

水資源としての地下水の有効利用に関する調査研究(その1) —島嶼における風力発電と組合せた地下水開発構想の概略検討—

清水建設 フェロー会員○百田 博宣
電源開発 宮田 智博

日鉱探開 正会員 廣岡 知
エンジニアリング振興協会 橋本 励

1. はじめに

地下水は河川水に次ぐ重要な水資源として、生活用水・工業用水・農業用水に広く利用されているが、これまで多くの地下水障害を引き起こしてきたことも事実である。そこで本研究では、環境との共生を念頭に、地下水の有効利用に関する調査研究として、河川水に恵まれない島嶼を対象に風力発電と組合せた地下水開発構想案を提案すると共に、モデル島嶼に対する概念検討結果を報告する。

2. 島嶼における風力発電と組み合わせた地下水開発構想の提案

本土から遠く離れた島嶼(以下、離島と称す)は、海底送水による水資源の確保が困難、地形地質的制約から河川水や浅層地下水資源が貧弱、海水淡水化は高コスト、など経済的な水資源開発が難しいのが実情である。また、離島には発電コストの高いディーゼル発電を行っている場合も多い。そこで、島嶼でも活用の可能性のある未利用な深層地下水(岩盤地下水)に着目し、揚水エネルギーとして風力発電を用いる地下水開発構想を提案する。風力発電と地下水開発を組合せる関係上、比較的大規模な構想概念であり、概念の一例を図-1に示す。

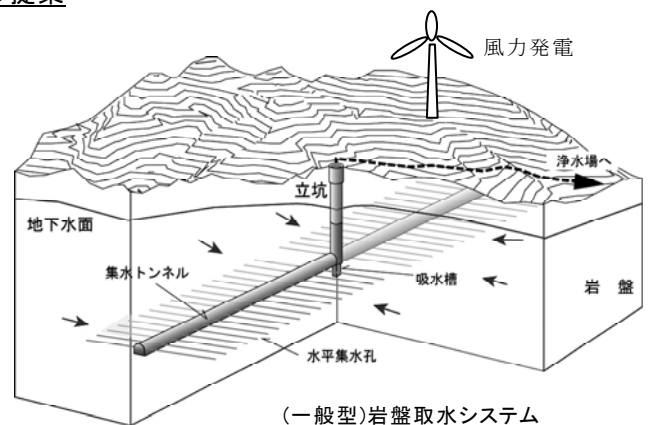


図-1 提案する構想の概念の一例

3. モデル島嶼を対象とした本開発構想の概略検討

本構想の適用性を把握するため、表-1のように、ディーゼル発電を行っている全国60余りの島嶼を対象にモデル島嶼を選定し、概念設計を行った。まず、モデル島嶼に対する施設規模を検討するため、既往の透水係数の研究成果¹⁾を参考に、火山岩の透水係数を $3 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ とし、目標開発水量は「生活用水の日平均使用量」 $\times$ 人口 $\times$ ($1/3 \sim 1/2$) $\div 2,000 \text{m}^3/\text{day}$ とした。また地下水開発施設は、比較的小規模で透水性も比較的高い条件下で経済性の高い「超長尺孔型新岩盤取水システム²⁾(以下、新岩盤取水システムと称す)」とした。

新岩盤取水システムの構造寸法と取水性能の関係については、既往の研究成果³⁾に基づいて決定した。既往の研究の新岩盤取水システムの概念図を図-2に示しているが、透水係数は $3 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 、地下水面を固定・立坑水位なしの条件で、3次元地下水解析で取水量(総湧水量)を求めている。パラメーターは水平集水孔の数 N ・長さ L 、鉛直集水孔の有無と長さ I および地下水面から水平集水孔の深さ H である。同研究の検討結果と経済性の観点から、図-3に示す鉛直集水孔なしで $N=8$ における L 、 H と総湧水量の関係から $H=60\text{m}$ 、 $L=200\text{m}$ の構造寸法を設定した。この場合、総湧水量 $3,280 \text{m}^3/\text{day}$ となるが、実際は取水に応じて地下水位は低下するため、設計湧水量 $2,000 \text{m}^3/\text{day}$ に対し、安全率を1.6程度とした結果である。次に、現状地下水位(GL-10mと仮定)と損失水頭を考慮した全揚程80mに対する揚水設備を検討し、風力発電設備を検討した。揚水設備は水中ポンプ3台(予備1台、2台で $3,280 \text{m}^3/\text{day}$ を賄う)であり、定格出力は26KW/台となった。したがって、発電規模は $26 \times 2 \div 0.8$ (効率) $\div 0.85$ (力率) $\div 76 \text{KW}$ であるが、風力発電の場合は設備稼働率(モデル島嶼では25%程度)を考慮すると、必要な風力発電設備は最終的に $76 \text{KW} / 0.25 \div 300 \text{KW}$ となった。また、発電の平準化や落雷等の危険分散を考慮して、規格品である出力100KWの風力発電設備を3台設けるものとした。

モデル島嶼における前述の新岩盤取水システムの位置は図-4の通りであり、地質は第三紀玄武岩・流紋岩
キーワード 水資源 地下水 岩盤取水システム 風力発電 島嶼

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

で、対象水収支域（約5.3Km²）の低標高部に位置する。風力発電設備の位置は明示していないが、新岩盤取水システムの北東の高標高部を想定しており、概念設計結果全体を模式的に図-5に示す。風力発電設備は出力変動が生じるため、ポンプ所には蓄電設備を設置している。現時点では、蓄電設備は実用域まで到達していないが、新型電力貯蔵電池の研究が精力的に行われていることから、将来的に十分対応可能と考えた。

