

神戸大学工学部

正会員 齋藤 雅彦

神戸大学都市安全研究センター

正会員 川谷 健

神戸大学工学部

学生会員 ○沢田 高志

1. はじめに

岩盤内圧縮空気エネルギー貯蔵システムの実用化を図る際には、空気と地下水の挙動を把握した上で適切な漏気対策が求められる。漏気性を左右する要因として、地盤特性の他、地下空洞内の圧力変動の影響が考えられる。空洞内の空気圧は、空気の貯蔵・放出によって1日程度のサイクルで変動するが、その周期、振幅および平均圧力等によって、漏気性は異なるものと思われる。

本研究では、空洞内の周期的圧力変動が漏気性に与える影響を定性的に把握するため、気液二層流の有限要素解析^{1),2)}を実施した。

2. 解析条件

解析モデルは、実際のはほぼ1/100とした。解析領域は($x=10.0\text{m}$) $\times$ ($z=6.0\text{m}$)の鉛直面内で、初期の地下水面は地表面下0.5mである。地下空洞は矩型(幅0.2m $\times$ 高さ0.2m)で、天端は地表面下3.8mとした(図-1)。境界条件は、 $x=10.0\text{m}$ かつ $z\leq 5.5\text{m}$ で静水圧、 $z=6.0\text{m}$ (地表面)で大気圧($=0.1\text{MPa}$)、 $x=0.0\text{m}$ および $z=0.0\text{m}$ で不透気性かつ不透水性、空洞内は空気圧(一定または周期的変動)とした。

地盤の水分特性曲線(図-2)は、Brooks and Corey式で与え、その他の物性値は、表-1に示すとおりである。空洞内の空気圧の時間変化は、図-3に示す正弦曲線とし、圧力の最大値、変動量および周期を変化させた7ケース(表-2)について検討した。

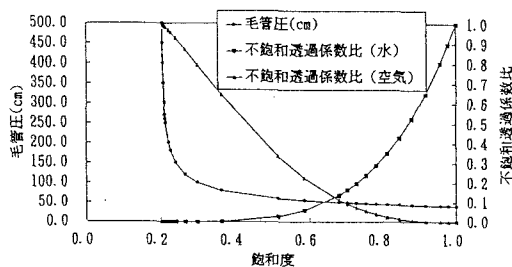


図-2 水分特性曲線 ($\lambda=2.3$, $S_r=0.2$)

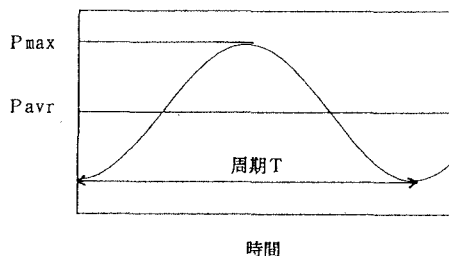


図-3 圧力変動曲線

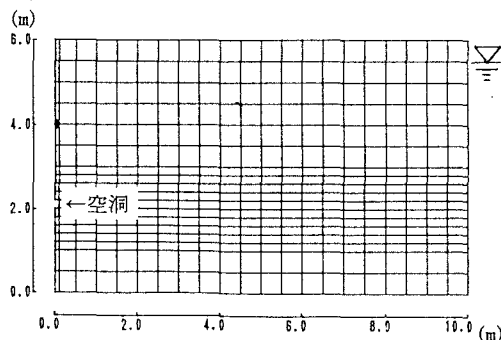


図-1 有限要素分割図

表-1 物性値

間隙率	0.4
固有透過度 (m^2)	1.00×10^{-12}
水の粘性係数 ($\text{MPa} \cdot \text{s}$)	1.15×10^{-9}
空気の粘性係数 ($\text{MPa} \cdot \text{s}$)	1.80×10^{-11}
飽和透水係数 (cm/sec)	8.55×10^{-4}

表-2 解析ケース

	Pmax (MPa)	Pavr (MPa)	T (hour)
Case1 (a)	0.126	0.126	—
Case1 (b)	0.126	0.120	24
Case2 (a)	0.130	0.130	—
Case2 (b)	0.130	0.129	24
Case2 (c)	0.130	0.124	24
Case2 (d)	0.130	0.129	120
Case2 (e)	0.130	0.124	120

