

地下水位の潮汐応答分析による地下ダム止水壁機能評価法の開発

A method for evaluating the underground impermeable wall of subsurface dam using tidal response of groundwater levels

○白旗克志*, 吉本周平*, 土原健雄*, 中里裕臣*, 石田 聡*

○SHIRAHATA Katsushi, YOSHIMOTO Shuhei, TSUCHIHARA Takeo, NAKAZATO Hiroomi, ISHIDA Satoshi

1. はじめに

南西諸島の多くの地域では透水性の地層が広く分布し、農業用水源を地下水に求めざるを得ない。一部地域では塩水浸入阻止型地下ダムが建設され、管理者は建設時に貯留域に残留した塩水塊の分布を年数回の一斉測定により継続的に監視し地下ダムの止水機能を確認しながら農業用水源として運用している。本報告では、地下水位の潮汐応答分析による帯水層の水理定数推定手法を応用した、塩水浸入阻止型地下ダムの止水壁の機能評価手法の開発について紹介する。

2. 観測方法・分析方法

対象とする塩水浸入阻止型地下ダムには、止水壁を挟むように海側と内陸側に対になって設置された地下水観測孔がある。図1に、本報告で用いる観測孔の位置を示す。4地点のうちE/F地点は、相対的に右岸寄りにありダム軸の海側のE地点、内陸側（貯留域側）のF地点が対になっている（E～F距離：4.2m）。左岸寄りのG/H地点は、海側のG地点と内陸側のH地点の対である（G～H距離：3.9m）。開発しようとする止水壁の機能評価法はその原理上、貯留域の水位が止水壁天端（標高：+4m）より高く越流していると適用が難しいと想定されるため、対象観測地点は、既往研究結果等を参照して貯留域側水位が比較的低いことが見込まれる地点とした。また既存資料によるとG/H地点付近では、海岸の湧水を維持するための横ボーリング孔が止水壁を貫いており、地震等により止水壁が損傷した状態を模擬するデータが得られることを期待した。各地点に自記計を設置し地下水位を30分間隔で観測した。自記水位計の水位分解能は1mmである。

得られた地下水位データにみられる水位変動の要因を考察するとともに、主要潮汐振動の周波数を考慮したフーリエ解析によって潮汐振動成分の振幅と初期位相を計算した。止水壁を挟む2地点間のその結果から潮汐成分の減衰と遅れを計算し、さらに水位の正弦振動の内陸へ向かう伝播の理論式により2地点間の見かけ水理定数を算出した。これら結果を、E/F地点とG/H地点とで比較した。

3. 結果と考察

図2に観測結果を示す。4地点のうちダム軸より海側の2地点E、Gの地下水位の変動状況は類似しており、ともに潮位変動の帯水層

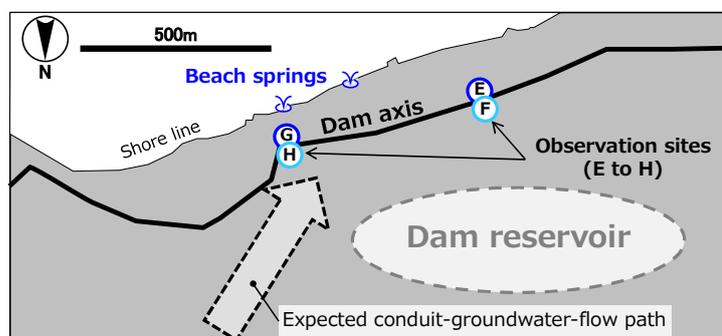


図1 観測地点位置図

Fig. 1 Locations of observation sites

* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：塩水浸入阻止型地下ダム、機能評価、地下水位、潮汐応答

への伝播によると考えられる概ね 1 日 2 回の上下振動（潮汐応答）が恒常的に認められる。右岸寄りの内陸側の F 地点の水位は、図の観測期間中は概ね標高 3.3m~4.4m で推移し、本研究での分析に適する止水壁天端より低い状態が 2021 年 3 月 17 日から 6 月 6 日まで 80 日以上続いた。左岸寄りの内陸側の H 地点では、水位は標高 2.4m~3.8m で越流することは無かった。

