

清水建設(株) 大崎研究室 正員 ○ 百田博宣

同 上

正員 吉田 順

1. はじめに

空洞掘削による地下水位変動を検討する場合には、涵養量は地下水位を維持する効果を持ち、これを考慮する必要がある。この涵養量については、瀬戸内海の花崗岩質の小島において実測水位のシミュレーションを通じて、水文調査結果とも整合性のよい値が得られている¹⁾。本報では、この小島を対象にして、涵養量を考慮した場合の空洞掘削による平面的な地下水位変動を把握するため、準三次元解析²⁾によるモデル解析を行うものである。

2. 空洞モデルの設定と湧水量の推定

空洞は20m×20mの矩形断面で長さ200mの構造寸法とし、天盤レベルをEL-40mと設定した。解析ケースは空洞本数で分け、CASE-1を単設空洞、CASE-2を5連空洞、CASE-3を9連空洞とし、その平面レイアウトを図-1に示す。本モデルに対し地下水位変動を準三次元解析で推定するが、この解析では空洞湧水量が算定できず、解析に先立って空洞湧水量を推定して涵養量と共に入力することが必要である。図-1の空洞モデルの湧水量の算定には簡単のため、図-2に示す鉛直二次元モデルを設定した。図中の地下水面Hは空洞位置の現況の地下水面高が概ねEL+50mであることと空洞掘削による水面低下を想定してH=-25~50mの範囲で変化させており、グリーン公式による定常解析³⁾を用いて空洞湧水量を計算した。解析結果は空洞一本当たりの平均湧水量 Q_M で表現し、CASE-1~3の Q_M とHの関係を図-3に示す。本図によれば、各ケース共Hと Q_M は比例するが、空洞本数の増大により Q_M が極端に低下することが把握できた。

3. 地下水位変動の解析

地下水位変動解析には、基礎式が式(1)のFEMによる飽和-不飽和の準三次元地下水解析理論²⁾を用いる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial H}{\partial y} \right) + Q = S \frac{\partial H}{\partial t} \quad (1)$$

ここに、H: 水位、x,y: 水平方向の座標、t: 時間、Q: 湧水率、T: 透水量係数、S: 間隙率、であり、TとSに不飽和の浸透特性が考慮される。

地質構造は岩盤と風化帯の二層構造とし、解析上の地質構造モデルは文献1)中の図-2と図-4に示されている。また、岩盤と風化帯の飽和透水量係数 K_0 は各々の地層の全測定データを対数平均した結果、岩盤では $K_0=4 \times 10^{-6}$ cm/s、風化帯では $K_0=2 \times 10^{-5}$ cm/sであり、不飽和の浸透特性も文献1)中の図-5の関係をjを用いる。本島の涵養量iについては文献1)で推定しており、 $i=1.0$ mm/dayという結果が得られている。

以上のような地質構造、透水性及び涵養量条件下で空洞掘削による地下水位変動を準三次元地下水解析で検討するが、式(1)中のQは空洞上部とその他の領域で次のように算定した。

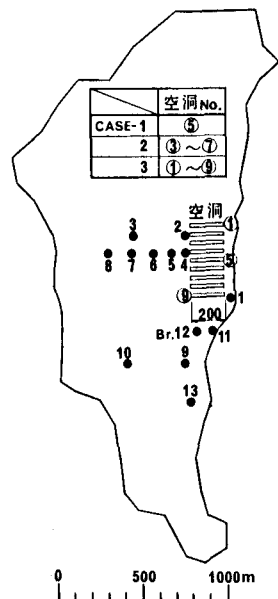


図-1 解析ケースと空洞レイアウト

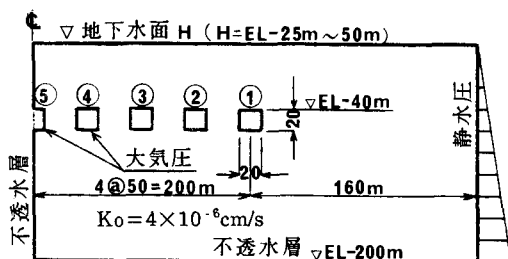


図-2 空洞湧水量解析モデル (CASE-3)

