

琉球石灰岩が厚い島嶼を対象とした地下水開発の可能性に対する解析検討

清水建設 技術研究所 フェロー会員 ○百田 博宣

清水建設 技術研究所 正会員 西 琢郎

1. はじめに

沖縄県等の島嶼には、透水性の高い琉球石灰岩類が分布した地表水に恵まれない島嶼が多く、従来から水資源の確保が課題であったが、これらの地域の水資源開発に地下ダムが多くの実績をあげている。しかし、琉球石灰岩が厚い場合は、地下水は淡水レンズ状となり、地下ダムの適用も難しいのが実情である。

本研究では、琉球石灰岩が厚い島嶼の例として、調査データ等が多い多良間島¹⁾²⁾をとりあげ、琉球石灰岩の透水性と地下水開発可能性を解析検討することにする。

2. 解析手法と解析条件

多良間島はほぼ半径2.5kmの円形の扁平な島嶼であり、図-1に示す1/4領域の解析モデルを準3次元と3次元地下水FEM解析により検討する。気象条件としては、降水量は2,000mm/yearであり、蒸発散量はその50%と推定³⁾されるため、涵養量1,000mm/yearを解析の入力条件とする。

琉球石灰岩の透水性 K については、西部、北部、東部で 8.8×10^0 , 2.5×10^{-2} , 8.0×10^{-1} cm/s との報告例¹⁾や揚水試験による 3.0×10^{-2} cm/s との報告²⁾があり、 K は $1.0 \times 10^{-2} \sim 3.0 \times 10^0$ cm/s の範囲でパラメータとする。また、島尻層群は 1.0×10^{-6} cm/s に固定した。

解析検討は、琉球石灰岩の透水性・厚さと地下水位の関係把握と透水性評価を目的とした現況解析、水平集水孔の取水解析による地下水位と湧水量の把握、の2項目を行う。水平集水孔は長さ50mで、図-2のように立坑のEL-2mの高さに4孔設置され、立坑水位が水平集水孔に作用する条件である。表-1, 2に解析ケースを一覧で示すが、現況解析は準3次元, 3次元解析を用い、図-3の地下水位分布²⁾との対応性を検討する。また取水解析は、3次元解析で検討する。

表-1 現況の地下水解析ケース
(準3次元解析, 3次元解析)

ケース	琉球石灰岩	
	K (cm/s)	深度
1G	1×10^{-2}	EL-40m
2G	3×10^{-2}	EL-40m
3G	1×10^{-1}	EL-40m
4G	2×10^{-1}	EL-40m
5G	3×10^{-1}	EL-40m
6G	1×10^0	EL-40m
7G	3×10^0	EL-40m
3-2G	1×10^{-1}	EL-70m
3-3G	1×10^{-1}	EL-100m

表-2 取水時の地下水解析ケース
(3次元解析)

ケース	琉球石灰岩		立坑水位 ELm
	K (cm/s)	深度	
2P	3×10^{-2}	EL-40m	± 0.0 m
2-2P	3×10^{-2}	EL-40m	$+0.5$ m
2-3P	3×10^{-2}	EL-40m	$+2.0$ m
3P	1×10^{-1}	EL-40m	± 0.0 m
3-2P	1×10^{-1}	EL-40m	$+0.5$ m
3-3P	1×10^{-1}	EL-40m	$+1.0$ m
4P	2×10^{-1}	EL-40m	± 0.0 m
4-2P	2×10^{-1}	EL-40m	$+0.3$ m

