

沿岸地域における地下水圧力の観測と解析

幌延地圏環境研究所 若浜洋・平井祐次郎・石島洋二

1. はじめに

幌延地圏環境研究所では、サロベツ湿原を含む幌延町の地下水環境を明らかにする目的で地下水調査を進めている。湿原西側の日本海沿岸地域における塩淡水境界や地下水圧力の状況を把握する目的から、幌延町浜里地区(図1)において深度100mのボーリング調査をおこなった。ボーリングは、掘削地点の地質を明らかにするとともに、地化学的な不攪乱コアを採取し、コア間隙水の抽出および水質分析により、水質の鉛直分布を明らかにすることをねらい無水オールコア掘削とした。また、掘削後に孔を上・中・下部の3区間に遮蔽し、多層地下水圧力観測および多層採水が実施できる孔仕上げとした。本論では、このボーリング孔を使った多層地下水圧力観測の結果と、その予備的な解析結果につき述べる。

2. ボーリング工法

掘削地点の地質は、既往資料などから、第四紀の沖積層～洪積層が厚く堆積し、未固結砂および砂礫が分布すると予想された。通常の送水ロータリー式掘削では、試料採取が困難とみられ、かつ掘削水により試料が地化学的に擾乱されることが考えられた。このため、ボーリング掘削およびボーリングコア採取は、主として無水・高周波パイプロ・低速回転、コアバック装着・ワイヤーライン方式(環境調査用;エコプローブ)により実施した。

3. 孔内地質および電気伝導率測定

図2にボーリング柱状図を示す。地表～孔底(深度100m)までの地質は、第四系の未固結軟弱地盤に属し、水理地質構造からは、おおまかに上部、中部および下部の3つのゾーンに区分できる。上部の深度0m～34mでは、未固結の砂、砂礫が卓越する。中部の深度34m～73mでは、シルト～粘土、砂/シルトの互層が分布し、下部の深度73m～100mでは、砂礫ないしは礫混じりの砂から構成される。

電気伝導率は、コアパレル採揚毎に、孔底までプローブを降下して測定した結果である。深度30m付近までは、 $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ オーダーの電気伝導率を示す。深度30m～75mには、相対的に電気伝導率の高い区間が分布する。特に深度37m付近では、 $2000 \mu\text{S}/\text{cm}$ の値を示すが、海水の電気伝導度の $1/20$ 程度であり、現海水の浸入とは見られない。深度75m以深では、再び $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ オーダーとなり、サロベツ湿原東部の自噴地下水と同オーダーの値を示す。以上の結果に基づき、多層地下水圧力観測および多層採水の区間数を3とし、ボーリングコアの観察結果に基づいて遮蔽深度を決定した。

4. 区間遮水

孔内地質から、通常のインフレーションパッカーによる区間遮水は困難である。したがって、新たな試みとして掘削後の裸孔に水圧観測用および区間採水用のナイロンチューブ束(採水用3本:内径4mm、間隙水圧測定用3本:内径8mm)を挿入し、孔内充填材、遮蔽材により区間遮水を

おこなった。孔内充填材には、0号珪砂および4号珪砂を、区間遮蔽には、膨潤時間60分タイプのベントナイトペレットを使用した。施工完了後、水圧観測用チューブ内を比重1.00の清水で置換した。

5. 地下水圧力観測システムの設置

観測システムの概要を図3に示す。区間水圧はチューブ内水柱高さとして観測される。水柱高さの計測は、各区間に対応する内径8mmの水圧測定チューブ内に、直径6mmのマイクロ圧力センサーを挿入しておこなった。各センサーには、プログラム制御型のデータロガーにより電圧を印加し、センサー出力値を10分毎にメモリーに収録した。観測井には既設の商用電源がなく、システムの電源にはソーラパネル付きの12VDCバッテリーを使用した。

6. 観測結果および考察

施工直後には、各区間のチューブ内水位は一致していたが、時間の経過にともない区間による差異が発現した。図4に各区間の地下水圧力グラフを示す。同図には、現地気圧測定結果および潮汐力計算結果(直接法)を併せて示した。3区間のうち、深度68m～100mに対応する下部区間で最も地下水水頭が高く、34m以浅の上部区間がもっとも小さい。

上部区間では、潮汐の影響が認められない。気圧の影響も受けてはいるものの、現時点のデータ長では明瞭な関係は見出せない。

中部区間では潮汐の影響は認められないが、気圧の影響が明瞭である。気圧効率は、おおむね1hPaあたり $0.01\text{mH}_2\text{O}$ 程度を示すが、その応答には周波数依存性があり、地盤の粘弾性を反映すると考えられるヒステリシス特性が認められる。

下部区間では、スペクトル計算結果(図5)も示すように、気圧および海洋潮汐の影響が明瞭である。潮汐応答は $0.1\text{mH}_2\text{O}$ 程度の振幅となるが、潮位荷重の影響があり、そのモデル化には十分な検討を要する。

7. おわりに

今後さらに観測を継続し、長周期トレンドをはじめ、降雨、融雪による涵養、潮位、気圧や積雪に対する荷重応答などを明らかにし、地盤のポロ弾性係数や水理パラメータを評価をおこない、沿岸域における地下水モデルの構築に資する考えである。

(参考文献)

Helmut Wilhelm『Tidal Phenomena(Lecture Notes in Earth Sciences 66)』Springer-Verlag(1997)

