

# III-365 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

清水建設(株)ロック・エンジニアリング部 正員 ○ 宮下 国一郎  
清水建設(株)大崎研究室 正員 百田 博宣

## 1. はじめに

岩盤中に空洞等を掘削した場合の地下水位変動を予測する際には、涵養量は非常に重要な入力項目と考えられる。この涵養量を解析に先立って推定するには、水文調査結果に基づく水収支計算を用いることが一般的と考えられるが、実測地下水位との関連性が必ずしも明確ではないと思われる。本研究では、実測の地下水位データの地下水位シミュレーションを通じて涵養量の推定を試み、以前実施した水収支計算による涵養量の推定値<sup>1)</sup>との比較検討を行ったものである。

## 2. 研究地域の概況

研究地域は、東西に約1km、南北に約3kmで最大標高が154mの瀬戸内海に位置する花崗岩質の小島である。本島において、地質及び水文調査は1978年8月より1979年3月までの期間に、13本のボーリング孔を使用して行われている。水文調査に基づく水収支計算によって本島の水収支は図-1のように推定されており、涵養量*i*は1.0mm/day程度と把握されている<sup>1)</sup>。また地質調査結果によれば、本島は数m~20m程度の風化帯に覆われたクラッキーな花崗岩質の岩盤より構成されており、透水係数は $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$ cm/sで全体の透水性はかなり低い特徴を有している。いま地表面は地形図から読み取り、風化帯の厚さを20m程度と推定すれば、図-2に示すような地質構造が得られる。また13本のボーリング孔の孔内水位に図-2の地表面形状を考慮すれば、図-3に示すような地下水位の平面分布が得られ、概ね最高水位がEL+100m程度のドーム状の地下水面形状と考えられる。

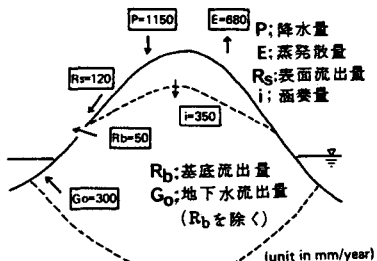


図-1 研究地域の水収支

## 3. 涵養量の推定方法

図-3の実測地下水位に対応した涵養量を推定するには、地下水位の平面分布を考慮できる解析法が必要である。ここでは、式(1)に示す飽和-不飽和の準三次元地下水解析理論をFEM手法を用いて計算する<sup>2)</sup>。

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

ここに、*H*: 水位、*x*, *y*: 水平方向の座標、*t*: 時間、*i*: 涵養量、*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。

従って、涵養量の推定は、式(1)中の*i*をパラメータとした定常解析による地下水位を求め、実測水位との比較検討を通じて計算上の最適な*i*を求めることになる。

## 4. 涵養量の推定結果

解析上の地質構造モデルは図-2の地質構造に基づいて図-4のように決定した。図中の解析上の地表面は、計算水位が実際の地表面を超えた場合も計算が可能のように設定し、下部の不透水

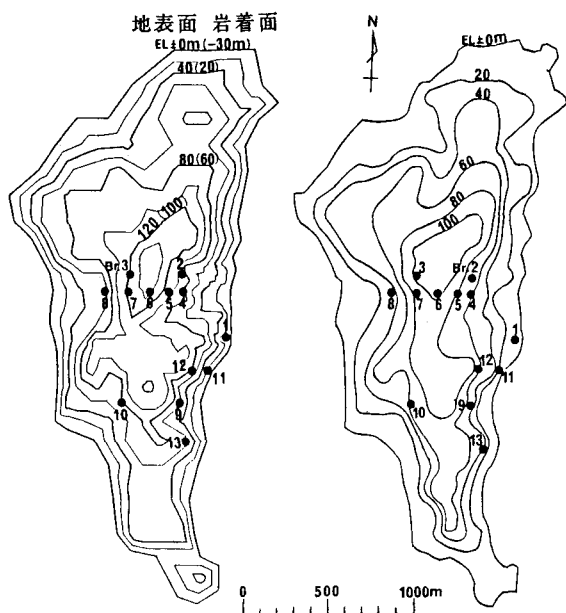


図-2 地質構造の概況 図-3 実測の地下水位平面分布

層はEL-200mと仮定した。岩盤と風化帯の飽和透水係数 $K_0$ 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 $K_0=4\times10^{-6}\text{cm/s}$ 、風化帯では $K_0=2\times10^{-5}\text{cm/s}$ と算定できた。これに対し、不飽和浸透特性には実測データがないため、図-5の関係を仮定した。このような条件下で $i$ をパラメータとした定常地下水位を求めるが、 $i$ は水収支の結果を参考にして、 $i=0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25\text{mm/day}$ の5ケースを対象とした。