4. おわりに

本調査研究は、(財)エンジニアリング振興協会の地下利用推進部会の第三部会・水資源WGで行ったもので、競輪の補助金を受けて実施した。概要報告ではあるが、地下水の有効利用に対する構想は示したものと考える。

参考文献

- 1) 竹中他：地下空間シンポ，第4巻，pp. 95-104，1999，
- 2) 百田他：地下空間シンポ，第11巻，pp. 99-108，2006，
- 3) 西他：土木学会第60回年講，pp. 59-60，2005

表-1 ディーゼル発電で行っている全国60余りの島嶼からのモデル島嶼の選定

モデル島嶼の絞り込み条件		結果概要	選定したモデル島嶼
岩盤地下水開発への適用性	高透水性岩盤	石灰岩・火山岩類の島嶼が有力	第三紀火山岩類
	比較的広い涵養域	山地状の島嶼が有力	山地状，面積比較的大
風力発電への適用性（年平均風速が6m/s以上）		全島嶼ともほぼ満足	4～7m/s
構想への適用性		人口10,000人以上	比較的小数：12島
			15,000人以上

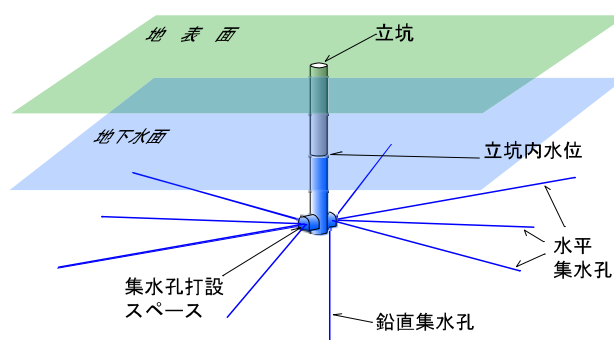


図-2 超長尺孔型新岩盤取水システム概念図

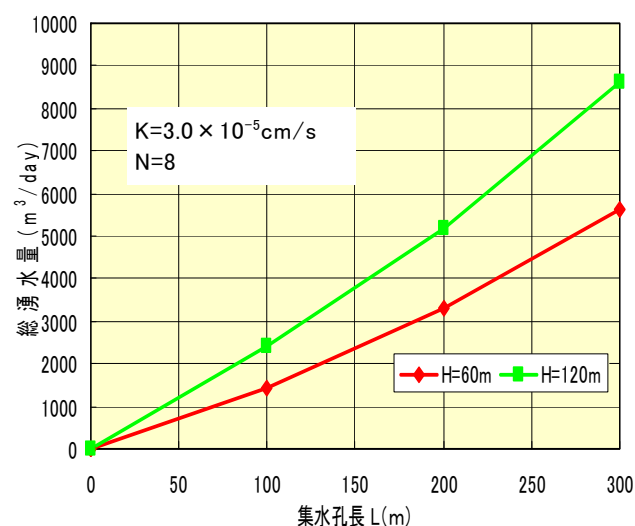


図-3 集水孔孔長と湧水量の関係

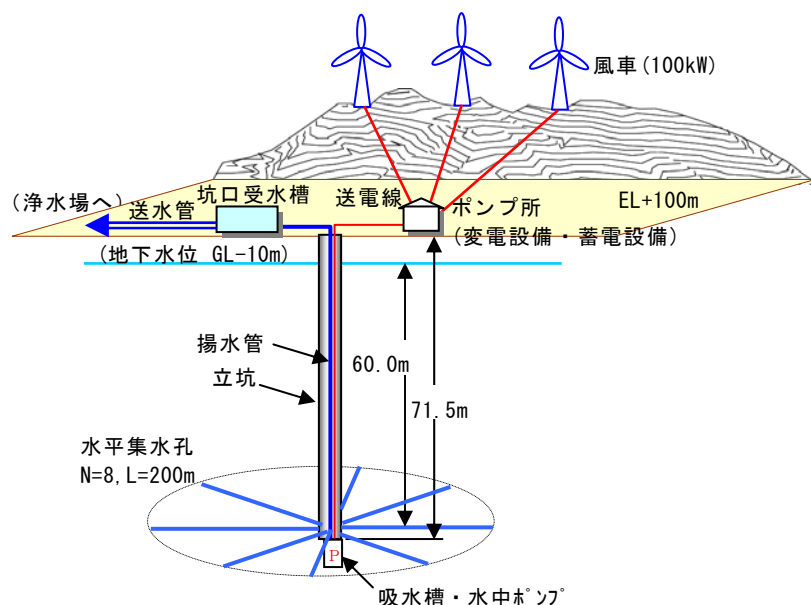


図-5 モデル島嶼における風力発電と組合せた新岩盤取水システムの概念設計結果

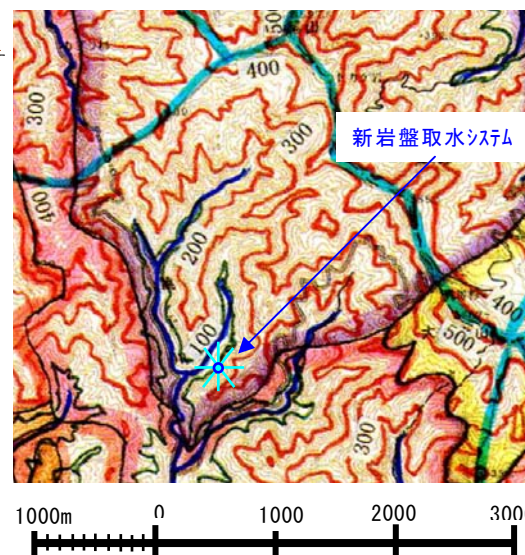


図-4 新岩盤取水システムのレイアウト