

京都大学防災研究所

○ 足立 紀 尚

〃

小 川 豊 和

1. はじめに

水で飽和した多孔質軟岩（径5cm、高さ10cmの供試体、物理諸量を表1に示す）の三軸試験を活用する際の問題点を明らかにする目的で、バックアプレッシャーが材料の力学挙動に及ぼす影響を実験的に確かめた。

2. 実験結果と考察

図-1は低拘束圧下の三軸圧縮試験で材料が示す間隙き水圧と軸いすけの関係を模式的に表わしている。すなわち、非排水条件下では、間隙き水圧が側圧により頭うちされ、絶対ゼロ気圧により下限をもつ。また大気圧をす回ると、キャビテーションによって試料の飽和が保たれなくなる。図でb（バックアプレッシャー）が大きくなれば、間隙き水圧は動ける範囲が大きくなり、過剰間隙き水圧は大きな負の値をとることができ、有効応力（ $\sigma - u$ ）が大きくなるために、強度も増加すると考えられる。排水条件下では過剰間隙き水圧が常にゼロであるから、有効応力は変化しないであろう。

表-1

間隙き比	e	0.72
間隙き率	n	0.42
乾燥密度	γ_d	1.44
湿潤密度	γ_w	1.86
含水比	w	29.2
粒子比重	G_s	2.48

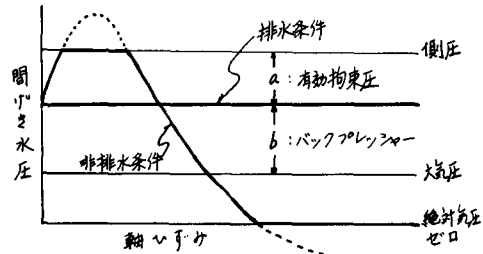


図-1

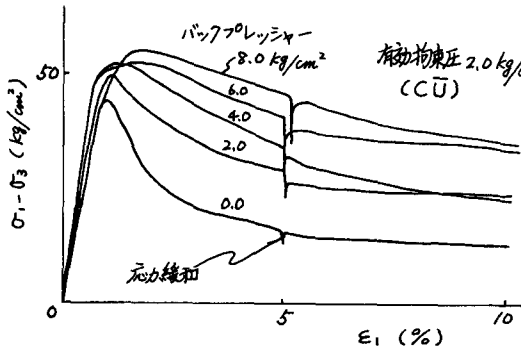


図-2

図-2には非排水試験（有効拘束圧2kg/cm²）より得られた偏差応力～軸いすけ関係を与えた。また図-3は図-2に対応する間隙き水圧～軸いすけ関係であるが、大気圧をゼロとして描いた。ε₁=5%前後で応力を緩和させたため、その場で間隙き水圧が回復しているのが見られる。材料はいすけ硬化～軟化を示し、ピーク後の強度が、バックアプレッシャーの増加とともに増加している。また、過剰間隙き水圧は、ピーク後負の値をとるいわゆるダイレイタンシー挙動を表わしている。図-3に、図-2の応力ピーク点を矢印で示したが、間隙き水圧のピークがそれより早く現れるのは興味ある事実である。

図-4に、排水試験（有効拘束圧2kg/cm²）より得られた偏差応力～偏差いすけ関係と、図-5には、図-4に対応する体積いすけ～偏差いすけ関係を与えた。排水条件下でも材料は低拘束圧下で、いすけ硬化～軟化を示すが、強度についてはほとんどバックアプレッシャーの影響を受けていないことがうかがえる。図-5は図-3と同様、材料のダイレイタンシー挙動を表わしている。体積変化はバックアプレッシャーの増加に従い増加する傾向にある。