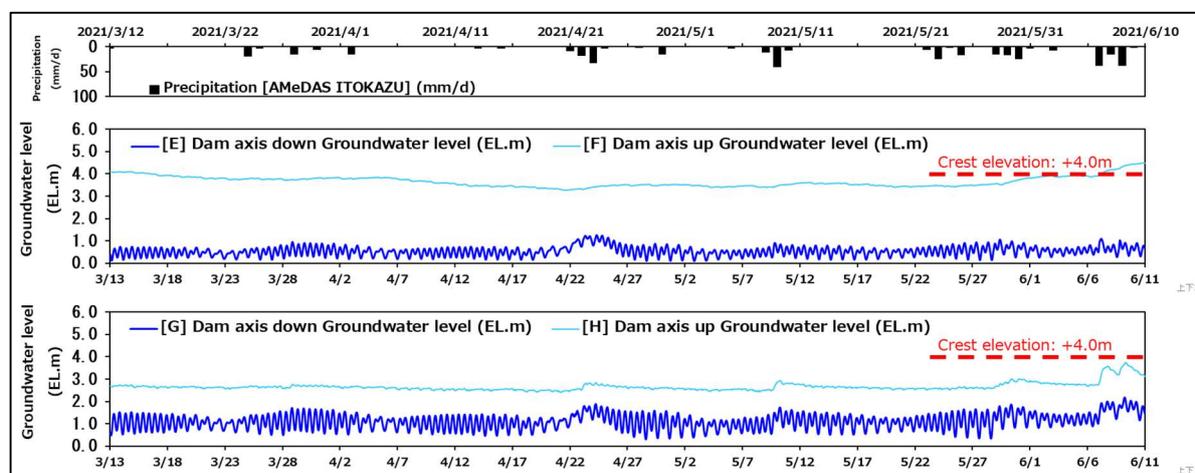


図2 ダム軸近傍の4地点の地下水位観測結果

Fig. 2 Groundwater-level observation data collected from four sites near the subsurface-dam axis

右岸寄りの内陸側の F 地点の水位変動を詳しくみると、毎日ほぼ同時刻に下降し始める鋸歯状変化を含んでおり（白旗ら，2019），揚水機場のポンプの間断運転の影響と考えられる。左岸寄り内陸側の H 地点では、鋸歯状変化以外に潮汐応答と考えられる変動も認められた。

各地点の水位データから作った振幅スペクトルでは、海側の E, G 地点でともに主要潮汐の周波数の振動成分が確認された。右岸寄り内陸側の F 地点の振幅スペクトルでは、鋸歯状水位変動を反映したと考えられる 24 時間周期とその整数分の 1 周期に対応する周波数にピークが認められ、潮汐に特徴的な周波数の成分は認められなかった。一方左岸寄りで横ボーリング孔が貫く止水壁の内陸側にある H 地点のスペクトルでは、24 時間周期とその整数分の 1 周期に対応するピークに加え、潮汐特有の約 12.4 時間周期の振動成分が認められた。

止水壁を挟む地点間の潮汐振動の減衰・遅れから、止水壁の海側石灰岩-止水壁部分-貯留域側石灰岩それぞれに均質帯水層の理論式を適用することで算出される止水壁の見かけ透水係数は、通常止水壁を挟む E/F 地点に対して $10^{-10} \sim 10^{-9} \text{ m/s}$ オーダー、横ボーリング孔がある止水壁を挟む G/H 地点に対して $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m/s}$ オーダーであった。横ボーリング孔の有無の違いで算出される透水係数に 1 オーダー以上の差がみられたことは、ここで用いた手法が、止水壁の止水機能の評価あるいは地震等により止水壁が損傷して高透水部が生じるなどの異常の検出に用いられる可能性を示唆している。

4. おわりに

塩水浸入阻止型地下ダムの止水壁を挟む 2 地点での地下水位連続観測データの潮汐応答の分析は、止水壁の機能評価に役立つと見込まれる。

謝辞 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」の支援を受けて行った。現地観測では沖縄本島南部土地改良区および沖縄総合事務局関係各位の御協力と御配慮をいただいている。記して謝意を表す。

引用文献 白旗ら（2019）：創立 90 周年記念 2019 年度（第 68 回）農業農村工学会大会講演会，5-16