

地下ダム対応型岩盤取水システムの取水性能の解析検討

清水建設 フェロー会員○百田 博宣, 清水建設 正会員 西 琢郎

1. はじめに

沖縄地域を中心に、地下ダムが多数建設されており、水資源の有効活用に大きく貢献している。これらの地下ダムの取水施設としては、当初、群井方式（管井）が用いられてきたが、近年、地すべり地帯で利用されてきた「集水井」が採用されつつある。そこで本研究では、モデル地盤を作成し、集水井の取水性能を解析すると共に、著者らが開発してきた「岩盤取水システム¹⁾」の取水性能を比較し、地下ダムの取水施設としての岩盤取水システムの適用性を論じる。

2. 解析モデル・解析条件

水収支域が幅900m、長さ3,000mで、基盤となる島尻層群（茶色）とその上部を琉球石灰岩（黄色）が覆う2層構造の水理地質構造モデルを、図-1に示す。同図には、地表面標高と基盤上面標高、および境界条件を示すと共に、集水井と岩盤取水システムおよび止水壁（厚さ50cm、天端EL+30m）の配置を示している。図のように、地表面は有効降雨を作用させる浸出境界、下流端の海域はEL±0mの水位指定境界、他の側面・底面境界は不透水境界とし、取水施設の集水孔は立坑水位を作用させる。また、水文条件と透水係数を表-1に纏めているが、水文条件は沖縄地域の平均的な条件であり、 $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$ 程度と考えられる琉球石灰岩については、比較的低い値を設定した²⁾。

解析手法は、飽和・不飽和3次元FEM解析の定常計算であり、以下の手順で解析する。

- ① 現況解析：取水施設建設前の解析を行い、水収支状況を把握。
- ② 取水解析：集水井、岩盤取水システムのそれぞれを設置した取水解析を実施。立坑水位はEL+30、+20、+7、+5mとする。

表-1 水文・水理定数

項目・単位		設定値
水文条件	降雨量 P (mm/年)	2,000.0
	蒸発散量 E (mm/年)	1,000.0
	有効降雨量 Pe (mm/年) (mm/日)	1,000.0 2.74
透水係数 K (cm/s)	琉球石灰岩	5.0E-03
	島尻層群	1.0E-06
	止水壁(厚さ50cm)	1.0E-06