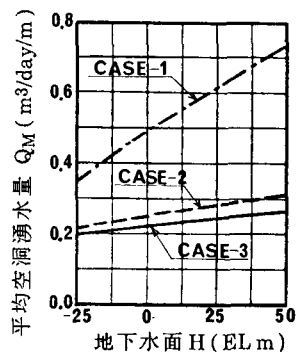


図-3 空洞湧水量算出結果

$$Q=i \text{ (空洞上部以外)}, Q=i-Q_M/W \quad W:\text{空洞幅 (空洞上部)} \quad (2)$$

これにより、図-4に示す計算フローに従って、式(1)の定常解析を実施した。文献1)中の図-7に示した空洞掘削前の地下水位平面分布と空洞掘削後のCASE-1~CASE-3の地下水位平面分布を図-5に示す。本図中、CASE-1では図-4に従って $H=H_b=40\text{m}$ 、CASE-2では 10m 、CASE-3では 0m の場合の Q_M を用いて得られた結果である。図-5によれば、CASE-1の場合、空洞周辺で若干の水位低下が見られるが、水位低下の範囲は限定されており、空洞設置前の地下水位平面分布と比較しても $\text{EL}+100\text{m}$ の等地下水位線もそれほど変化していない。これに対し、CASE-2,3と空洞本数が増加すると空洞上部に $\text{EL}\pm 0\text{m}$ の等地下水位線が拡大すると共に、 $\text{EL}+100\text{m}$ の等地下水位線が小さくなることから、次第に水位低下の範囲が拡大していることがわかる。しかし、CASE-1~CASE-3の最低地下水位は各々 $\text{EL}+4\text{m}$ 、 -4m 、 -8m 程度であり、地下水位は空洞天盤までは到達していないと判断できる。

4. おわりに

本報では準三次元解析を用いて、涵養量を考慮した場合の空洞掘削による地下水位変動を検討した結果、ある程度地下水位平面分布の推移状況が把握できた。今後、準三次元解析を用いる場合の空洞湧水量の入力方法について吟味していきたい。

<参考文献>

- 1) 宮下国一郎他：花崗岩質の小島の地下水位データに基づく地下水涵養量の推定，第40回年講，Ⅲ，1985年9月。
- 2) 百田博宣他：第16回岩盤力学に関するシンポジウム講演会論文集，pp.51~55，1984年2月。
- 3) 百田博宣他：第26回水理講演会論文集，pp.601~606，1982年2月。

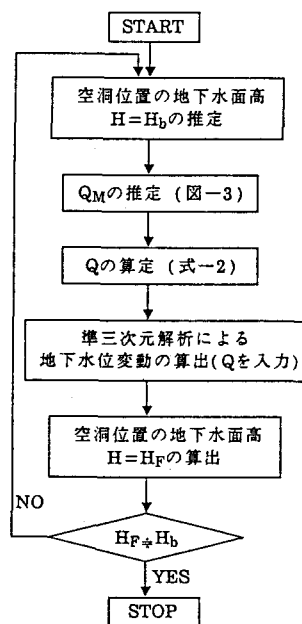


図-4 地下水位変動の計算フロー

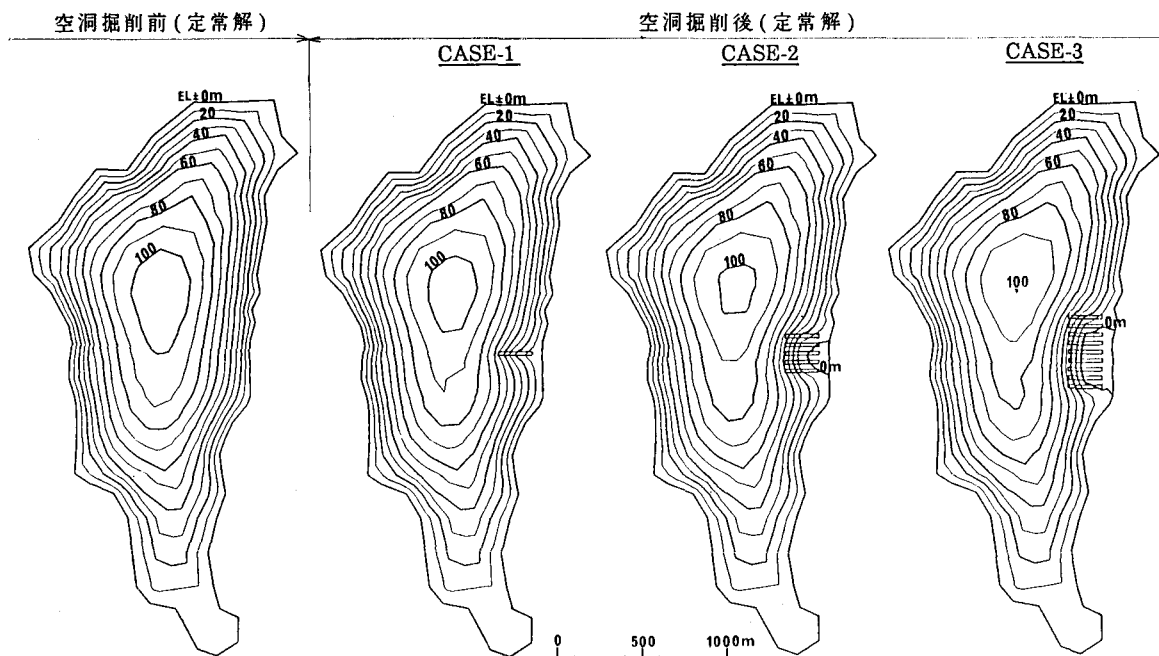


図-5 空洞掘削による地下水位平面分布の推移図 ($i=1.0\text{mm/day}$)