

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開発の試み An attempt to develop 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力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開発の試みを紹介する。

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）。開発しようとする機能評価法の基となる帯水層水力定数推定手法（潮汐応答法）では、潮位変動の伝播により地下水位に潮汐振動が含まれる帯水層において、海岸線から内陸への振動伝播に伴う減衰または遅れを 2 地点観測データから算出し、2 地点間の帯水層の水力定数を推定する。これを応用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相対的に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、止水機能が劣化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から時系列グラフを作り、水位変動の要因を考察するとともに、手法適用が可能と見込まれるための次の 2 つの条件を検証した：(1)海側の水位に潮汐振動が含まれること、(2)内陸側の水位が止水壁天端より低いこと。また観測データから振幅スペクトルを作成し、主要潮汐振動の周波数に着目しつつ、地下水位変動データ中でどのような周波数の振動成分が大きいかを分析した。

3. 結果と考察

図 2 に観測結果を示す。4 地点の

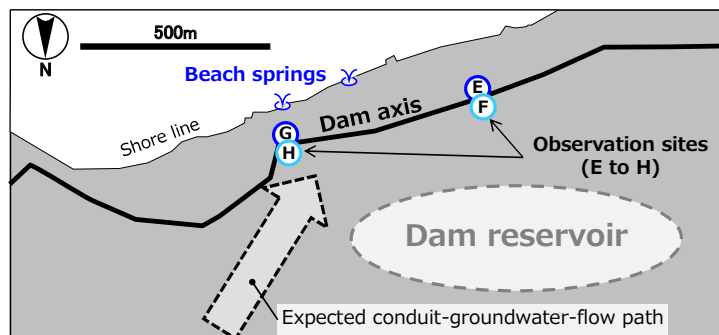


図 1 観測地点位置図

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，地下水位，連続時系列観測，機能評価

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、ともに潮位変動の伝播によると考えられる概ね1日2回の上下動が恒常的に認められ、この点では手法適用の条件を満たす。右岸寄りの内陸側のF地点の水位は、この観測期間は標高3m~4m前後で推移し、大きな降水があった10/22直後の一部期間を除いて全体としてやや下降傾向にあり、期間の後半には非越流状態が続いた。左岸寄りの内陸側のH地点では、大きな降水があった直後を除き水位は標高2m~3mで推移し非越流状態であった。内陸側孔同士を比べると右岸寄りのF地点よりH地点の水位が低く、海側孔同士を比べると右岸寄りのE地点よりG地点の水位が高い傾向にあることには、G/H地点付近の止水壁を貫く横ボーリング孔の影響もあると考えられる。

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）、これは農事用電力契約の制約をうける揚水機場のポンプの間断運転の影響と考えられる。左岸寄りの内陸側のH地点の水位変動では、類似の鋸歯状変化とともに潮汐振動とも考えられる変動も認められた。

非越流期間の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地点では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、間断揚水の影響による鋸歯状水位変化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、左岸寄り横ボーリング孔が貫く止水壁付近の内陸側にある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12.42時間周期の振動成分が認められた。内陸側のF, H地点の地下水位変動に含まれる潮汐振動の違いは、近傍の止水壁の透水性の違いを反映している可能性が高い。

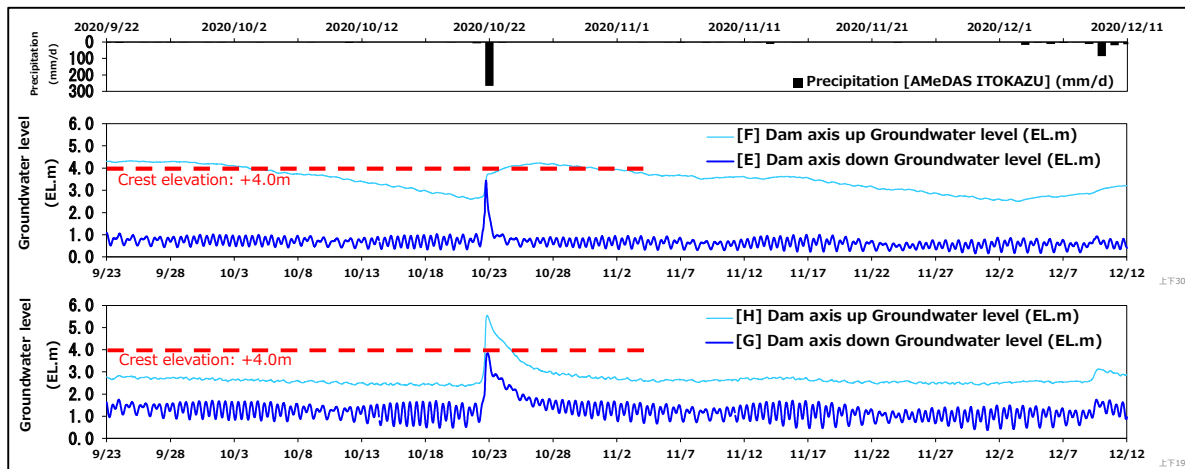


図2 ダム軸近傍の4地点の地下水位観測結果

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

4. おわりに

塩水浸入阻止型地下ダムのダム軸を挟む2地点で地下水位を連続観測して把握される、内陸側水位への潮汐振動伝播の影響は、止水壁の透水性を反映すると見込まれる。このことを利用した止水壁の機能評価手法の開発を進めている。

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