

吹付けコンクリートの気密性に関する限界圧の室内実験の結果

(財)電力中央研究所 正 池川 洋二郎
 中川 加明一郎
 末永 弘

1. はじめに

日本の地盤は、地質構造が複雑で割れ目が多いが、地下水が豊富なので、地下空洞への石油・圧縮空気など大容量の貯蔵法は、地下水圧を用いて封じ込める水封式が最も経済的であると考えられている。ここでは断層など地盤の弱部や季節的な地下水の変動への対処方法として、吹付けコンクリート等の気密性の利用を検討するため、気密特性に関する室内実験を行っている。

ここで気密特性としては、材料へ空気が透過を開始する圧である限界圧(threshold pressure)に着目している。この限界圧は岩石などの間隙の空気と水の界面に生じる水の表面張力が空気の透過に対する抵抗力として生じていると考えられている。一方透過係数の小さい材料の限界圧の測定を行うには、透過が開始する時に生じる流量変化が微小であるため、測定精度の高い実験装置が必要¹⁾であった。

以下では新たに導入した気密性に関する限界圧の測定装置と実験結果の紹介を行う。

2. 実験の概要

図-1に新たに導入した実験装置の模式図を示す。基本的な構造は、三軸透水試験装置と同じで、セットした直径5cmの供試体の上端から空気圧(max50 kgf/cm²)を与え、供試体の下端部で水に置換した流量をビュレット(max1cc)と差圧計を用いて計測する。この装置の特徴としては、-10~50 の範囲で温度設定を行うことができるインキュベータ内に装置を入れ込むことにより、温度の制御を容易にしたこと。また、供試体の下端側の配管とビュレットを耐圧容器内に入れ、配管の内外の圧力差が生じないようにした。これにより配管の接続部の漏れや配管の変形による生じると考えられる流量の誤差を小さくことを可能としたことである。

図-2に実験装置の性能を検定するため、5, H10(cm)の円筒アクリル供試体をセットし、実験を行った結果を示す。拘束圧50kgf/cm²、バックプレッシャ(供試体の下端圧)9kgf/cm²、上端空気圧を段階的に上げ40.5kgf/cm²で約3時間保持を行った。この結果から透水試験として計算される透水係数は 1.5×10^{-14} cm/secほどとなり、従来の透水試験装置

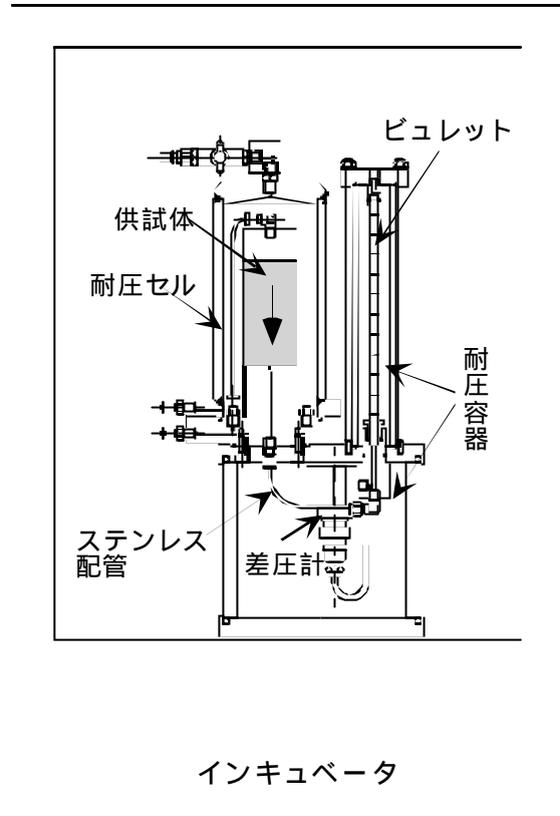


図-1 岩石の限界圧測定装置

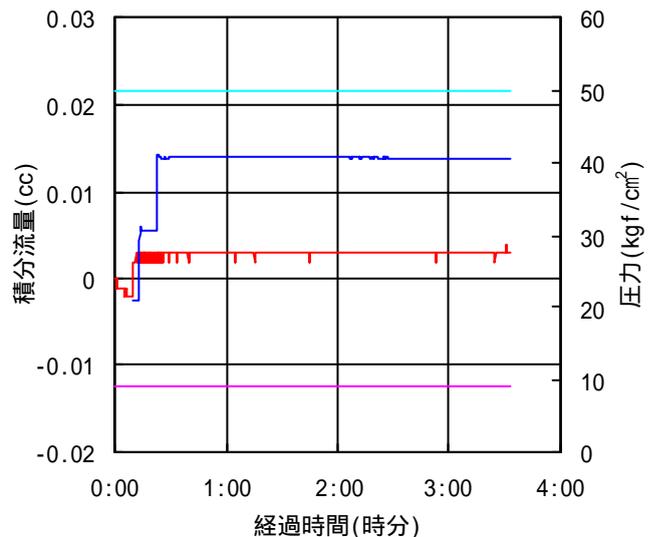


図-2 装置の検定(アクリル供試体)

