

(Ⅲ-3) 不連続体解析 FESM による火山噴火及び CAES 建造シミュレーションに関する研究

前橋工科大学大学院建設工学専攻 ○学生会員 樋口 大祐
前橋工科大学建設工学科 正会員 濱島 良吉

1.はじめに

近年、エネルギー資源の確保は余剰エネルギーに向けられており、最近では CAES(Compressed Air Energy Storage)と呼ばれる重泥水圧を利用した蓄電装置が開発された。建造過程としては地下に CAES のタンクを掘削すると同時に重泥水を流し込む。それによりタンク内に水圧がかかり、壁面に生じるひび割れを埋め補強して建造する。しかし、CAES は市街地地下などに建造を想定しているため、設置時の高圧力による地表面への影響が環境アセスメントとして重要なポイントであると考えられる。本研究では不連続体解析 FESM を用いて地殻変動解析や火山噴火シミュレーションなどを行っている。CAES の建造過程は火山マグマの膨張に非常に酷似しているため、FESM を用いた解析が可能であると考えられる。FESM を用いて、CAES の建造時における地表面および地盤への影響を検討する。

2.研究方法

図 1 に示したものが CAES の概念図である。これをモデル化したものが図 2 である。中央の長方形の

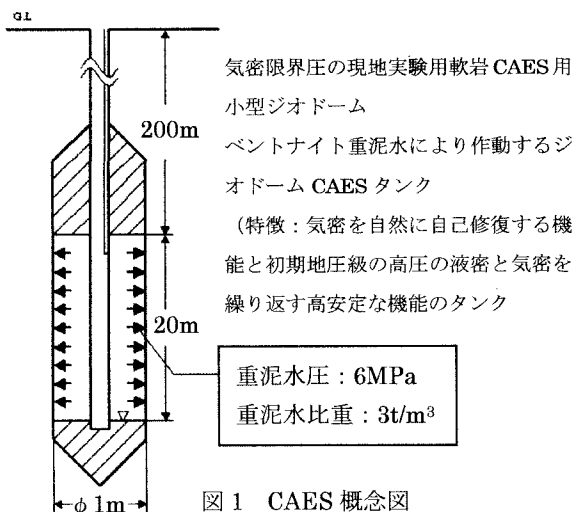


図 1 CAES 概念図

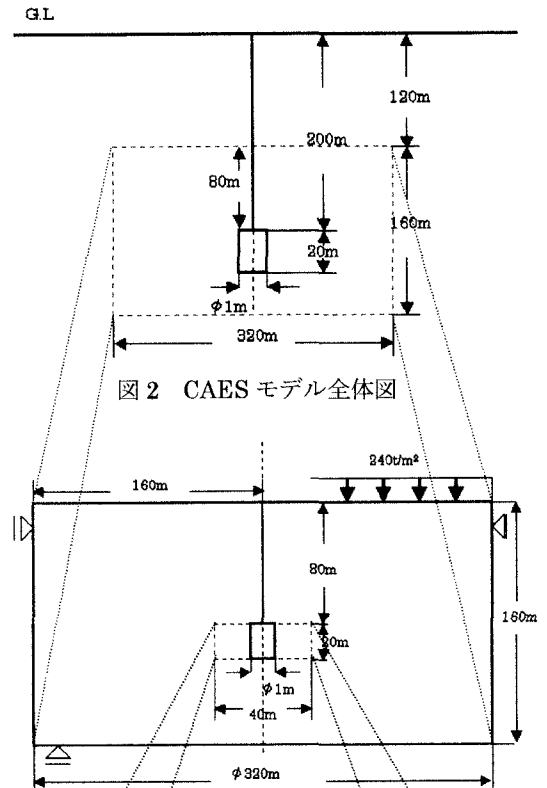


図 2 CAES モデル全体図

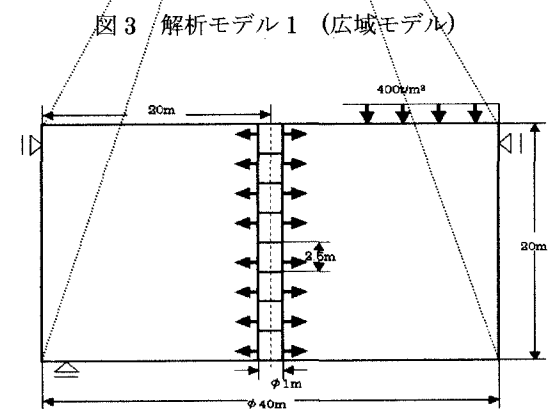


図 3 解析モデル 1 (広域モデル)

図 4 解析モデル 2 (空洞近傍モデル)

