

(Ⅲ - 23)

都市型CAESタンクの周辺軟岩安定性に関する数値解析

- 関口・太田の弾粘塑性モデルによる予備的考察 -

日本大学 学生会員 ○大森剛志
 金沢大学 正会員 飯塚 敦
 東海大学 正会員 林 正夫

1. はじめに

電力の平準化を図るために圧縮空気貯蔵ガスタービン発電 (CAES-GT) が有望と考えられている。また、下水処理施設や、雨水貯留の機能を合わせ持つことが出来るので大都市周辺に建設すると経済的である。そこで大都市周辺の深部堆積軟岩地帯に圧縮空気貯蔵タンクを建設することを考え、水没立坑の掘削からタンクの完成に至るまでの間、掘削面の安定性を関口・太田モデルを適用して検討を試みた (解析には、DAC SAR³⁾を用いた)。

2. 入力パラメータ

関口・太田モデルの計算に必要なパラメータの決定にあたり、千葉県袖ヶ浦で採取したボーリングコアを用いて、圧密試験、三軸試験とクリープ試験を実施して推定した。これらの一連の試験結果を図-1に示し、決定したパラメータを表-1に示す。また、決定して得られたパラメータを用いて三軸試験を再現 (図-2) してみたところ多少の誤差はあるが概ね近似しているのでこのパラメータは妥当な値かと思われる。

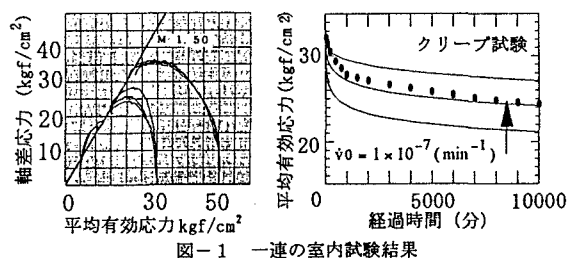


図-1 一連の室内試験結果

表-1 入力パラメータ

記号	内 容	値	備 考
c_0	先行圧密時の間隙比	0.9	
λ	圧縮指数	0.174	$\lambda = C_c \times 0.434$
Λ	不可逆比	0.875	$\Lambda = M/1.75$
M	限界応力比	1.5	
D	ダイレタンス係数	0.05	$D = \lambda \Lambda / \{M(1+e_0)\}$
ν'	有効ポアソン比	0.35	
α	二次圧縮指数	0.004	
$\dot{v}_0$	初期体積ひずみ速度	$1.00E-07$	

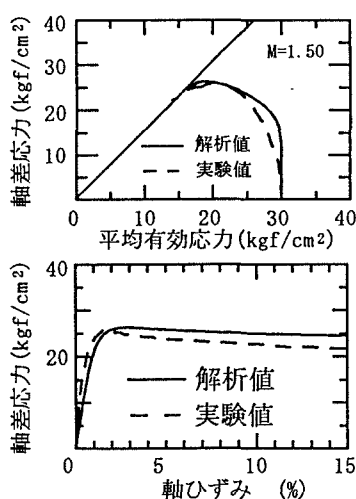


図-2 三軸試験シミュレート結果

3. 関口・太田モデルによる解析

3.1 解析条件

解析領域は対称軸から半径方向に100m深度方向に500mとし、地下水面は地表で、地表面と外側の面を排水状態にして常に静水圧を与えるものとした。施工手順は、半径3m深さ320mの水没立坑を半径1mあたり1ヶ月の速度で拡幅掘削する工事を考える。なお掘削面は、排水と仮定した。次にタンクの沈設に1年かかると考え、解析では掘削終了直後の状態を1年間維持しているとした。最後に立坑内の泥水を3カ月かけて比重1.90の重泥水¹⁾に置き換えた。図-3に、これら一連の施工手順の概要を示す。尚、地盤の先行圧密圧力と静止土圧係数は文献²⁾を参考にした。