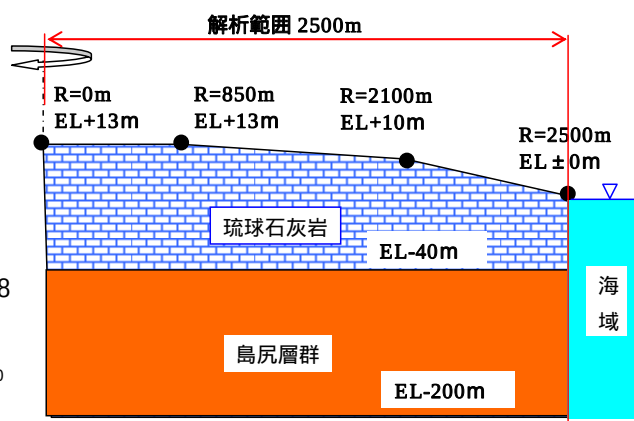


図-1 多良間島の地下水解析モデル

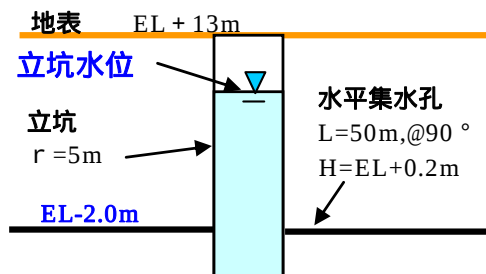
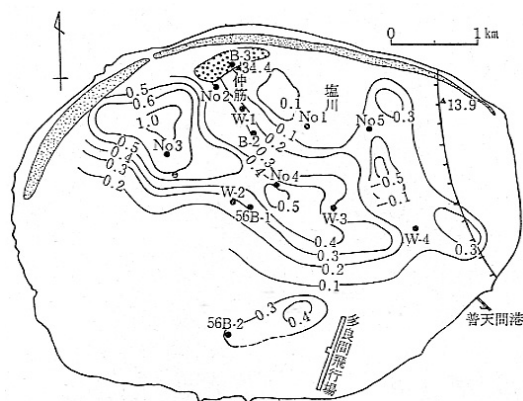


図-2 水平集水孔の配置構造

図-3 多良間島の地下水位平面分布²⁾

キーワード 琉球石灰岩 島尻層 地下ダム 集水孔 水資源

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株)技術研究所 地下技術グループ TEL 03-3820-8364

3. 解析結果と考察

準3次元と3次元解析による現況解析結果は完全に一致しており、代表的な結果として基盤岩深度がEL-40mのケース1G～7Gの島中央からの距離Rと地下水位Hの関係を図-4に示し、 $K=1.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ で基盤岩深度を変化させたケース3G～3-3Gの距離Rと地下水位Hの関係を図-5に示す。図-3によれば多良間島の最高地下水位はEL+1.0m程度で、大半が+0.4m以下であるから、基盤岩深度EL-40mで $K=1.0 \times 10^{-1}, 2.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ の条件の解析結果で現況を再現していると考ええる。また基盤岩深さが深くなると、地下水位は低くなることが把握できる。

取水解析結果として、 $K=1.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ 、立坑水位を変化させた条件で距離Rと地下水位Hの関係を図-6に示す。集水孔設置位置の地下水位が低下すること、立坑水位の上昇で地下水位の低下が小さくなることがわかる。また、立坑水位と水位低下量、集水孔1孔当りの取水量の関係を図-7,8にまとめている。立坑水位を高くすると、水位低下量、取水量は小さくなるが、水位低下量を制御した地下水開発が可能ながわかる。

今回は地下水解析で地下水開発の可能性を検討したが、開発対象が淡水レンズのため、地下水位低下量が大きい場合は淡水レンズ底面からの塩水浸入の可能性がある。立坑水位の制御で地下水塩水化を防止しながら、地下水開発を行う必要があり、今後は2相流解析による開発可能水量を検討する予定である。

参考文献

- 1) 長田実也他：, 日本地質学会, p.420, 1988.
- 2) 農業用地下水研究グループ：日本の地下水, pp.936～940, 1986.
- 3) 岸智他：, 応用地質, Vol.39, No.3, pp.298-305, 1998.

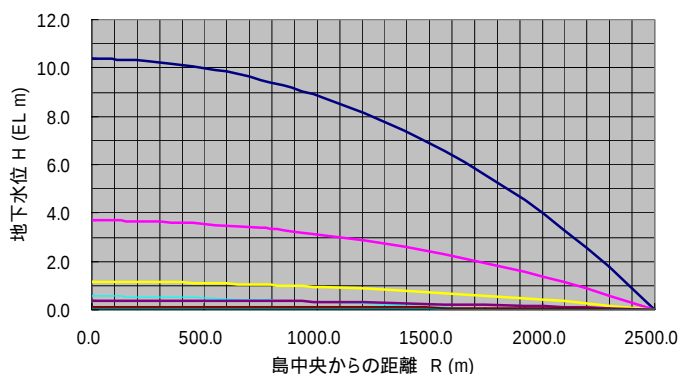


図-4(1) 距離と現況地下水位(準3次元, 3次元解析)

