

護岸近接工事における地下水対策について

正會員 計本 和仁

正會員 堀之内 義夫

1. はじめに

筆者らは現在発電所建設工事において、海水取水用の着水槽を既設護岸に近接して構築中である。特に掘削に際しては護岸直近であること、さらに、掘削底面以深に粘土層が存在していることから、既設護岸側からの海水の影響や盤ぶくれが懸念された。

本論文では、今回実施した海水の影響および盤ぶくれ対策について揚水試験を中心に報告する。

2. 工事概要

図-1 および図-2 に今回対象となる着水槽の平面図および縦断面図を示す。着水槽は幅 12m、長さ 36m および深さ 11.6m であり、掘削深さは現地盤より約 11m となっている。掘削は深さ 4.5m まで盤下げした後、鋼矢板による山留工法を採用した。事前の土質調査では AP-10m 付近に厚さ 1.5～2.0m の洪積粘土層があり、下位の水頭が AP+1.9m であったため、山留壁内の掘削工事において盤ぶくれが懸念された。また着水槽は護岸に近いと海水による地下水の供給も予想された。地下水対策として上層はウェルポイントによる地下水位低下工法を、また下層の被圧水による盤ぶくれに対しては、ディープウェル工法による減圧工法で対処することとした。

施工に先立ち、揚水計画に必要な帯水層の透水係数および海水の影響等を把握するための揚水試験を実施した。

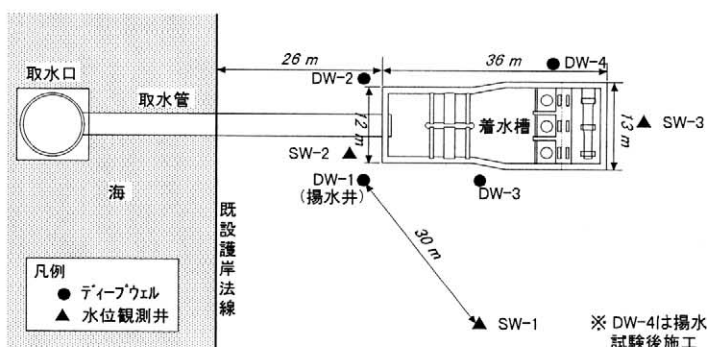


图-1 着水槽平面图

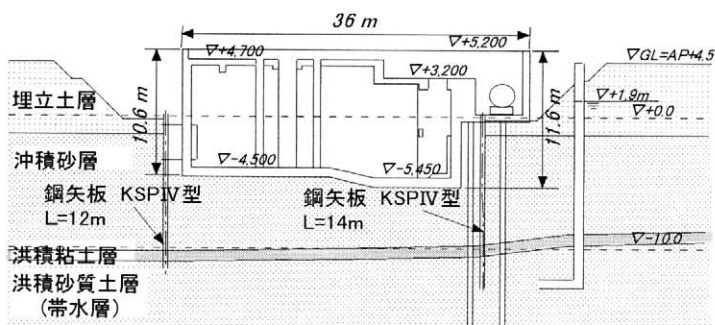


図-2 着水槽縦断面図

3. 現場揚水試驗結果

現場揚水試験は、揚水井を DW-1、観測井を DW-2 および 3、SW-1,2 および 3 とし、以下の順で実施した。尚、DW-1,2 および 3 については施工時のディープウェルとして利用した。現場揚水試験の実施位置を図-1 に示す。

- ①予備揚水試験：揚水井・観測井の機能確認および揚水ポンプ[※]の能力確認を行う。
- ②段階揚水試験：揚水井の限界揚水量(適正揚水量)を求め、連続揚水試験における揚水量を決定する。
- ③連続揚水試験～回復試験

段階揚水試験によって求められた限界揚水量で 47 時間連続揚水を実施し、各観測井の水
位変化を所定の測定時刻で計測する。回復試験は、連続揚水停止直後から 24 時間の計測
を実施する。

図-3 に段階揚水試験における揚水量と水位低下量を示す．この直線の変曲点から限界揚水量 $Q=0.125 \text{ m}^3/\text{mi}$ m^3/min が求められる．この限界揚水量で連続揚水試験を実施した結果，揚水開始から 200 分後に水位降下が定常状態になり，連続揚水停止後 24 時間後には低下水位の約 50% が全体に回復した．表-1 に連続試験結果

キーワード：揚水試験，透水係数，被圧水，デュープウェル，盤ぶくれ

連絡先：住所〒260-0835 千葉市中央区川崎町1番地・電話 043-262-2401・FAX043-262-2076

より得られた透水係数を示す。揚水試験結果より非定常状態での透水係数にはばらつきがあることから、定常状態での Thiem 法により帯水砂層の透水係数 $k=1.93 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ が得られた。図-4 に Thiem の平衡式による解析法で得られた水位低下量と揚水井からの距離の関係を示す。海水の影響については、潮位変化 110cm に伴う被圧水の変動は最大で $\pm 18 \text{cm}$ であり、Thiem の解析法で、護岸側の観測井(SW-2)の水位低下量が他の観測井と同一直線上にあることから海水の供給はないと判断した。また、上部沖積砂層の自由地下水位を別孔で実測したが、揚水期間中に変化は見られず、上部からの漏水補給もないとした。検討結果よりディープウェルの本数は 4 本(GL±0 より深さ 29m)となり、図-1 に示す DW-1～4 の 4 ヶ所で施工を開始した。

