

泥炭地盤における施工直後の農業用管水路の沈下過程 Subsidence Process of Irrigation Pipeline Immediately after Construction on Peat Ground

○大久保 天, 南雲 人, 萩原大生

OHKUBO Takashi, NAGUMO Hitoshi and HAGIWARA Taisei

1. はじめに

泥炭地に埋設された農業用管水路（以下、「管水路」）は必ずしも安定した構造物であるとはいえない。泥炭は間隙比が非常に大きな土壌であり、管水路下部の泥炭地盤は圧密されて管体はしだいに沈下する。このとき、管体に剪断力あるいは曲げモーメントが作用して、管体の破損や管体継手部の離脱などが発生する場合がある。それゆえ、管水路の沈下抑制は、泥炭地域の基盤整備における最重要課題である。しかし、管水路直下の地盤の圧密過程はいまだ正確に把握されていない。そこで、筆者らは泥炭地盤における管水路の敷設工事に際して管水路直下の地盤に層別沈下計を設置して、管体および地盤の経時的な沈下過程を観測した。これまでに管水路施工後から通水試験までのデータを取得した。本稿では、その結果を報告する。

2. 方法

2.1 層別沈下計の原理

本研究において用いたワイヤ式層別沈下計の概要を図-1に示す。本層別沈下計は①～④のアンカーおよび⑤の変換部から構成され、各深度における地盤沈下量をアンカー部と変換部を結ぶワイヤの伸長により計測する。①のアンカーは固定点（圧密が及ばない深さ）とする。本観測の目的である各アンカー設置地点の沈下量 $\Delta h_2 \sim \Delta h_5$ は、初期値のワイヤ長 $L_1 \sim L_4$ と計測値である沈下後のワイヤ長 $L'_1 \sim L'_4$ を用いて、次の式(1)および式(2)のように算出できる。ただし、 $n=2,3,4$ である。

$$\Delta h_5 = L_1 - L'_1 \quad \dots (1)$$

$$\Delta h_n = \Delta h_5 + L'_n - L_n = L_1 - L'_1 + L'_n - L_n \quad \dots (2)$$

2.2 現地観測の概要

本研究において観測対象とした管水路は、北海道の道央南部に位置する。図-2に調査地点における管水路およびその周辺地盤の断面を示す。2019年から2020年にかけて、管径2000mmと1350mmの2つの管水路（DCIP）が平行して布設された。この区域の地盤は泥炭が10m以上堆積している。その泥炭層を5m程度掘削して、その底部には砕石が敷かれ、その上に管体が布設され、その後火山灰土に石灰系固化材を添加して改良した基礎

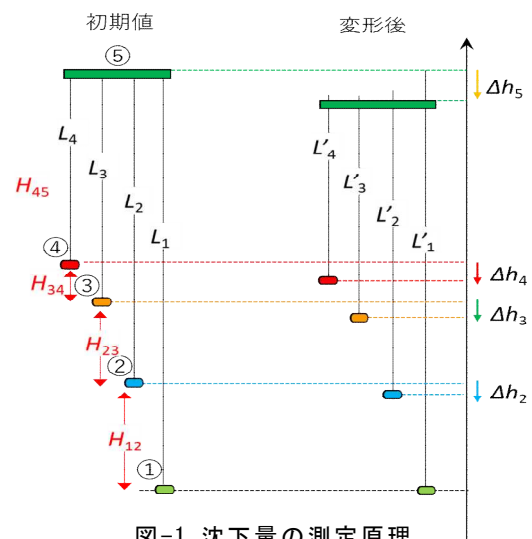


図-1 沈下量の測定原理
Principle of subsidence measurement

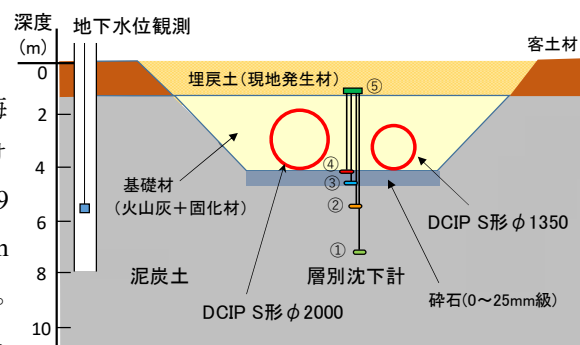


図-2 管水路の断面および観測機器の設置状況
Cross section of the irrigation pipeline and installation status of observation equipment