解析と実測水位の比較は、孔内水位の実測値( $H_1\sim H_{13}$ )及び対応する計算水位( $H'_1\sim H'_{13}$ )を用いて、次式の標準偏差 $\sigma$ で行った。また実測水位の最も高いボーリングNo.6位置の水位 $H_6$ も判断資料とした。

$$\sigma=\sqrt{\frac{s}{N}} \quad , \quad s=\sum_{i=1}^N (H'_i-H_i)^2 \quad (N=13) \tag{2}$$

図-6に $i$ と $\sigma$ の関係及び $i$ と $H_6$ の関係を示す。同図によれば、 $i=1.0\text{mm/day}$ の条件下で $\sigma$ が最低値となると共に、 $H_6$ も $i=1.0\sim1.25\text{mm/day}$ の計算によって、実測値を再現できていると判断できる。また、図-7に $\sigma$ が小さい $i=0.75$ と $1.0\text{mm/day}$ の地下水位平面分布を示すが、 $i=1.0\text{mm/day}$ の結果は図-3の実測値とかなり合致した合理的な結果と見なせる。以上のような実測水位と計算値との比較を通じて、本島の地下水涵養量は $1.0\text{mm/day}$ と推定できる。この結果は、図-1に示した水収支計算による涵養量とも整合性がよく、合理的な値が得られたものと考えられる。

5. おわりに

本報では準三次元解析によって実測水位データに基づく涵養量を推定した結果、水文調査結果とも整合性のよい値が得られた。今後、実測水位のシミュレーション例を蓄積し、本涵養量推定法の適用性を確認していく予定である。

<参考文献>

- 1) 百田博宣他: 第25回水理講演会論文集, pp.391~397, 1981年2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.

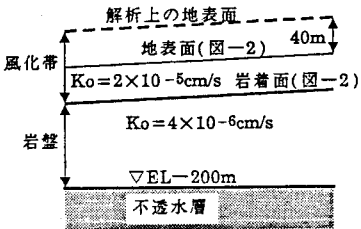


図-4 解析上の地質構造モデル

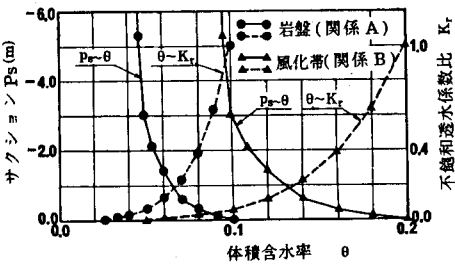


図-5 風化帯及び岩盤の不飽和の浸透特性

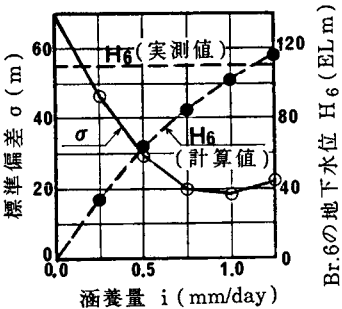


図-6 実測水位と計算水位の比較

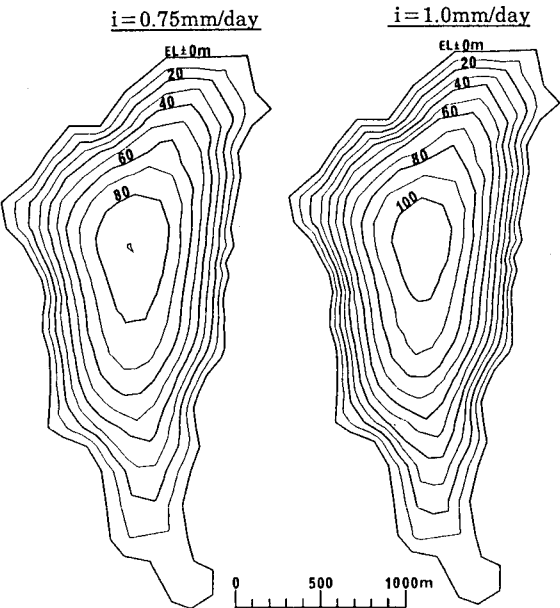


図-7 計算による地下水位平面分布水位