

III-331

弾性ゴムを利用した新型プレッシャーメータ

愛媛大学	学生員	○ 秦 樹一郎
愛媛大学	正 員	深川 良一
金沢大学	正 員	太田 秀樹
基礎地盤コンサルタント	正 員	森田悠紀雄

1. まえがき プレッシャーメータは地(岩)盤の力学特性を推定するために多用されているが、耐久性、操作性、適用性等の面から問題なしとしない。本報告ではこれらの改善をはかるために、弾性ゴムを利用した新たなプレッシャーメータ(ラバープレッシャーメータと呼ぶ)を提案し、その力学機構を簡単なモデル試験により検討した。

2. ラバープレッシャーメータの原理 ラバープレッシャーメータの概略を図-1に示す。この試験機の原理は、弾性ゴムを軸方向に加圧することにより半径方向に変位させて孔壁に圧力を加え、従来のプレッシャーメータと同様な載荷機構を発揮させようとするものである。既に同様な載荷機構によって岩石破壊を行うシステムが開発されているが⁽¹⁾⁽²⁾、ラバープレッシャーメータは、通常のプレッシャーメータの結果を解釈するのに必要な内圧～円周方向歪み関係を導くために、軸方向応力、歪み測定機能を備えている。

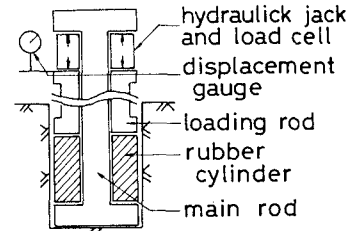


図-1 ラバープレッシャーメータ

3. ラバープレッシャーメータに関する室内モデル試験

(1) 試験装置 ラバープレッシャーメータの有効性を検証するため室内モデル試験を行った。試験装置の模式図を図-2に示す。実験には3種類の弾性ゴム材料(材料A、B、Cとする)を使用した。ヤング率は各々247.0, 92.2, 229.1(kgf/cm²)、ポアソン比はいずれも0.48であった。弾性ゴムの示す典型的な応力～歪み関係を図-3に示す。図-3は一軸圧縮試験の結果であって、 σ_a は軸方向応力、 ϵ_a は軸方向歪みである。実験には3種類のゴム材料からなる内径22.0mm、外径50.5mm、高さ102mmの中空円筒弾性ゴムを用いた。さらにモデル地盤として内径58.5mm、外径450mm、厚さ66mmの円盤状弾性ゴム(材料A)を2枚重ねて使用し、半径方向歪み(ϵ_r)を求めるため三箇所(a、b、c)に歪みゲージを設置した。a、b、cから円盤中心までの距離は各々54, 98, 176mmである。平面歪み条件を達成するため、モデル地盤を厚さ15mmの鉄板2枚で挟み込み固定した。また鉄板とモデル地盤との間の端面摩擦を軽減するために厚さ0.2mmのゴムシートを2枚用いた。載荷に際しては中空円筒弾性ゴムの軸方向応力(σ_a)と軸方向歪み(ϵ_a)も同時に計測した。

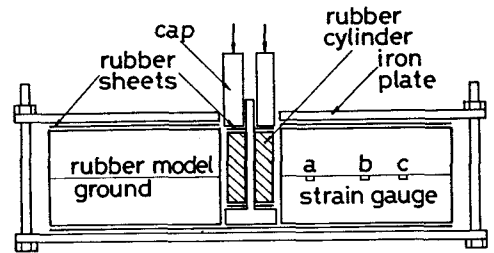
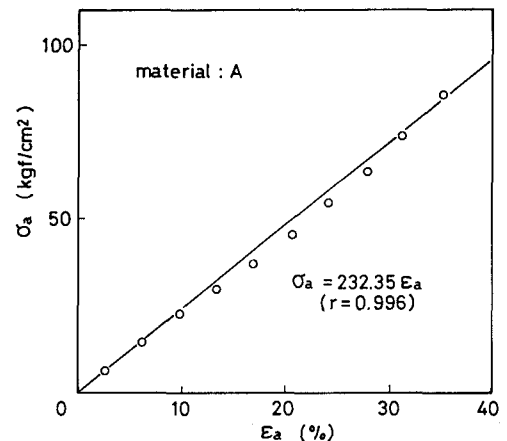
図-2 モデル地盤に対する
ラバープレッシャーメータ試験

図-3 弾性ゴムの典型的な応力～歪み関係

(2) 弾性論に基づく試験結果の解釈 軸対称条件下の円筒弾性体において、軸方向および側方向の応力～歪

み関係から側方応力 σ_i 、側方歪み ε_i は次のようになる。

$$\sigma_i = \frac{1}{2\nu}(\sigma_a - E\varepsilon_a) \quad (1)$$

$$\varepsilon_i = \frac{1}{2\nu E}\{(1-2\nu)(1+\nu)\sigma_a - (1-\nu)E\varepsilon_a\} \quad (2)$$