表-1 試料の物性

試料名	供試体名	平均高さ (cm)	透水係数 (cm/sec)	有効間隙率	備考
吹付けコンクリート	B2	9.66	8.71×10^{-9}	0.19	現場にて一辺約30cmの箱吹付け後、室内にて所定のサイズにコア抜き整形した。

より数オーダー小さい。これより配管の内外の圧力差を無くした効果と温度変化の影響をほぼ無くし、高精度の流量の測定装置にできたと考えている。

次に、この装置を用いて実験を行った 5, H10(cm)に整形した吹付けコンクリートの物性²⁾を表-1に示す。透水係数は 1×10^{-8} cm/sec程、間隙率は約20%である。この供試体を水中脱気により飽和を行った後、限界圧試験を行った。限界圧試験は所定の拘束圧を与え、ピュレット側の流量がほぼゼロ(定常状態)になったことを確認した後、供試体の上端部に空気圧を多段的に与えたときに、下端部での流量変化を計測することにより行った。

3. 結果と考察

図-3に供試体下部で計測された積分流量の経時変化を示す。約2時間で流量がほぼ止まり、定常状態になったことを確認した。次に増加量 1 kgf/cm^2 毎の空気圧を供試体上部にを行ったときの結果を図-4に示す。横軸に経過時間、縦軸に供試体下端から得られた積分流量を示す。この結果は上端空気圧が 25 kgf/cm^2 まで流量はなく、 26 kgf/cm^2 に達したと同時に流量が発生している。従って、限界圧は25と26 (kgf/cm^2) の間にあり、 25 kgf/cm^2 以上であるため、限界圧は 25 kgf/cm^2 とする。

従来の試験装置¹⁾性能では流量ゼロの状態を維持できず、生じる微流量の原因を一般的に圧密現象と考えているが、本装置の実験では、限界圧以下では流量は生じないことが分かった。

4. まとめ

以上より、透過性の小さい材料の限界圧の測定装置の開発を行い、その性能を示した。また、実験に用いた吹付けコンクリートの限界圧が 25 kgf/cm^2 と非常に大きく、地下貯蔵において気密材としての利用可能性を示すことができた。

参考文献：

1)池川、小中：三軸透水試験装置の計測限界に関する検定試験と定量評価、土木学会第54回年次学術講演会概要集、1999.9.

2)Y.Ikegawa and K.Nakagawa : A laboratory study of air tightness of saturated rocks and shot concrete for compressed air energy storage, Proc. of '99 Japan-Korea Joint Symp. on Rock Eng. pp.495-502, 1999.8.

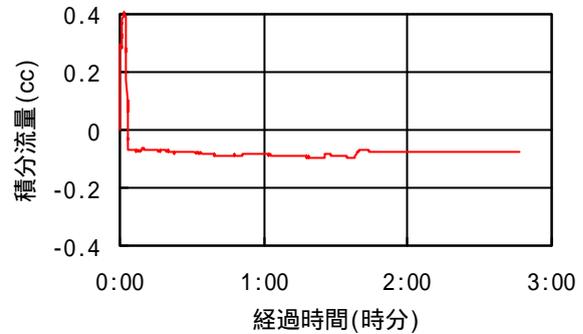


図-3 側圧載荷による定常状態の確認

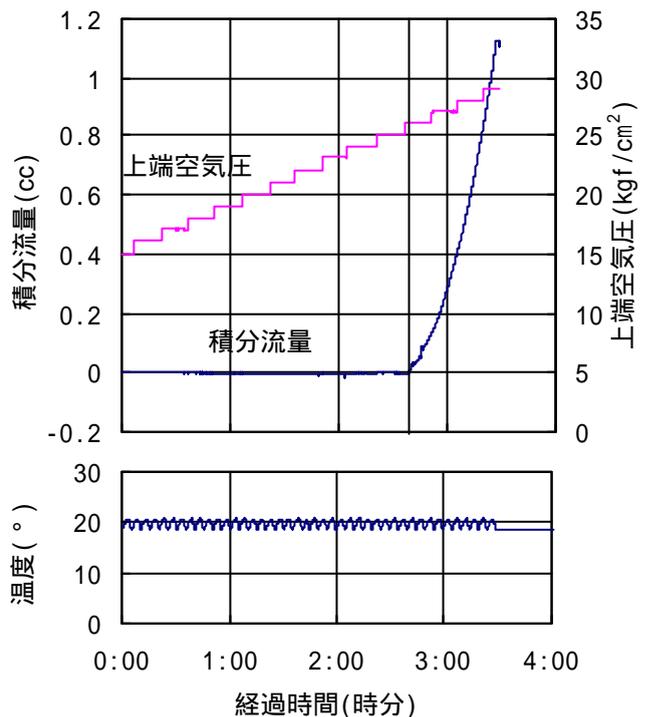


図-4 限界圧試験の結果(B-2)