表-1 観測井別透水係数と貯留係数

	計測点	透 水 係 数 (k) (cm/sec)		
		Theis	Jacob	回 復
非定常	SW-1	1.21×10^{-4}	2.76×10^{-3}	2.98×10^{-3}
	SW-2	4.71×10^{-4}	9.43×10^{-4}	3.12×10^{-3}
	SW-3	3.27×10^{-4}	4.95×10^{-3}	7.50×10^{-4}
	DW-2	1.12×10^{-2}	1.85×10^{-3}	1.73×10^{-3}
	DW-3	7.22×10^{-3}	1.73×10^{-3}	1.58×10^{-3}
定 常	Thiem	1.93×10^{-3}		

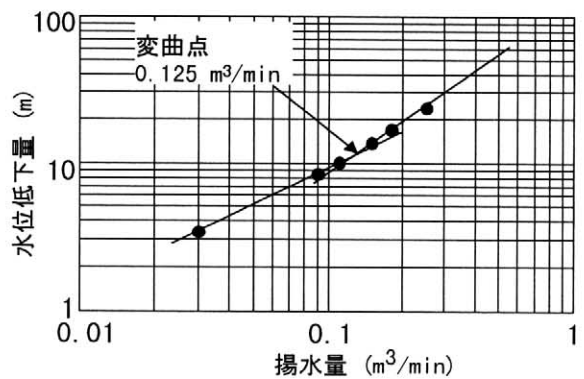


図-3 水位低下量と揚水量

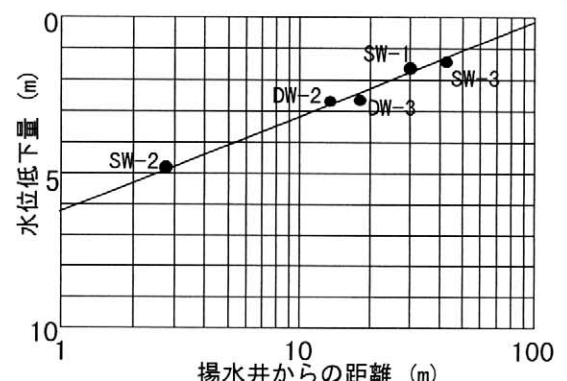


図-4 水位低下量と揚水井からの距離

図-5 は掘削完了時の水位計測結果、事前検討および揚水試験から推定した水位低下曲線をそれぞれ表したものである。被圧水位が盤ぶくれが生じないための安全低下水位レベル(AP-5.15m)以下となるよう揚水量を調整しており、掘削底盤で盤ぶくれのないことが確認されている。水位低下による周辺設備に対する影響についても傾斜計・レベル測定により変位・沈下とも数 mm 以内で特に問題のないことを確認している。水位低下曲線は水位計測結果と揚水試験結果から推定したものとほぼ同じであるが、実際の総揚水量は、周辺の影響を最小限にするため低下水位にあわせ揚水量を調整したことから、揚水試験結果から得られたディープウェルの総揚水量 $0.69 \text{m}^3/\text{min}$ に対し、72%となる $0.50 \text{m}^3/\text{min}$ となっている。

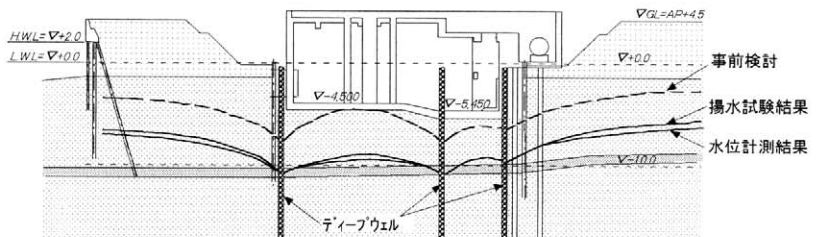


図-5 水位低下曲線図 (推定)

今回の揚水試験結果より定常状態での被圧帯水層の透水係数 $k=1.93 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ が得られ、海水の影響も無いことが確認できた。このことからディープウェルの本数を事前検討段階での 6 本から 4 本に削減することができた。また、施工開始から掘削完了までの間、盤ぶくれおよび周辺設備に対する影響が無いことも確認された。揚水試験結果から土質のばらつきを考慮し設定した総揚水量に対し、実際は 72%と安全側となっており、土質のばらつきや工事の重要性から判断すると妥当であったと言える。しかし、今後はこれらのデータを蓄積し、推定揚水量を実際の揚水量に近い精度の高いものとして、将来の揚水工事に役立てていきたい。

4. まとめ

今回の揚水試験結果より定常状態での被圧帯水層の透水係数 $k=1.93 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ が得られ、海水の影響も無いことが確認できた。このことからディープウェルの本数を事前検討段階での 6 本から 4 本に削減することができた。また、施工開始から掘削完了までの間、盤ぶくれおよび周辺設備に対する影響が無いことも確認された。揚水試験結果から土質のばらつきを考慮し設定した総揚水量に対し、実際は 72%と安全側となっており、土質のばらつきや工事の重要性から判断すると妥当であったと言える。しかし、今後はこれらのデータを蓄積し、推定揚水量を実際の揚水量に近い精度の高いものとして、将来の揚水工事に役立てていきたい。

今後の工事においても引き続き揚水量、沈下計測および地盤変位等の計測管理を行いながら工事を安全に進めていく予定である。