ここで、 E ：ゴムのヤング率、 ν ：ポアソン比である。実験に使用する中空円筒弾性ゴムに関しても基本的に式(1)、(2)が成立する。円筒側面と円盤内壁が接触した時を基準に取れば、式(1)、(2)で得られた $\sigma_i \sim \varepsilon_i$ 関係が即ち求める内圧～円周方向歪み関係である。なぜなら、円筒側面における半径方向変位を u_i 、円盤状弾性ゴムの内径を r_i とすれば、 $u_i = r_i(1 + \varepsilon_i) - r_i$ であるから、結局 $\varepsilon_i = u_i / r_i$ となる。

平面歪み条件下における円盤状弾性ゴムモデル地盤の半径方向歪み ε_r は次式より求められる。

$$\varepsilon_r = \frac{(1+\nu)}{E} \cdot \frac{r_i^2 \sigma_i}{r_o^2 - r_i^2} \left\{ \frac{r_o^2}{r^2} - (1-2\nu) \right\} \quad (3)$$

ここで σ_i ：内壁に作用する半径方向応力、 r_o ：円盤状弾性ゴムの外径、 r ：中心から任意の点までの距離である。

4. 室内モデル試験結果および考察 今回の実験では直接的には $\sigma_i \sim \varepsilon_i$ 関係を調べていないが、式(1)で計算される σ_i が適切であれば、この σ_i に対して弾性論より計算される ε_r （式(3)）と実測された ε_r とが一致するはずである。さらに、以上の一致を確認できれば、式(1)、(2)より計算される $\sigma_i \sim \varepsilon_i$ 関係も妥当であろうことは容易に予測できる。試験結果の一例を図-4、図-5に示す。図より次の結果が得られた。まず、円盤状ゴムの測定点a、b、cにおける ε_r は式(3)より計算された ε_r に良好に一致した。また、 $\sigma_i = 50(\text{kgf/cm}^2)$ のときの半径方向歪み ε_r の分布もほぼ理論曲線に一致した。

以上の傾向はいずれの中空円筒弾性ゴム（A、B、

C）についても確認できた。結局、中空円筒弾性ゴムの軸方向応力と軸方向歪みを知って、弾性理論に基づき孔壁に対する半径方向応力および円周方向歪みを推定することはほぼ妥当であることが判明した。

5. 謝辞 研究の遂行に当り暖かいご配慮を賜っている愛媛大学工学部・室達朗教授に謝意を表します。

6. 参考文献 1) 齊藤直：” ゴム膨張利用による岩石破砕機レックスロック，” 建設機械、3月号、29-31、1988. 2) 三尾興平：” 無発破岩盤破砕機・ラバースブリッタ，建設機械、3月号、37-41、1988.”

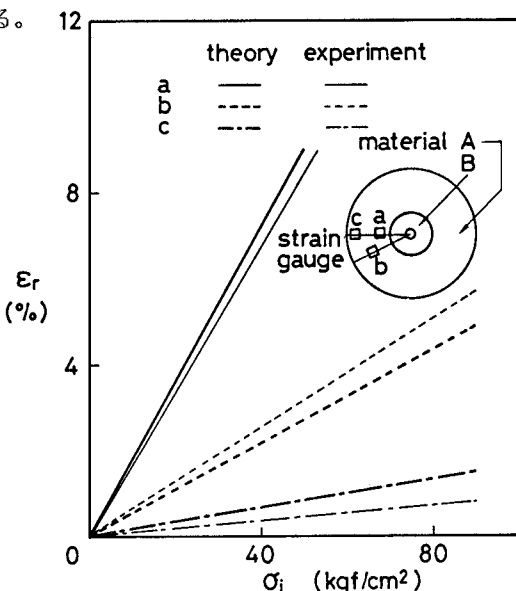


図-4 内圧～半径方向歪み関係

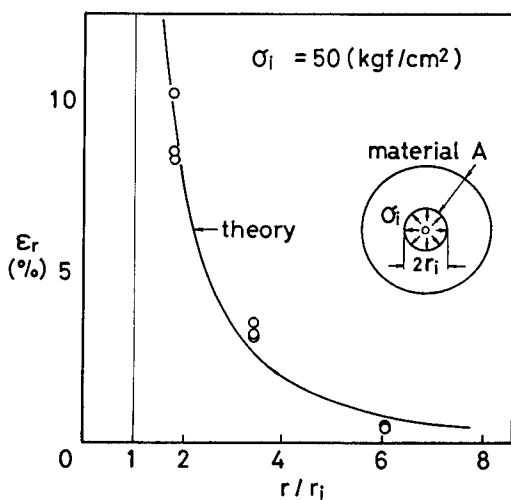


図-5 半径方向歪み分布