

地盤沈下観測井における地下水位変動の繰返しと地盤収縮・膨潤の関係性

日本車輛製造株式会社 正会員 ○黒田 葵
 中部大学大学 正会員 杉井 俊夫
 岐阜大学 正会員 佐藤 健

1. はじめに

地下水の過剰揚水による地盤沈下は、揚水対象礫層の地下水位低下により、隣接する粘土層の有効応力が増加する圧密現象で説明されている¹⁾。濃尾平野は、揚水規制で1975年以降、地下水位が上昇しているにもかかわらず、地盤沈下が進んでいる地点が平野西部に散在する²⁾。本研究では、濃尾平野に設置された観測井戸地点での地下水位変動が沖積粘土層の圧密現象にどのような影響を与えているのか考察した。

2. 地下水位・地盤収縮変動特性

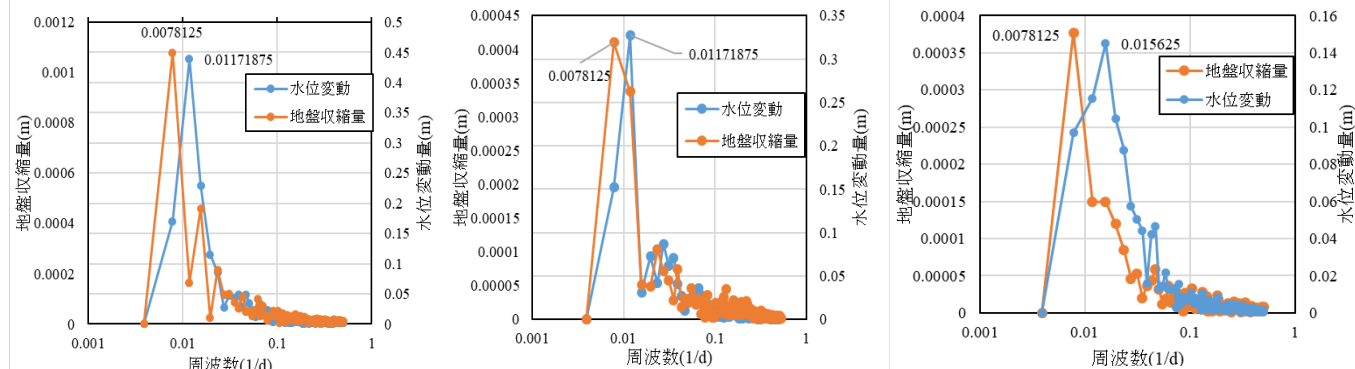


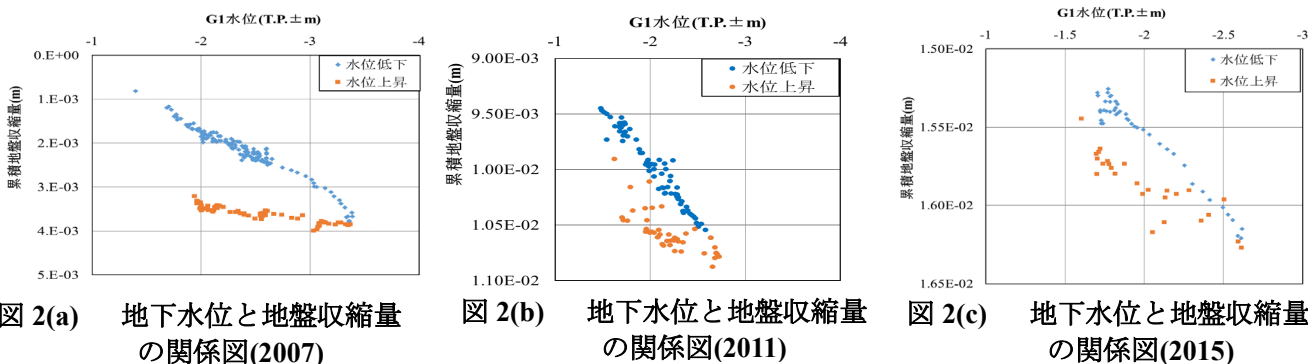
図1 2007年油島周期特性

図1 2011年油島周期特性

図1 2015年油島周期特性

図1に、油島観測井戸のG1地下水位と地盤収縮量のFFT解析による周期特性を示した。ピーク周波数に注目すると、G1地下水位変動の観測記録は、150日周期変動を示すのに対し、地盤収縮量が経年的に長周期化し、G1地下水位変動の周期に近づいている様子が伺われた。一方、油島より臨海部である松中観測井では水位変動の周期が短周期化傾向になるのに対し、地盤収縮量は長周期化の傾向を示した。この原因として松中ではG1層上部を厚い粘土層が覆い、粘土層内の局所的な間隙水移動による間隙水圧再分配で、圧密現象が起こり、短周期地盤収縮量が目立つようになってきたことが示唆された。

3. 累積地盤収縮量と地下水位変動の関係

図2(a) 地下水位と地盤収縮量
の関係図(2007)図2(b) 地下水位と地盤収縮量
の関係図(2011)図2(c) 地下水位と地盤収縮量
の関係図(2015)

油島観測井のG1地下水位と累積地盤収縮量の関係を図2に示した。被圧地下水位上昇に伴う有効応力低下(地盤膨張)と被圧地下水位低下に伴う有効応力増加(地盤収縮)が等しいわけではなく、塑性的沈下が地下水位変動の繰返しで蓄積される様子が確認できた。また、水位変動の繰返し回数の増加とともに、弾性的傾向が強くなることも認められた。観測データ分析のためCc法を参考に、式(1)を定義し見掛け圧縮(膨潤)指数(C_c^* , C_s^*)を用いて被圧地下水位変動による骨格構造低下を考察した。

キーワード 地下水位, 圧密, 沖積粘土層

連絡先 〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200 (中部大学) 中部大学 杉井俊夫 TEL 0568-51-9562