材により埋め戻された。2019年の工事において、両管水路間の地盤に層別沈下計を設置し、その近傍において地下水位計を観測した。翌年2020年には両管水路の延長工事が行われた。

3. 結果および考察

管水路施工後の2019年から2023年3月までの地下水位および層別沈下量の経時変化を図-3に示す。2019年の工事における管体の埋め戻しは12/10に完了した。まず、施工時の排水が停止されたことに伴い地下水位は急激に上昇した。そして、翌年2020年以降6月まで、地下水位は地表から約30cm前後を推移した。各層別の沈下は、観測開始（おそらく管体布設時）から埋戻し完了の数日後まで進行した。地盤の深度が浅いほど沈下量は大きく（ $\Delta h_5 > \Delta h_4 > \Delta h_3 > \Delta h_2$ ）、最上部の変換部⑤で約7mm程度の沈下（ Δh_5 ）が確認された。埋戻し完了数日後には、沈下は停止し、その後③④⑤では若干の浮上がみられた。この浮上現象は、地下水位の復元に伴い管路を含む埋め戻しの地盤全体が浮力を受けたためであると考えられる。その後、2019年12月～2020年7月の工事休止期間において、地下水位に際だった変動はなかった。同期間中の各計測地点の沈下はわずかに進行した（約0.03mm/日の沈下速度）ものの、ほぼ一定の標高を推移した。2020年7/28から管水路の延長工事のため掘削とポンプ排水が開始され、その数日後には観測地点の地下水位が急激に低下した。8月上旬以降の地下水位は地表から概ね1.0m～1.5mの深さであった。こうした地下水位の低下に連動して層別沈下計の各計測点の沈下が一斉に進行した。沈下の収束が認められる9月終盤までに最大で約35mmの沈下となった。その後、観測計器の不具合から欠測が続いたが、2021年2月に再び観測を開始した。2022年に管水路の布設工事は完了し、同年8月には通水試験が実施された。その間、地下水位はほとんど変動せずに推移し、管体はほとんど沈下しなかった。8月の通水時には、管内が充水されたことで重量が増加して、僅かであるがステップ状に沈下が生じた。そして、その後から現在（2023年3月）まで沈下の傾向は続いている。

以上の観測データから、管水路の沈下は地下水位に敏感に応答すること、地下水位を高く維持すれば管体の沈下を抑制できること、管体は沈下した後はほとんど回復（浮上）しないこと、沈下はわずかであるが継続的に進行することなどが分かった。また、層別の沈下量から、管体近傍の地盤で圧密は大きく、しだいに深くなるほど圧密は小さくなるものと考えられる。現在用いられている泥炭地盤の沈下予測式は、上載荷重の増加によって泥炭層全体が一様に圧密を受けることを前提としているが、さらに沈下量の予測精度を上げるためには、泥炭地盤の層別に（深度毎に）圧密を計算する方法を構築する必要がある。

4. おわりに

今後、さらに観測を継続するとともに、取得されたデータを基礎に現状よりも精度の高い管水路の沈下予測が可能な方法の構築を目指していきたい。

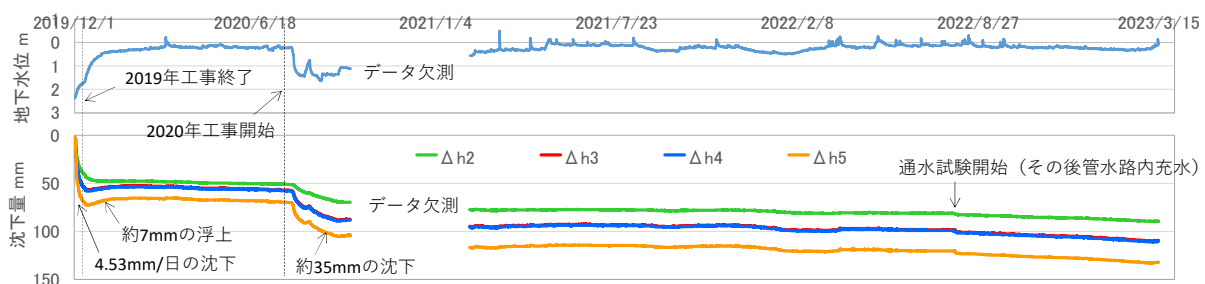


図-3 地下水位および層別沈下計の経時変化
Time variation of groundwater level and stratified subsidence gauge