3. 2 解析結果と考察

掘削面の変形量を図-4に示す。掘削終了直後の変位は壁面で4 cmで底面の変位は5.8 cmで、掘削終了直後から数えて1年後の変位は、壁面で0.5 cm底面で0.2 cmの増加が見られ、重泥水を充填すると掘削面が初期状態からみて壁面で-5.5 cm、底面で-1.5 cm変位が生じ、重泥水によって掘削面が押し返されている結果を得た。また2, 3の要素の掘削面の有効応力経路を図-5に示す。掘削が進むにつれて掘削面の応力状態は限界応力状態に近づく。そして掘削終了直後の状態を維持すると応力は緩和される傾向を示し、重泥水を充填すると、特に壁面の要素の応力状態は限界状態から遠ざかり、安定性は向上したと思われる。ここで、掘削面の応力が緩和されたことについて、もう少し詳細に検討するために、図-6に示す各応力成分、間隙水圧と経過時間の関係を検討してみた。間隙水圧に関しては、掘削から重泥水充填までの間はほぼ静水圧を維持しているので間隙水圧による影響は少ないと思われる。また各応力において水平方向応力 σ_r' は、一定の泥水圧が常に作用しているので殆ど変化が見られないが、鉛直方向応力 σ_z' と円周方向応力 σ_θ' は、時間と共に減少している傾向を示した。 σ_θ' の変化については、アーチ効果によって変形が抑えられているため、応力が緩和される傾向を示し、また σ_z' は、 σ_θ' のポアソン効果によるものと考えられる。

4. まとめ

①深部堆積軟岩に関口・太田モデルは三軸試験のシミュレーション結果から適用可能であろう。②泥水を用いた掘削を採用すれば、深度320 mの大深度空間を支えながら掘削が可能であろう。③泥水を入れたまま長期間放置しても掘削面の変形の増加は、微少なので、応力が緩和される傾向を示しクリープによる崩壊の危険性は少ない。④重泥水を充填すると掘削面のゆるみ領域は押し返され、安定性は増大する。

謝辞 指導を仰いだ太田秀樹教授(金沢大学)、平井光之氏、世一英俊氏(ハザマ)ならびに川崎了氏(電力中央研究所)に厚く感謝いたします。

- 1) 林正夫, 森田晃弘, 西村宏之, 富樫嗣彦, 「重泥水を長期に沈殿させず安定なゲル圧として利用する材料の設計と実証実験—軟岩での都市型CAESタンクのプレストレスへの応用—」, 第26回岩盤力学シンポジウム論文集, 平成7年1月
- 2) 川崎了, 西好一, 藤原義一, 岡本敏郎, 「圧縮空気貯蔵のための大深度軟岩地盤の力学特性の解明—不攪乱試験を用いた室内試験による物性評価—」, 電力中央研究所報告, 平成5年9月
- 3) A. IIZUKA & H. OHTA: "A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis.", Soils and Foundations, Vol. 27, No. 3, pp. 71-87, 1987

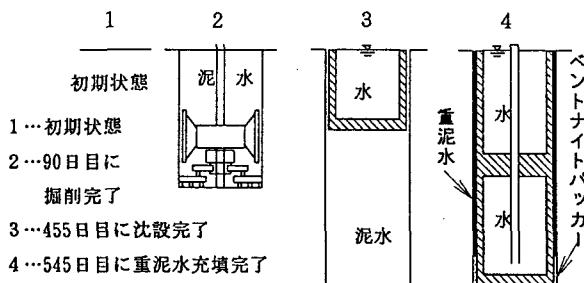


図-3 施工手順概要図

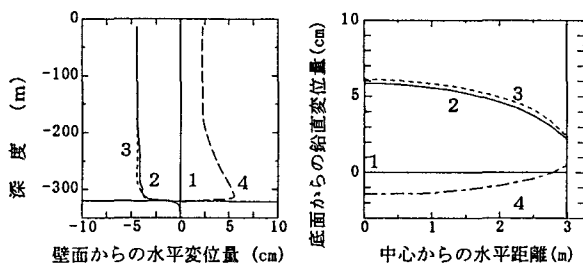


図-4 掘削面の変位量

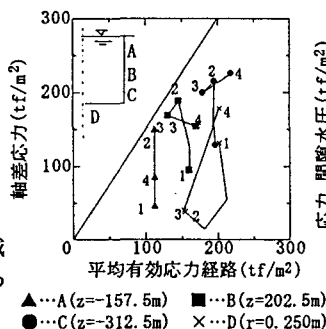


図-5 有効応力経路

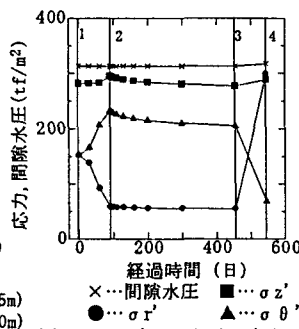


図-6 要素Cにおける応力と間隙水圧の経時変化