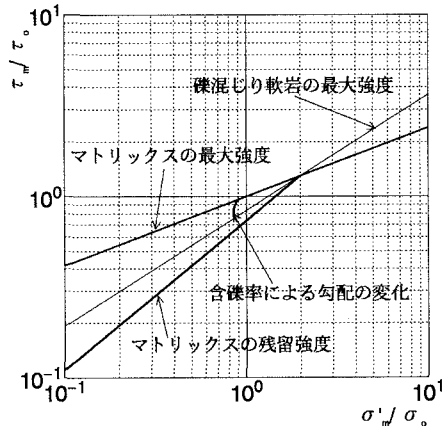


図3 強度関係概念図

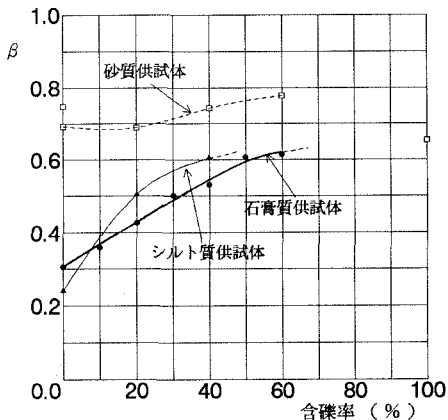


図4 βと含礫率との関係

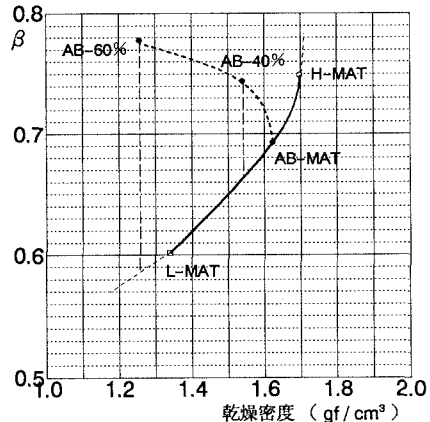


図5 乾燥密度とβとの関係