$$\left(\frac{Cc^*_i}{Cs^*_i}\right) = \left[\frac{\Delta S_i}{H \times \log_{10} \frac{p_i \pm \gamma_w \times \Delta h_i}{p_i}} \right] \times (1 + e_0) \quad \dots (1)$$

ここに、 Cc^*_i :見掛圧縮指数(-)、 Cs^*_i :見掛膨潤指数(-)、 ΔS_i : i 期間沈下量(m)、 H :層厚(m)、 p_i :有効上載圧(kN/m²)、 γ_w :水の単位体積重量(kN/m³)、 Δh_i : i 期間の水位変動量(m)、 e_0 :初期間隙比(-)、 i :期間(d)である。

図3にG1地下水位変動速度と Cc^* 、 Cs^* の関係を示した。油島上流の五町観測井戸では、短期間で大きな水位変動が生じたにもかかわらずそれ程大きな沈下を示さない点が存在した。当該地点は、G1層上部(濃尾層)に砂層が堆積し、細粒土における過剰間隙水圧発生による体積収縮が妨げられるため土の過圧密化あるいは骨格構造の低位化によって有効応力が低下し、圧密沈下量が小さくなったことが理由として考えられた。松中は、長期間の小水位変動にもかかわらず大きな沈下をしている点が存在した。G1層上部に厚い粘土層が存在し、過去の水位変動で生じた間隙水圧の再分配により、圧密収縮したことが理由として考えられた。

4. 地盤沈下しない地下水利用に向けて

G1地下水位の低下(上昇)継続時間と Cc^* (Cs^*)の関係を図4・5に示した。G1地下水位変動速度が同じでも、地下水位低下(上昇)継続時間の大小で Cc^* 、 Cs^* の値が異なることが分かった。分析対象を他観測井戸に拡大し、地下水位変動の繰返しと地盤収縮(膨潤)の関係を解明

し、地盤沈下を生じさせない地下水利用の仕方を探索する予定である。

5. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) G1層以浅の多層地盤を単一層で評価すると、 Cc^* と Cs^* の値が水位変動量に応じて異なる値を取り、 Cc^* と Cs^* の低下とともに弾塑性的挙動を示した。
- (2) 沈下速度と Cc^* 、 Cs^* の関係・水位振幅速度と Cc^* 、 Cs^* の関係・沈下速度と Cc^* 、 Cs^* の関係は大部分で弾性的挙動を示しており、G1層に隣接している土質の違いが地盤沈下に影響を与えていることが分かった。
- (3) G1地下水位変動速度が同じでも、低下(上昇)継続時間の大小で Cc^* 、 Cs^* の値が異なり、水位変動量と変動継続時間が地盤沈下に影響を与えていることが分かった。

