

八郎瀉粘土地盤の圧密変形特性とその動態予測

Consolidation Deformation Characteristics of Hachirogata Clay Ground and its Prediction

高橋長仁¹ 柿崎壮太² ○高橋李衣³ 金山素平⁴
 Takahashi N.¹ Kakizaki S.² ○Takahashi M.³ and Kanayama M.⁴

1. はじめに

軟弱な粘土地盤上に構造物を築造する場合、不同沈下や残留沈下が大きな問題となる。八郎瀉干拓地においては厚い軟弱沖積粘土層が存在するため、水利施設などの農業用構造物に長期にわたる不同沈下が生じ、この変形が水路の劣化を促進させてきた。構造物自体の改修時期が近付いている現在、八郎瀉粘土が有する圧密・変形特性を再検討し、適切な維持管理を行っていくことが急務である。本研究では、八郎瀉地区幹線用水路地質調査結果より得られた各土質定数を基にし、設置予定であるパイプライン埋設構造地盤モデルに対して、圧密理論と二次圧密挙動を考慮した八郎瀉粘土地盤の動態予測を行った。

2. 仮想地盤と採用データ

Fig.1 にパイプライン半埋設構造地盤の土層断面を示す。盛土荷重は 24.3kN/m²、パイプラインの荷重は 3.2kN/m² と設定した。盛土直下には地下水位 (1.0m) である砂置換層 (2.0m) を想定しており、湿潤砂置換層は 18 kN/m²、水中砂置換層は 9 kN/m² とした。八郎瀉粘土地盤には 54.5 kN/m² の荷重がかかることとなる。なお、八郎瀉粘土地盤に対する荷重の影響範囲は層厚 5m とした。ボーリングデータより得られた初期間隙比 e_0 、圧縮指数 C_c 、圧密係数 c_v といった八郎瀉粘土の土質条件を採用し、二次圧密を考慮した動態予測を行った。二次圧密の開始点は統計的な結果に基づき、圧密度 (U) が 65, 70, 75% とした。採用する二次圧密係数 C_{ac} は危険側である 0.10 として動態予測を行った。

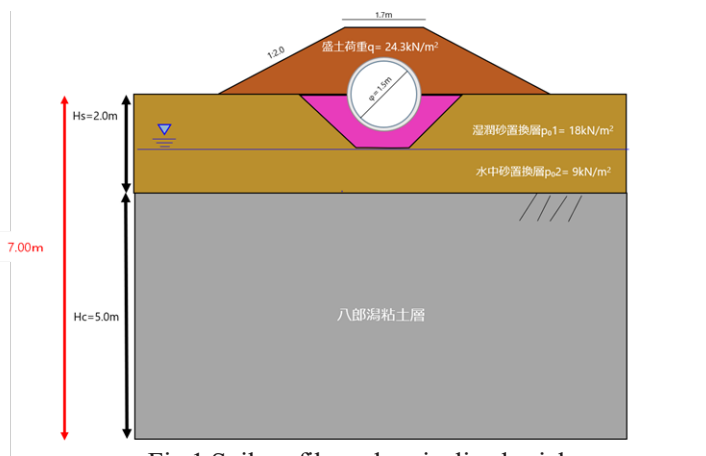


Fig.1 Soil profile under pipeline burial

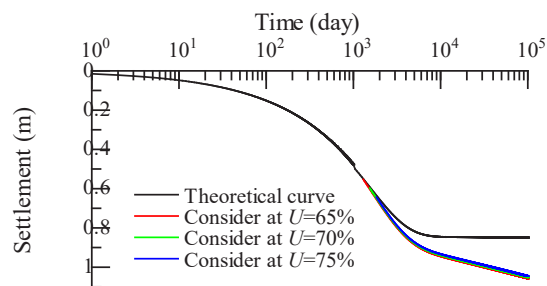


Fig.2 Prediction result of Hachirogata clay ground consolidation settlement at F2B1T1

対象とした幹線用水路は、八郎瀉の南端に位置している F2 幹線用水路である。南側にある取水口を基準とした五本のボーリングデータのうち、深度 5.00m 付近の F2B1T1, F2B3T1, F2B5T1, F2B7T1, F2B9T1 のデータを採用した。Table 1 に土質定数を示す。初期間隙比 e_0 はばらつきが大きく、3.48~5.16 の範囲、圧縮指数 C_c は 1.66~2.59 の範囲にあった。圧密係数 c_v は平均圧密圧力 p が 56.5 kN/m² 時の値を採用

Table 1 Soil parameters at each sampling point

試料 No.	深さ (m)	初期間隙比 e_0	圧縮指数 C_c	圧密係数 c_v (m ² /day)	二次圧密係数 C_{ac}
F2 B1T1	4.50-5.37	3.58	2.54	0.006	
F2 B3T1	5.50-6.40	3.72	1.75	0.002	
F2 B5T1	5.50-6.40	3.48	1.90	0.007	0.10
F2 B7T1	4.50-5.37	3.53	1.66	0.005	
F2 B9T1	5.00-5.89	5.16	2.59	0.002	

1 日本工営㈱, 2 農林水産省, 3 岩手大学大学院, 4 岩手大学農学部
 1Nippon Koei Co. Ltd., 2Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 3Graduate school, Iwate University, 4Faculty of agriculture, Iwate University
 キーワード: 八郎瀉粘土, 不同沈下, 二次圧密, 圧密沈下予測

