

Ⅲ - 538

閉塞プラグと周辺岩盤の力学挙動に関する基礎的研究

三井建設（株） 正会員 ○中田雅夫
三井建設（株） 正会員 山田文孝

1. はじめに

岐阜県の神岡鉱山において圧縮空気貯蔵のための基礎実験が行われている¹⁾。これらの高压貯蔵においては高耐圧の閉塞プラグの役割が重要となるが、閉塞プラグに対しては明確な設計思想が確立されていない。

筆者らは先に一般的な紡錘型プラグについて形状や岩盤との結合条件の相違によるプラグの応力特性について報告したが、ここには数値解析により、主に周辺岩盤の力学挙動について行った基礎的な検討の結果を述べる。

2. プラグ形状及び計算モデル

検討の対象としたプラグの基本形状は図-1に示すような3タイプとした。

計算には線形の軸対象FEMを用い、計算モデル及び用いた材料物性はそれぞれ図-2及び表-1の通りである。プラグ及び貯蔵空洞壁面に作用する荷重は $P = 50 \text{ kgf/cm}^2$ とし、プラグ～岩盤の接触条件が表-2に示すような3ケ

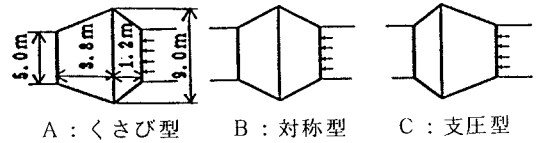


図-1 紡錘型プラグの基本形状

表-1 計算モデルの材料物性

材 質	弾性係数 (kgf/cm^2)	ポアソン比
コンクリートプラグ	210,000	0.167
プラグ～岩盤境界		
密着境界	40,000	0.3
分離境界	0	0.0
滑動境界	400	0.495
ゆるみ域岩盤(1)	40,000	0.3
ゆるみ域岩盤(2)	70,000	0.3
堅硬岩盤	100,000	0.25

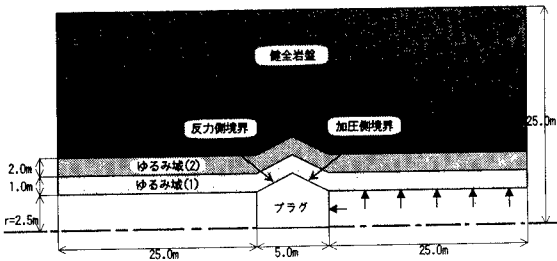


図-2 軸対称FEMの計算モデル

表-2 岩盤～プラグの結合条件

岩盤～プラグ境界	ケース1	ケース2	ケース3
加圧側	密着	分離	分離
反力側	密着	密着	滑動

ースについて計算を行った。

3. 解析の結果

ケース1における主応力図を図-3に示す。各タイプとも加圧側境界の貯蔵空洞に近い岩盤に $30 \sim 35 \text{ kgf/cm}^2$ （貯蔵圧の $0.6 \sim 0.7$ 倍）の引張応力が発生している。したがって、高压貯蔵の場合、岩盤の強度が十分でない場合は、この部分に引張破壊が生じ、空気、水等の侵入により破壊が進行することが懸念される。図-4はケース2の加圧側境界を分離させたもので、その結果この部分の引張応力は認められなくなった。

図-5にケース2における最大せん断応力分布を示す。反力側岩盤の最大せん断応力は特に支圧型の場合、くさび型に比べて坑道壁面付近を中心

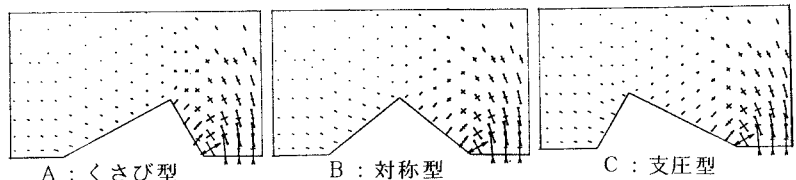


図-3 主応力図（ケース1） 50 kgf/cm^2

に分布が広がっており、対称型はその中間となっている。一般に坑道壁面付近の岩盤は掘削の影響で物性が低下しているので支圧型は、岩盤に対する負担の大きい形状であると言える。