謝辞 本研究においては、東海三県地盤沈下調査会のご協力いただきました。ここに謝意を表します。

【参考文献】1)西村ら:基礎から学ぶ土質工学:pp.52-72. 2007年, 2)東海三県地盤沈下調査会, 平成28年における濃尾平野の地盤沈下報告書 2017年

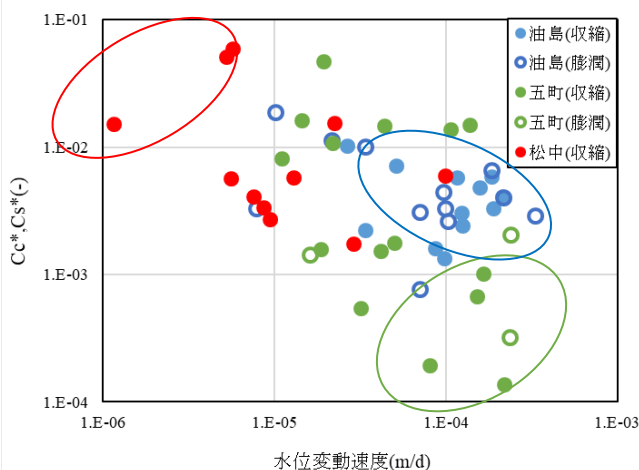


図3 水位振幅速度と Cc^* 、 Cs^* の関係

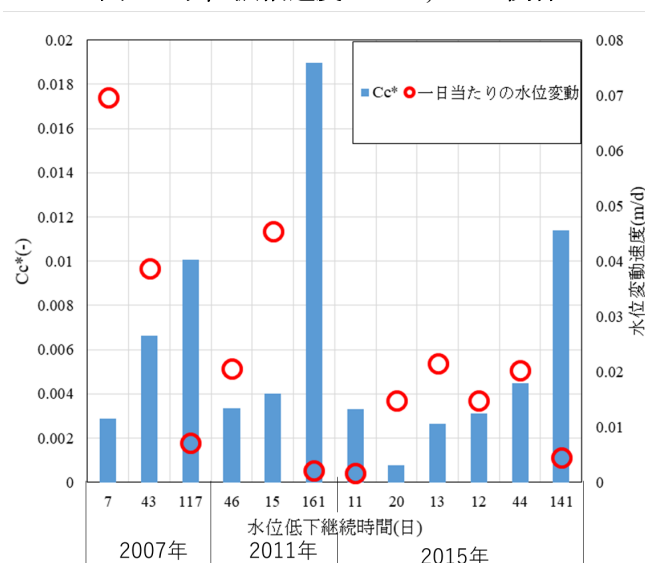


図4 水位低下継続時間と Cc^* の関係

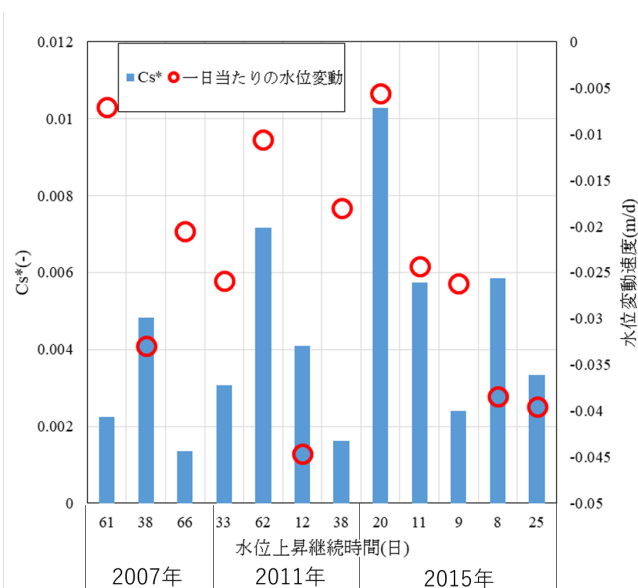


図5 水位上昇継続時間に対する Cc^* 、 Cs^* の関係