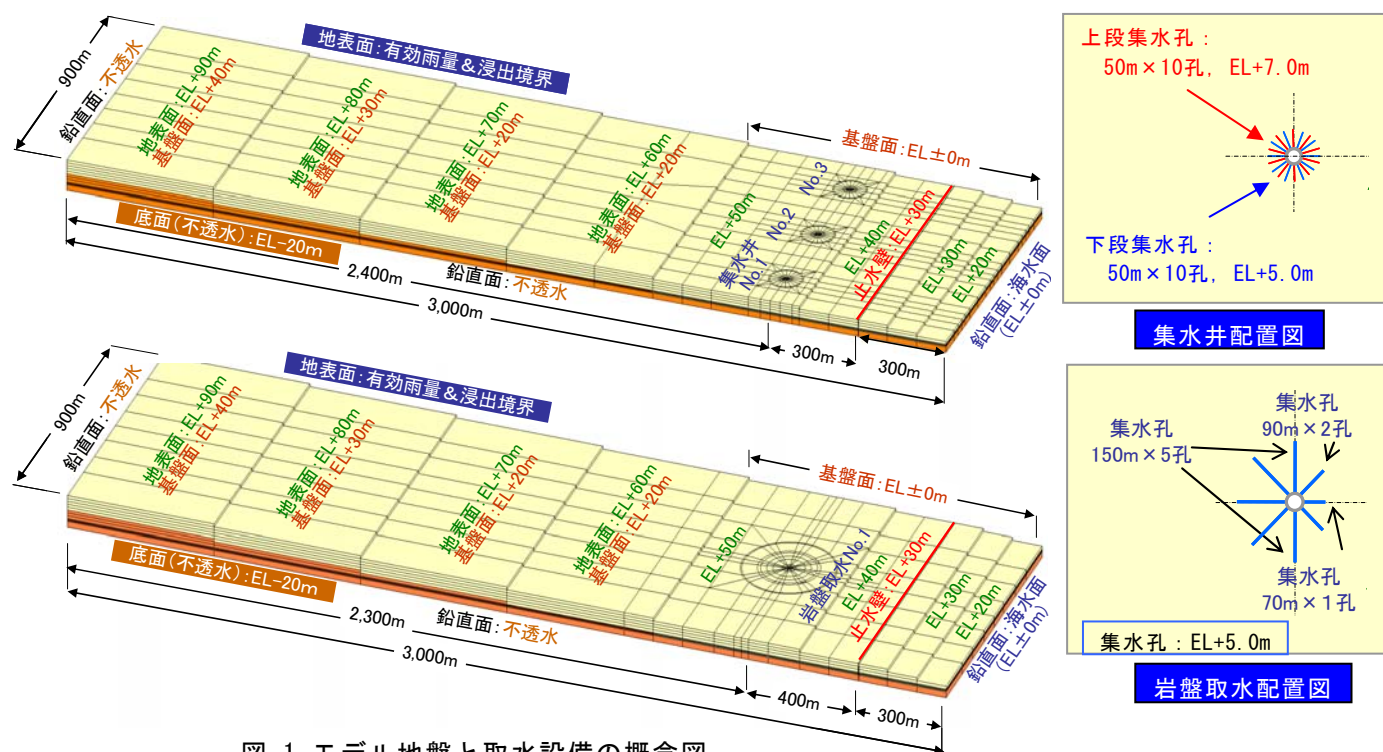


図-1 モデル地盤と取水設備の概念図

キーワード 地下ダム 取水施設 集水井 岩盤取水システム

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 安全安心技術C TEL 03-3820-8364

3. 解析結果および考察

現況解析結果として、止水壁有り・無しの2つのケースについて、ダム幅中央450m位置のダム軸法線に沿った地下水位算出結果を図-2に示す。両ケースとも2箇所にて地表流出箇所があり、止水壁有りは無しに比して、止水壁上流部の水位が若干高いが、止水壁の有無の影響は比較的小さい。しかし、表-2の水収支算出結果では、止水壁有りの表面流出率Rは無しの場合の1.5倍になっており、止水壁の影響を把握することができる。

表-2 現況解析による水収支算出結果

水収支項目	流域の範囲		
	流域全体	止水壁なし	止水壁あり
降雨量 $P \times$ 面積 A ($\text{m}^3/\text{日}$)	14,796.0	14,796.0	13,316.4
有効降雨量 $P_e \times$ 面積 A ($\text{m}^3/\text{日}$)	7,398.0	7,398.0	6,658.2
表面流出量 R ($\text{m}^3/\text{日}$)	704.6	1,059.3	1,059.3
表面流出率 $R/(P \times A)$ (%)	4.8	7.2	8.0