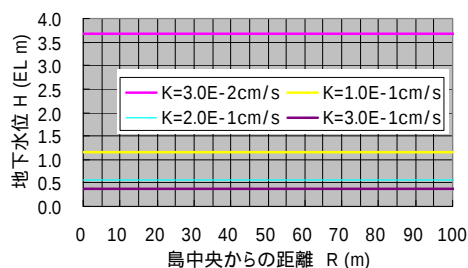


図-4(2) 距離と現況地下水位(準3次元, 3次元解析)

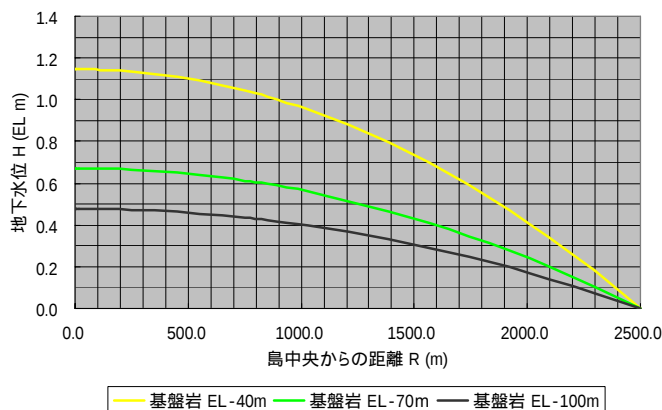


図-5 基盤岩深度と現況地下水位(準3次元, 3次元解析)

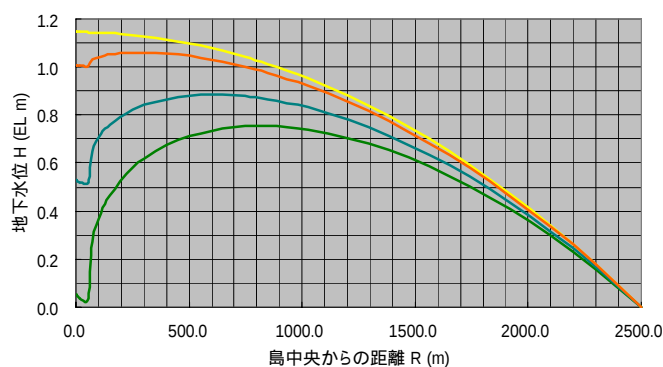


図-6 取水による地下水位の変動(3次元解析)

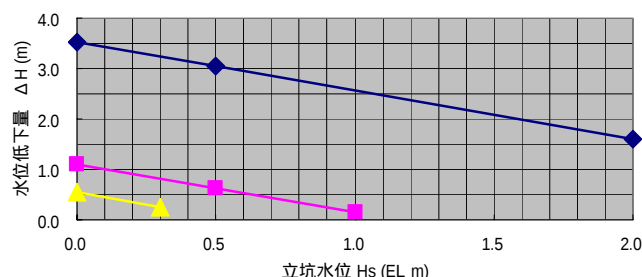


図-7 立坑水位と水位低下量の関係(3次元解析)

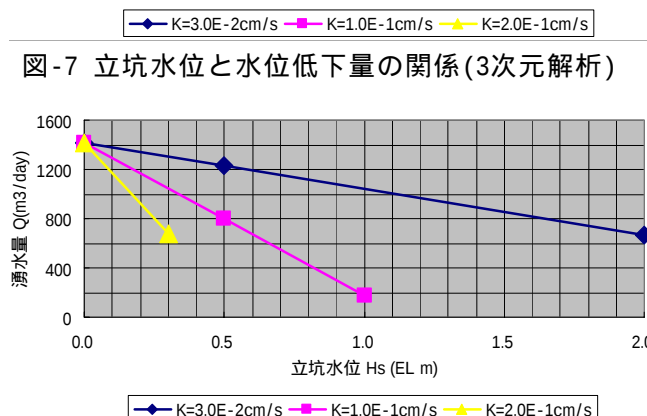


図-8 立坑水位と取水量(1孔当り)の関係(3次元解析)