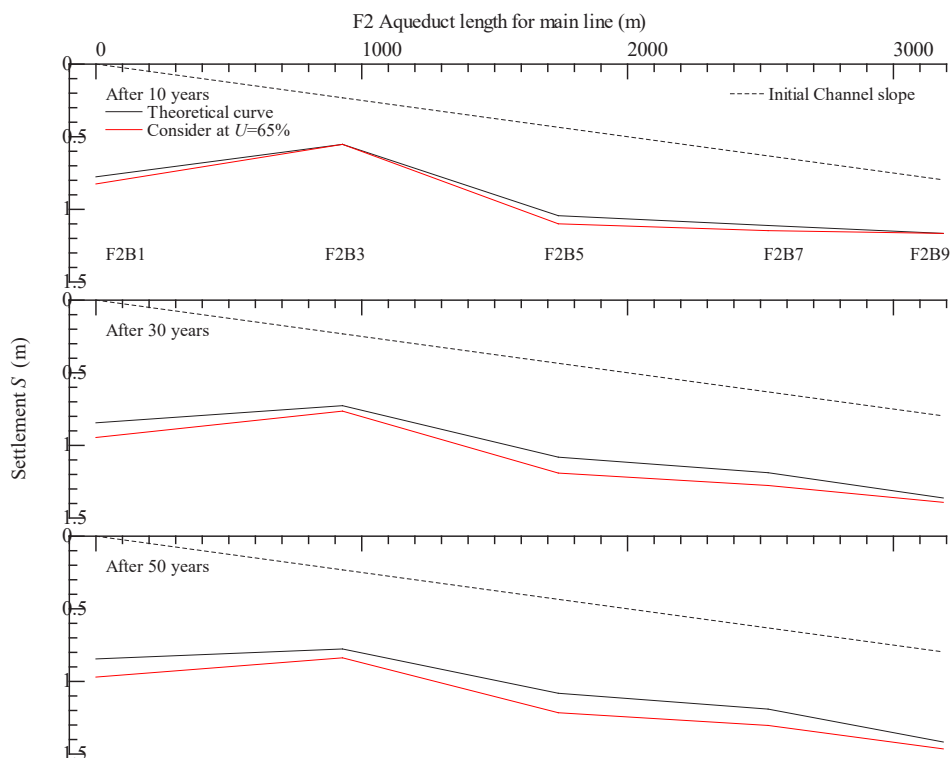


Fig.3 Changes in consolidation settlement of F2 main canal over time

しており、その値は $0.002\sim 0.007 \text{ m}^2/\text{day}$ と低い値であった。

3. 動態予測結果

F2B1T1 地点の二次圧密を考慮した沈下予測結果を Fig.2 に示す。一次圧密に従う理論曲線の最終沈下量 S_f は 0.845m である。一次圧密終了までに 8150 日(22.3 年)の時間を要している。二次圧密を考慮した場合、30 年後の沈下量は二次圧密開始点 65%、70%、75% でそれぞれ 0.945m 、 0.937m 、 0.929m であり、その沈下量は大きなものとなり、一次圧密理論に従う理論曲線との差は最大で 10cm に及ぶことが分かった。全ての地点において同様の傾向が確認された。また、二次圧密が早期に始まるほど沈下量が増加するため、二次圧密開始点を 65% として水路の動態予測を行った。

10、30、50 年後の F2 幹線用水路の圧密沈下の経時変化を Fig.3 に示す。取水口側である F2B1T1 を原点とし横軸に距離、縦軸に沈下量をプロットしている。10 年後の地点ごとの水路の沈下量 S に着目すると、F2B1T1、F2B3T1、F2B5T1、F2B7T1、F2B9T1 でそれぞれ 0.825m 、 0.552m 、 1.099m 、 1.146m 、 1.166m であり、一次圧密中に沈下量の差が生じ、F2B1T1 と F2B3T1 の間では逆勾配が生じていることが分かる。また、圧密の進行の遅い F2B3T1 と F2B9T1 の地点では二次圧密による沈下挙動が生じていないことが確認された。30 年後の動態予測結果では、F2B3T1 と F2B9T1 において二次圧密による沈下挙動の開始が確認できる。さらに、圧密の進行が早い地点では二次圧密による沈下量が大きくなり、逆勾配は継続していることが分かる。ほとんどの地点で一次圧密が完了している 50 年後の動態予測結果では、地盤全体の圧密が進行し、沈下量差による逆勾配は若干緩和されている。二次圧密による沈下挙動の差は大きく、動態予測結果では理論曲線との間に最大で 13cm もの差が生じることが分かった。

4. まとめ

F2 幹線用水路に対する動態予測の結果、一次圧密段階で地点ごとの沈下量に差が生じる可能性があることが分かった。本研究結果から、沈下量最大値は F2B1T1 における 0.845m に対し、最小値は F2B3T1 における 0.545m であり、その差は 30cm となり逆勾配を生じることが示唆された。また、二次圧密係数 C_{ae} を考慮することによって、理論曲線と最終圧密変形量との差は約 10cm 程度となることが分かった。八郎瀧粘土は二次圧密が卓越した粘土地盤であるため、実際の設計では二次圧密係数を考慮し、農業用構造物および水利施設への影響評価を検討する必要がある。