

水圧破砕における内圧上昇率の影響について

京都大学工学部 正 員 大西有三
 京都大学大学院 学生員 八嶋 厚
 前田建設工業 正 員 O上出 厚

1. 目的

過大な間げき水圧の存在により発生する水圧破砕という現象は、初期応力測定法として利用すると、従来の初期地圧測定法にくらべて簡易に経済的に行うことができ、かつ深い位置でも測定可能であるという利点がある。この測定法では地盤が内圧用液体に対して不透水であるという仮定がなされてきたが、本研究では透水性軟岩を試料に用い、すべての応力条件が制御された室内実験のもとで水圧破砕の実態を検討し、力学的解釈を加え、実際問題への応用を考えることを目的とする。

2. 実験手法

本実験に用いた試料は富岡層泥岩で、ほぼ等方的な材料である。この試料を実験室で内径10mm 外径50mm 長さ90mmに成形し供試体とした。使用した実験装置を図-1に示す。セル上部のロッドと接続しているベロフラムシリンダーにより圧縮、伸長の両応力状態をつくりだすことができる。内孔の状態を実験井のそれと類似させるために、上下両ペダスタルの中央部分に内径と同じ径をもった長さ2cmの突起部を設けている。これによりキレツが生ずると思われる範囲は供試体の中央5cmとなる。内圧は別の被圧セルからニードルバルブを通して下部ペダスタル中央部へ水を供給することで得られる。測定は上部ペダスタル中央部からシンフレックスチューブを伸ばし、間げき水圧計を用いてX-Yレコーダーに記録していく。本研究で制御するものは、軸圧、側圧、

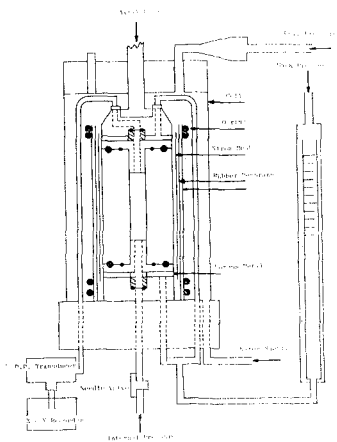


図-1

Back pressure、内圧上昇率である。これらの制御条件下で円孔壁においてキレツが発生し、X-Yレコーダーの内圧-時間曲線が急激に降下し始めるまでニードルバルブのつまみを調節しながら内圧上昇を図る。

3. 実験結果と現場への適用

実験に用いた供試体が弾性であると仮定し、円孔壁での応を解くと、

$$\sigma_{\theta} = 0.08 \{ 26.150 \alpha - 13.60 P_i (1 + 0.61 \alpha) \} \\ (0 \leq \alpha \leq 1)$$

である。ただし P_i は内圧、 α は側圧である。 α は「水の貫入係数」で、内圧の増分に対する内孔壁内での間げき水圧の増分の比で次のような意味あいをもつ。

Ohnishi Yuzo Yashima Atsushi Kamide Atsushi

- $\alpha = 1$; 時間的遅れのない定常浸透状態を表わす。
 $0 < \alpha < 1$; 時間的遅れをもつた非定常浸透状態を表わす。
 $\alpha = 0$; 不透水状態を表わす。

軸圧) 8 kgf/cm^2 側圧) 2 kgf/cm^2 Back pressure) 1 kgf/cm^2 と固定して、内圧上昇率だけを $0.02 \sim 3.00 (\text{kgf/cm}^2)/\text{min}$ の範囲で変化させた12通りの実験結果を表-1に示す。キレツはすべて垂直方向である。そして内圧上昇率と α の関係を半対数紙上に示すと図-2になる。この図より内圧上昇率の対数と α の関係は3本の直線で表現されていると考えるよい。したがって現場の岩盤では透水性であっても、不透水状態は、内圧上昇率と α の関係をグラフで表わし、 $\alpha = 0$ の範囲で得ることが出来る。しかし内圧上昇率を非常に大きくすると表-2で示されるように破砕圧の過大評価をもたぬ。この過大評価により α は負に計算されたが実際にはありえないので英文字 zero で表わした。

次に内圧上昇率が破砕面にどのように影響するかを実験した。実験は軸圧) 4 kgf/cm^2 側圧) 4 kgf/cm^2 Back pressure) 1 kgf/cm^2 で行った。実験結果を表-3に示す。この結果より内圧上昇率を上げていくことにより、破砕方向を水平から鉛直方向に移行できることがわかる。現場で地中の初期応力を測定する場合、鉛直方向にキレツを発生しなければ3つの主応力を求めることができないが、水平破砕が発生した場合には、吐水量を大きくすることにより鉛直方向にキレツを発生させれば、初期応力の測定が可能になる。しかし表-2で示されたように内圧上昇率を大きくしすぎると破砕圧の過大評価をまねき、地中での最大主応力の過小評価をまねくので、十分に留意しなければいけない。

4. 結論

本実験の結果より、透水性岩盤を水压破砕させ応力測定を行う場合、間断的水圧の挙動に留意しなければならず、また破砕面は内圧上昇率に大きく影響されることがわかった。水压破砕において、主応力方向と孔の方向が一致しない場合は、破砕形態がまだ十分解明されていないので今後の課題として残るであろう。

参考文献

- 1) Haimson, B. C. (1976), Int. Soc. Rock Mech. Sympo. Syndy, pp 23-30
- 2) 八島厚 (1978) 軟岩の水压破砕と透水係数の応力依存性についての実験的研究, 京都大学工学部卒業論文

Sample No.	Pressurization Rate (kgf/cm ²)/min.	Breakdown Pressure (kgf/cm ²)	Direction of Penetration
P-1	0.02	4.83	0.00
P-2	0.05	4.80	1.03
P-3	0.05	4.84	1.00
P-4	0.10	4.81	1.02
P-5	0.10	4.37	0.98
P-6	0.50	3.45	0.02
P-7	0.10	5.97	0.50
P-8	0.70	6.57	0.16
P-9	0.80	6.69	0.17
P-10	1.00	7.01	0.05
P-11	3.00	7.03	0.01
P-12	3.00	7.05	0.03

Result : Vertical Fracture

表-1

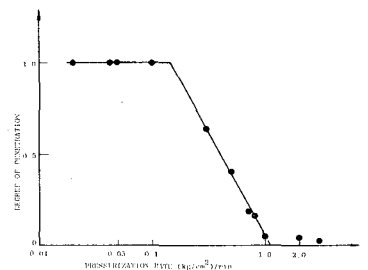


図-2

Sample No.	Pressurization Rate (kgf/cm ²)/min.	Breakdown Pressure (kgf/cm ²)	Direction of Penetration
P-13	4.00	7.15	0.01
P-14	4.00	7.80	zero
P-15	5.00	8.31	zero
P-16	5.00	8.55	zero
P-17	10.00	13.70	zero

表-2.

Sample No.	Pressurization Rate (kgf/cm ²)/min.	Breakdown Pressure (kgf/cm ²)	Direction of Penetration	Remarks
P-1	0.1	4.8	0.0	Horizontal
P-2	0.1	4.8	0.0	Horizontal
P-3	0.1	4.8	0.0	Horizontal
P-4	0.1	4.8	0.0	Horizontal
P-5	0.1	4.8	0.0	Horizontal
P-6	0.1	4.8	0.0	Horizontal

表-3.