図-6には図1～4で示された非排水・排水試験結果を

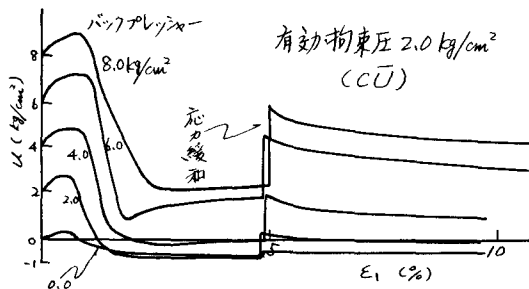


図-3

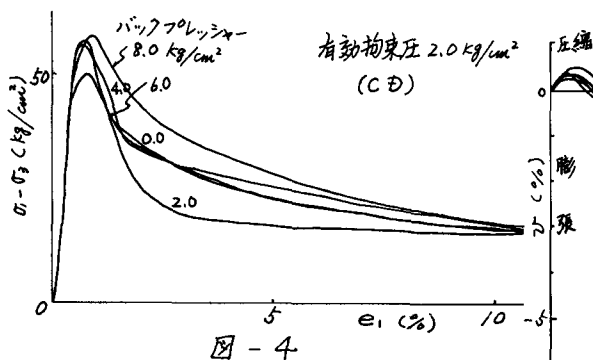


図 - 4

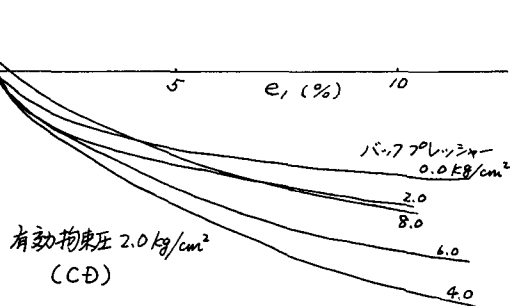


図 - 5

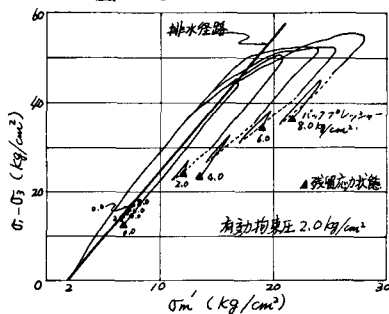


図 - 6

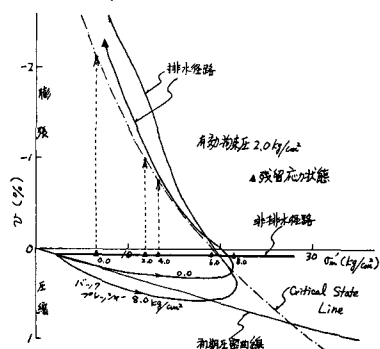


図 - 7

表 - 2 (応力単位 kg/cm²)

	バック・フレスシャー	$\sigma_v - \sigma_h$ max.	$\sigma_v - \sigma_h$ min.	$\sigma_v - \sigma_h$ yes.	$\sigma_v - \sigma_h$ no.	$\sigma_v - \sigma_h$ no.	$\sigma_v - \sigma_h$ no.
非排水	8	55.3	27.4	2.02	35.9	21.6	1.66
	6	52.7	22.7	2.32	34.3	19.0	1.81
排水	4	52.3	24.3	2.16	23.2	13.4	1.73
	2	50.8	20.6	2.47	24.3	12.0	2.04
水	0	44.5	16.8	2.65	12.7	6.6	1.92
	8	59.4	21.9	2.71	15.8	7.5	2.11
排水	6	57.8	21.1	2.74	16.4	7.5	2.24
	4	57.8	21.3	2.71	15.2	7.1	2.14
水	2	51.0	19.2	2.65	14.1	6.8	2.07
	0	57.9	21.4	2.70	16.8	7.6	2.20

もとに、有効応力経路を描いた。▲印で残留応力状態を示した。排水経路で▲印がほぼ一直線に集中しているのに対し、非排水経路ではバック・フレスシャーの増加とともに右上にずれ、強度が増加しているのを示している。

図-7は図-6に対応する体積ひずみ～平均有効応力関係である。細い実線は他で求められた初期等方圧縮曲線であり、一実線は0～200 kg/cm²の拘束圧下での三軸圧縮試験から得られた残留応力状態を結んで求めた曲線で、いわゆる Cambridge 学派の提唱する Critical State Line に相当する。縦軸と平行な直線が非排水経路を表わし、▲印が残留応力状態を示す。バック・フレスシャーが、4 kg/cm²以下では、図-1で述べたようにキャビテーションが生じて、試料の飽和が保たれず、実際には材料が膨張しているにもかかわらず、ただ排水コックを閉じているというだけの非排水試験結果を与えていると考えられる。

すなわち、これらの残留応力状態を正しく把握するためには、図中に実印で示されるように、Critical State Line上に実を落としておいて考慮する必要がある。なお、排水経路については、バック・フレスシャーが0, 8 kg/cm²の2ケースのみ図示した。

3. おとけ

バック・フレスシャー（現場における水頭差に相当）により、材料の応力～ひずみ関係が影響を受けることがわかった。また、非排水条件下ではキャビテーションにより、試料の飽和が保たれないことがあるので、結果を統一的に解釈するには、非排水試験において、かなり高い値のバック・フレスシャー（本研究で用いた大谷石では6 kg/cm²以上）をかりて、間隙水圧を測定する必要はある。最後に表-2に材料のピーク・残留強度を示した。

参考文献

- 1) 井井・足立 (1978) "堆積軟岩の弾塑性挙動", 土木学会論文集 3月号
- 2) 足立・小川・山本 (1978) "低圧ならびに高圧下の軟岩の力学挙動", 第13回土質工学研究発表会
- 3) Ogawa (1978) "Mechanical Behaviour of Soft-Sedimentary Rock" Kyoto Univ. Master Thesis.