キーワード：都市型 CAES, 不連続体解析 FESM, 火山噴火シミュレーション

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 TEL: 027-265-7361 FAX: 027-265-7361

部分が CAES の空洞部分であり、ここに重泥水を注入、水圧をかけ生じたひび割れを解析により求める。しかし、既存の火山モデルのサイズでは CAES 自体が非常に小さく数値的誤差が起りやすいため詳細な解析が困難であった。そこで図 2 の破線で囲まれた $160\text{m} \times 320\text{m}$ の範囲を抜き出し、CAES 周辺の変動および地表面への影響が把握できるモデルを示したものが図 3 である。図 4 では図 3 の範囲から更に破線部 $20\text{m} \times 40\text{m}$ の範囲を抜き出し、CAES 周囲の亀裂状況が捉えられるモデルとした。メッシュ分割は両モデルとも同じとし、物性値については表 1 の通りである。これらの解析モデルに上載荷重と自重を考慮し、算出された数値データから地表面の変形状況及び、地盤内部における亀裂の進展状況を把握するため可視化を行った。

表 1 物性値

物性名	物性値
ヤング係数 E	100000
ポアソン比 ν	0.28
せん断強度 τ_0 (t/m^2)	300
引張強度 σ_t (t/m^2)	100
内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	32
比重 γ (t/m^3)	2.0
重泥水圧 P_a (Mpa)	6.0
軸圧強度 σ_c (t/m^2)	3600

3. 結果と考察

図 5 はモデル 1 を解析したもので重泥水圧 6MPa の 3 倍、18MPa を作用させた時の断面図である。変形状況を視覚的に捉えるため XYZ 軸全ての方向変位を 3000 倍して表示している。まず、中央の空洞部分が CAES の空洞部を表している。重泥水圧の作用で空洞部左右の要素に変形及び変位がみられるが、その影響は地表面まで達していないことがわかる。図 6 はモデル 2 の CAES 周辺状況を表したもので重泥水圧が 18MPa かかった状態である。こちらも XYZ 軸の方向変位を 3000 倍で表示したものであり、この図からタンクの間中部の変形が最も大きく上下部の端ほど小さくなっている事がわかる。また、ダイク状（板状）マグマ貫入時の地表面において、放射状割れ目と環状割れ目が発生する。そして中央部が陥没し、その周辺が隆起する現象が生じており、図 6 はそれを良く表している。

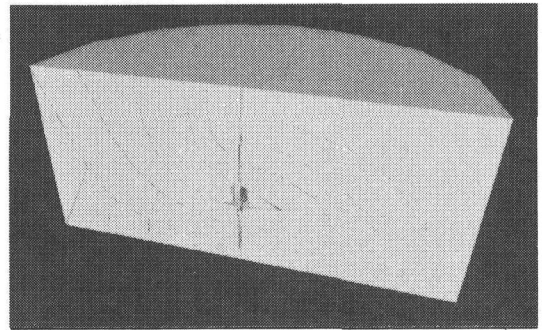


図 5 モデル 1 の解析結果断面図

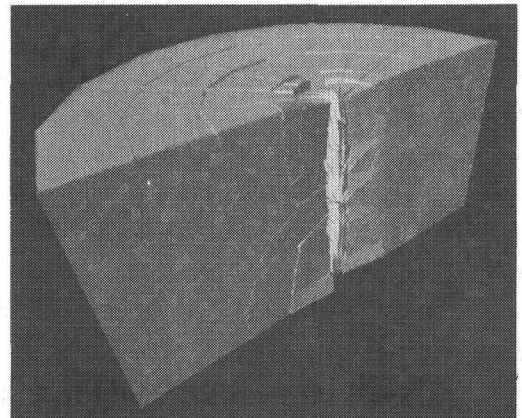


図 6 モデル 2 の解析結果断面図

4. まとめ

この解析では重泥水圧を 3 倍の大きさまで行った。しかし、この物性値ならば地表面への影響が見られないため市街地に設置した際に問題はないといえる。

今後の課題として、現在の物性値ではせん断強度や引張強度が非常に小さく設定されており軟弱地盤を想定した解析となっている。したがって今後はより多くの物性値（硬質岩盤の物性値など）を用いて様々なパターンから検証、比較を行う予定である。断層、地層が付近にあるといった特殊な条件を加味した解析も検討中である。

参考文献

- 1) 濱島, 樋口, 元島, “日本列島を縦断する構造線の存在と地震活動度に関する研究”, 第 26 回地震工学研究発表会公演論文集, B2-2, p137-140
- 2) 荻原, 濱島, “不連続体解析シミュレーションによる火山性地震活動に関する研究”, 第 26 回地震工学研究発表会公演論文集, B2-4, p145-148