先の報告で、支圧型のコンクリートの構造物として設計面からの優位性を述べたが岩盤安定の面からは岩盤への負担が少なくくさび型が有利と考えられる。

図-6は、反力側境界を滑動の条件としたケース3の計算の結果である。同様の傾向が認められるが、このときはくさび型で、分布域が広がっている。これは図-4（A）及び図-7の主応力図の違いにみられるように、この面に直交する方向の主応力が増加したことにより、最大せん断応力が増大したものである。

図-8にケース1，2，3における閉塞プラグの絶対変位及び相対変位の計算結果を示す。絶対変位は反力側境界を滑動条件にすることにより大きく増え、くさび型では大部分が岩盤～プラグの相対変位に起因しているが、一方、支圧型では相対変位による割合が少なく、反力側岩盤の変形による割合が大きくなっていることが分かる。

4. おわりに

C A E Sや高压ガス貯蔵に用いられる閉塞プラグに貯蔵圧が加わった場合の主として岩盤応力への影響について検討した。ここでは加圧による応力の増分のみで検討したが個々の岩盤のせん断破壊に対する局所安全率については初期地圧や掘削による再配分後の応力を加える必要がある。

【参考文献】

- 1) 中田雅夫、山地宏志：神岡鉱山における圧縮空気地下貯蔵実験、第4回圧縮空気エネルギー貯蔵発電セミナーテキスト、1994、11
- 2) 中田、平井、三澤、日比野：閉塞プラグの耐力特性に関する基礎的研究、土木学会第48回年次学術講演会、1993、9

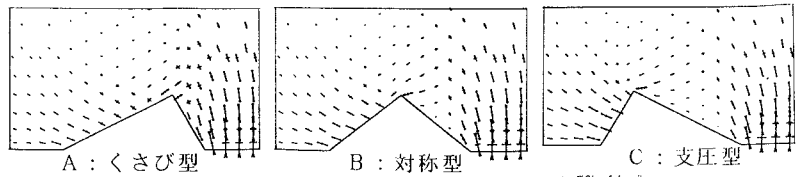


図-4 主応力図（ケース2）50kgf/cm²

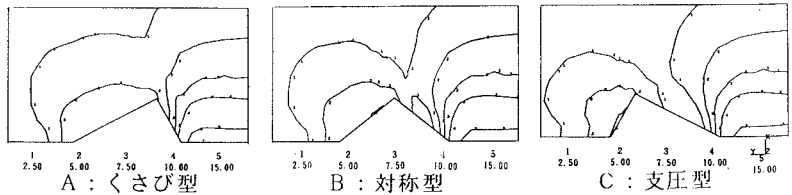


図-5 最大せん断応力分布（ケース2）

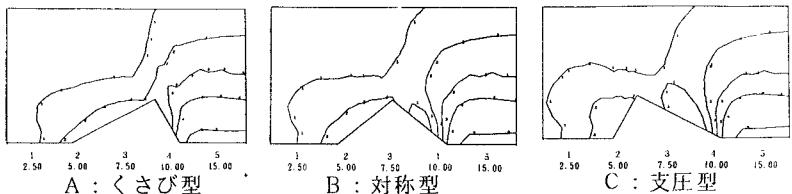


図-6 最大せん断応力分布（ケース3）

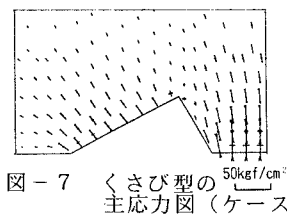


図-7 くさび型の主応力図（ケース3）

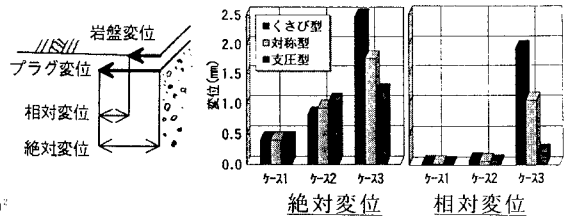


図-8 プラグ変位