3. 解析結果と考察

図-4～図-6より、空洞内空気圧の最大値が比較的小さい場合 (Case1), 単位時間あたりの漏気量の最大値は、空気圧の変動によって増大しているのに対して、空洞内空気圧の最大値が大きい場合 (Case2(a)～(c)) は、逆に変動量の増加に伴って漏気量は減少している。これより、周期が一定であれば空洞内の圧力変動が漏気性に与える影響は、空気圧の最大値によって異なることがわかる。

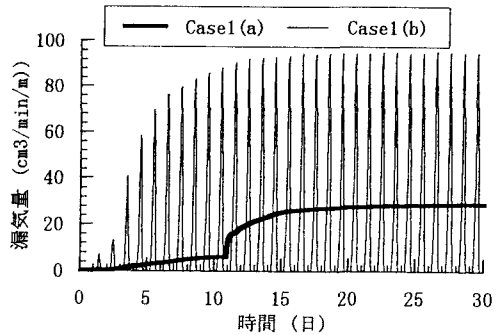


図-4 単位時間あたりの漏気量の時間変化 (Case1)

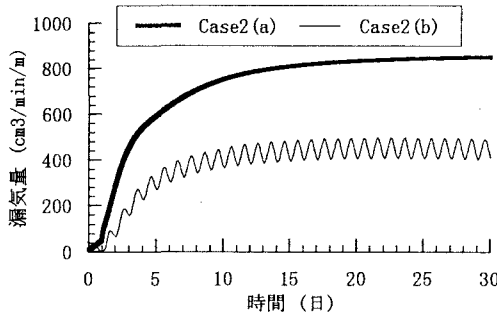


図-5 単位時間あたりの漏気量の時間変化 (Case2(b))

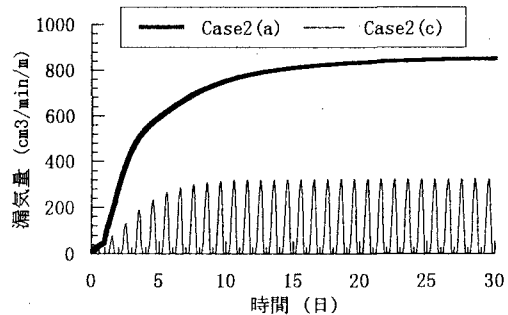


図-6 単位時間あたりの漏気量の時間変化 (Case2(c))

次に、図-7～図-8より、圧力変動の周期が長くなると、空気圧の変動が微小な場合 (図-7) は、図-5と同様に漏気量は全体的に低下しているが、変動量が大きくなると、漏気量のピークは逆に増大している。これより、空気圧の最大値および変動量が同じでも周期が異なれば漏気性も異なることがわかる。

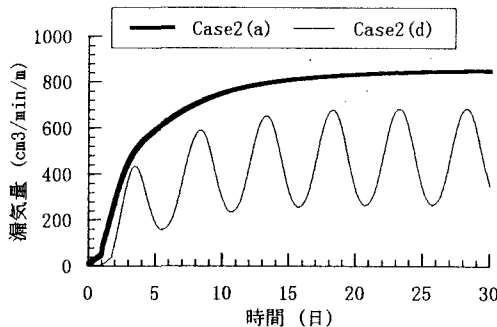


図-7 単位時間あたりの漏気量の時間変化 (Case2(d))

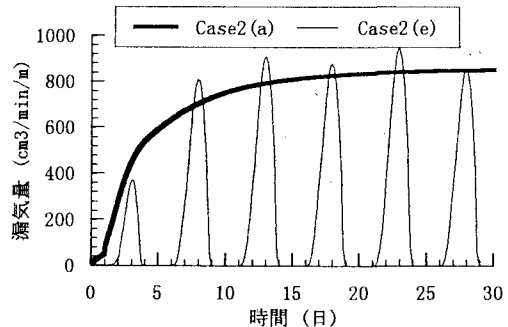


図-8 単位時間あたりの漏気量の時間変化 (Case2(e))

4. おわりに

- 1) 気液2相流の有限要素解析により、圧力変動を考慮した漏気性解析が可能である。
- 2) 空洞内空気圧が変動する場合、漏気性は空気圧の最大値、変動量および変動周期によって大きく左右され、しかも一定の傾向を示すものではない。

参考文献

- 1) Meiri, D. :Two-phase flow simulation of air storage in an aquifer, Water Resources Research, Vol.17, No.5, pp.1360-1366, 1981.
- 2) 中川, 駒田, 宮下, 村田 : 岩盤内圧縮空気貯蔵空洞からの漏気防止条件, 土木学会論文集, 第370号/III-5, pp.233-241, 1986.