

地下水位の潮汐応答分析による 地下ダムの機能監視手法

SATテクノロジー・ショーケース2023

はじめに

沖縄などの南西諸島には、透水性の地層が広く分布していて河川ができず、水資源を地下水に頼る地域があります。地質構造などの条件が適した地域では、帯水層中に地下水の流れを遮るコンクリートなどの壁(地下止水壁)を造って地下水資源を増やす「地下ダム」が建設され、その貯留水は貴重な農業用水源として利用されています。沿岸域の海に接する帯水層に造られた止水壁は、海水が内陸の帯水層に浸入するのを防いで地下水資源を塩水化から守っています。大地震などがあると止水壁に亀裂や穴が出来てその止水機能が損なわれ、地下水が塩水化する可能性があります。このため止水機能を点検・監視する方法が必要となりますが、地下ダムの止水壁は地下にあるため直接見たり触れたりして状態を知ることはできません。

海に接する帯水層では、約25時間に2回の満潮と干潮がある潮位の周期変化が内陸に向かって伝播し、地下水位も周期的に振動します(地下水位の潮汐応答)。帯水層の透水性が低いほど、伝播に伴って振動が大きく減衰し大きく遅れます。この関係を利用して海岸から距離が異なる2地点の地下水位の潮汐応答の分析により帯水層の透水性を推定する方法は、潮汐応答法と呼ばれます。

本研究では、潮汐応答法を地下ダムに応用し、地下止水壁を挟む2地点の地下水位観測データの潮汐応答の分析により地下ダムの止水機能を監視する手法を開発しています。

開発手法の内容・手順

1. 自記計による地下水位の連続観測

止水壁を挟む海側と内陸側の2地点の地下水観測孔に自記水位計を設置して、地下水位の時間変化の連続観測データを取得します。周期半日程度の潮汐応答を精度よく分析するため、水位記録の間隔は1時間以下とします(1時間、30分、10分など)。

2. フーリエ解析による地下水位の潮汐応答分析

2地点の水位観測データにそれぞれフーリエ解析を適用して12.4時間周期などの主要潮汐振動(正弦振動)の振幅と位相を計算し、2地点間の振幅比(減衰)と位相差(遅れ)を算出します。フーリエ解析による振幅・位相計算の誤差要因を減らすため、あらかじめ重み付き移動平均などによりトレンド成分を除去しておきます。

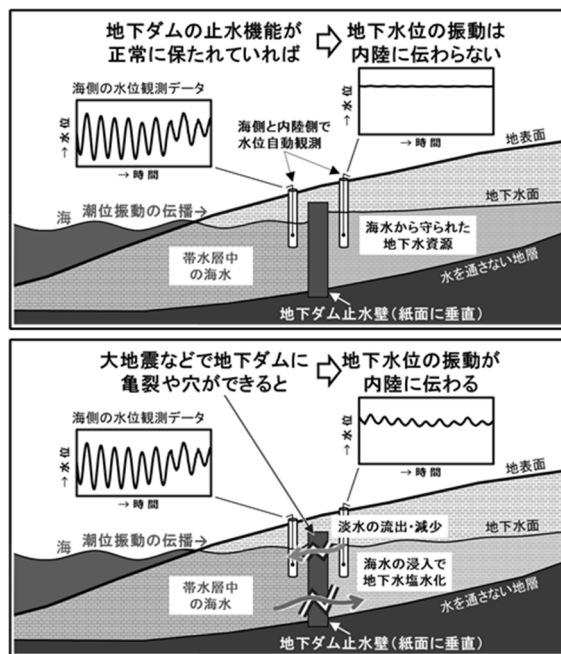
3. 水位振動伝播の式による止水壁の透水係数の計算

振幅比・位相差と2地点間の透水係数の関係を表す式

を利用して、止水壁の透水係数を計算します。なお利用する式はもともと均質な帯水層を前提としたものであるため、算出される透水係数は見かけのものです。

4. 機能が正常な止水壁との結果の比較による評価

止水機能が正常に維持されている時の止水壁と算出される振幅比、位相差、透水係数を比較して、①海側に対する内陸側の振幅の比が明らかに大きい、②海側に対する内陸側の振動の遅れが明らかに小さい、③算出される見かけ透水係数が明らかに大きい、などの異常があれば、止水機能が損なわれている可能性が示唆されます。



関連情報等

本研究は、生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」(JPJ007097)の支援を受けて行っています。本手法の利用を容易にする地下水位観測機器として、同事業の支援を受けて坂田電機(株)が内径50mmの地下水観測孔内に収納できて地上部に設置スペースが不要な超小型ワイヤレス地下水位計を開発中です。

地下の壁を挟んで設置した観測機器で得られたデータを用いて水の流れに関わる壁の性質を推定することは、農研機構が特許を取得しています(特許6368014号)。

■キーワード: (1) 地下止水壁
(2) 遮水機能
(3) 潮汐応答法

■共同研究者: 中里 裕臣、土原 健雄、
吉本 周平、福元 雄也
(農研機構 農村工学研究部門)

代表発表者 白旗 克志(しらはた かつし)
所 属 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合
研究機構 農村工学研究部門
問合せ先 〒305-8517 茨城県つくば市観音台 3-1-1
TEL: 029-838-6958
E-mail: www@naro.affrc.go.jp
農研機構 広報部広報戦略室
<https://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>