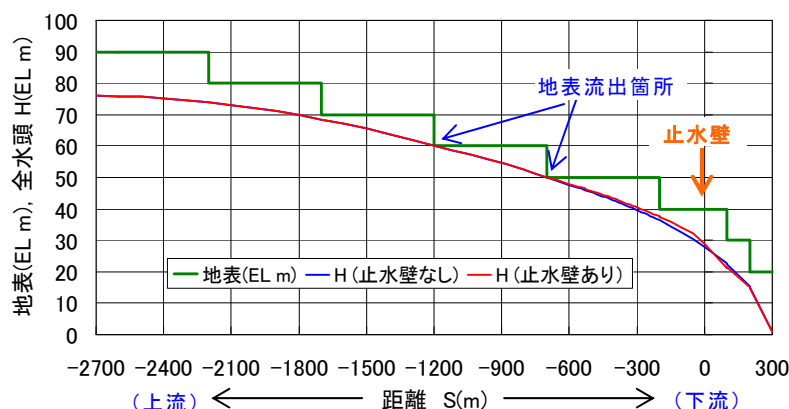


図-2 現況解析によるダム軸法線方向の地下水位算出結果

次に、取水解析結果として、立坑水位Hと取水量Qの関係を図-3に示す。Hを低くすると、Qが増大し、止水壁より上流部に作用する有効雨量をほぼ取水できることがわかる。また、集水井の集水孔全長は3,000m、岩盤取水システムの集水孔全長は1,000mと1/3であるが、岩盤取水システムは集水井3基と同等の取水性能をもつことが把握できる。いま、H=30mの条件に着目し、集水孔の設置深度EL+5m平面における全水頭分布を図-4に例示する。図のように、集水井は集水孔外周より内側は一様な水頭低下域で、外周に地下水が流入する水頭分布であるが、岩盤取水システムでは各集水孔に地下水が流入する水頭分布である。このため、集水井に比べて、岩盤取水システムは集水孔の単位長さ当たりの取水量が大きく、取水性能が向上したものと考えられる。

4. おわりに

本研究を通じて、地下ダムの取水施設として、岩盤取水システムの取水性能が極めて高いことが認められた。また、同システムは集水井に比べて基数が少なく、集水孔全長も短くなるため、初期コストおよび維持管理上も有利と推察できる。

今後、実地における地下ダム対応型岩盤取水システムの適用性を検討していくつもりである。

参考文献

- 1) 百田他：地下空間シンポ，第11巻，pp. 99-108，2006 ， 2) 石田他：農工研技報203，pp. 111-119，2005

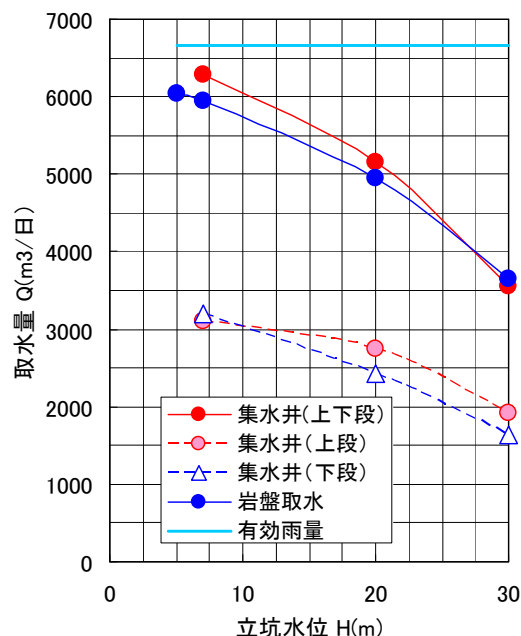


図-3 取水解析による取水量算出結果

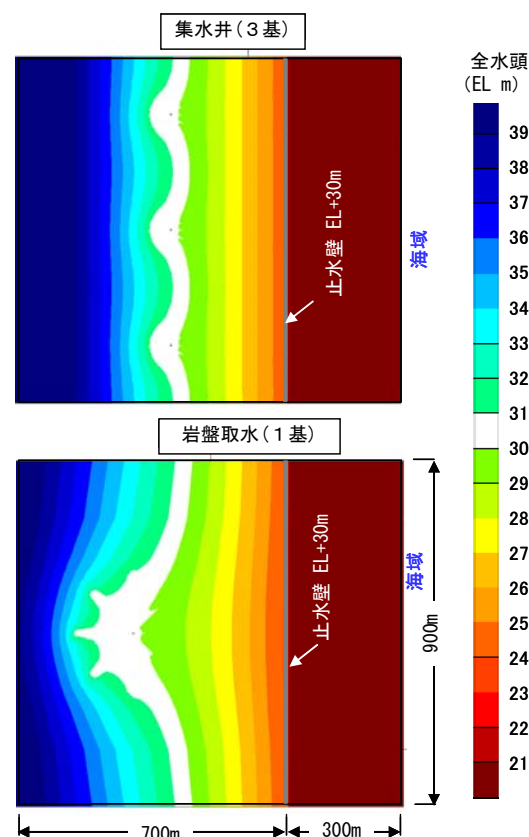


図-4取水解析によるEL+5m平面の取水施設近傍の全水頭分布(立坑水位H=30m)