

八郎潟干拓地におけるパイプライン半埋設工法 Half-buried method of Pipeline in Hatirougata Polder

○沢邊哲也*，田中成季*

SAWABE Tetsuya, TANAKA Masaki

1. はじめに

令和3年度に着工された国営八郎潟農業水利事業では、前歴国営事業で築造された鋼製コルゲートフリューム形式幹線用水路が不同沈下や鋼材腐食により老朽化し、機能低下していることから、パイプラインにて全面改修する計画である。

干拓地全域にヘドロと呼ばれる軟弱な湖底土が分布しており、現況の幹線用水路は表層1~2mを砂置換した上に造成されている。パイプライン化にあたり、標準的な管理設溝では基礎面がヘドロ層に達してしまい、地盤改良などを施さないと埋戻転圧もできないため、管体を半分程度埋設する工法を検討した。この特殊な管布設工法の採用にあたり、管体構造の安全性確保のために検討した事項について報告する。

2. パイプラインの半埋設標準断面

コルゲート水路および盛土を撤去し、軟弱なヘドロ層に達しない置換砂層内に管体基床を設け、左右田面の現地盤に対して管半分程度を埋設した位置に布設し、管体表面保護と浮上防止対策も兼ねて管頂上に覆土するのが「半埋設標準断面」である。(図1.参照)

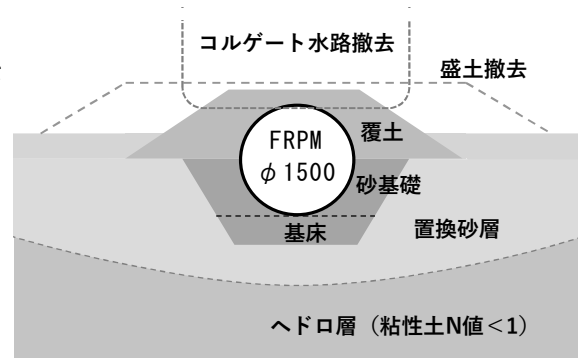


図1. 管半埋設の標準断面図

3. 管体の安全性照査

(1) 管体の浮上に対する安全性

管体の浮上は、管体内が空虚時に周辺地下水位が上昇することによる浮力で発生する。半埋設断面では、地下水位は周辺ほ場高(+湛水深20cm)以上には上昇せず、浮力 U は地下水位以下の管空虚断面に作用するとして算定した。一方、抵抗力 W は管体自重と管体上部の覆土であり、安全率 $S=1.2$ として、 $U \cdot S \leq W$ となるように設計した。地下水位と管心高の関係から、覆土荷重が必要ない区間もあるが、最小50cm以上の覆土があれば浮上に対して安全であることを確認した。

(2) スラスト力に対する安全性

幹線水路パイプラインの静水位は、八郎湖水位(かんがい期の管理水位:東部承水路TP+1.00m)であり、干拓地内部の地盤標高はEL(-)5.0m程度である。静水頭10m未満の低圧パイプラインとなるが、ほぼ直線の幹線水路から左右に串歯状に分水工があり、T字分岐管でのスラスト対策が必要である。(図2.参照)

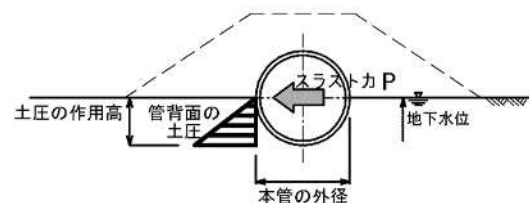


図2. スラスト力の説明図

スラスト力を管背面土圧で抵抗する場合、半埋設であることから期待できる受働土圧は半埋設部分として照査した結果、ほぼ全ての分水工で滑動に対する安全率が不足した。

* サンスイコンサルタント株式会社 SANSUI CONSULTANT Co.Ltd

キーワード: パイプライン, 半埋設, 軟弱地盤, 八郎潟, 干拓地

対策として、①スラストブロック工法、②鋼矢板壁工法、③分水管一体化工法を検討した。①は自重が大きく圧密沈下を助長することから棄却、②は受働土圧を期待する鋼矢板壁を深く打設できない（置換砂層が浅い）ことから棄却した。③の分水管に離脱防止継ぎ手を用いて管体周面摩擦力を期待できる長さまで一体化する工法を採用した。

(3) 将来の管路挙動に対する安全性

図 3 は現況開水路形式の幹線水路の圧密沈下モデル計算値と実測値を示したもので、現況沈下量とほぼ合致し、再現できている。このモデルを用いて、パイプライン化後の荷重変化を見込んで将来沈下予測を行った結果が図 4 であり、沈下がさらに進行する区間もあれば、逆に荷重が軽減されてリバウンド浮上する区間もあることが判明した。

不同沈下によって生じる管継手曲げ角度が、許容曲げ角度以内となるよう検討した結果、全て許容曲げ角内に収まった。

安全度を向上させるには短尺管を用いて継手数を増やすことも有効である。

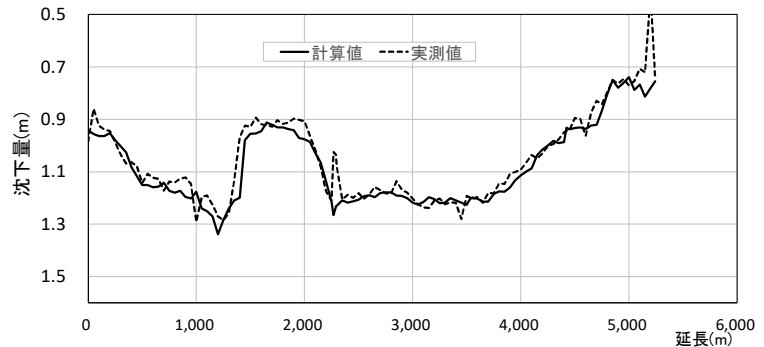


図 3. 幹線用水路の沈下モデル計算値と実測値

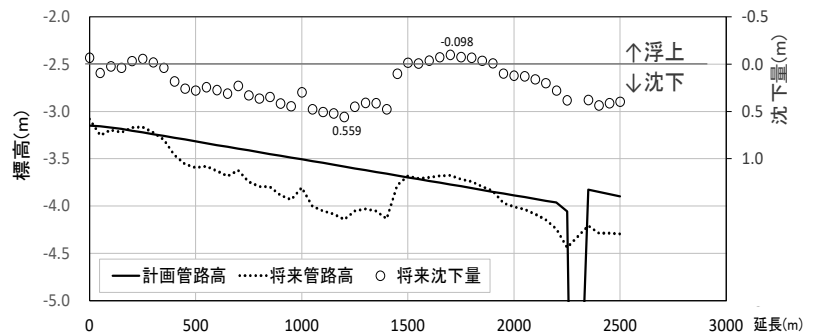


図 4. 管体の将来挙動予測

(4) 地震時慣性力に対する安全性

八郎瀨では、幹線水路の地震被災による二次被害危険度は低く、復旧難易度も低いことから、土地改良事業においては耐震設計上の重要度区分はCランク（耐震設計の必要なし）に分類される。しかしながら、昭和 58 年日本海中部地震において盛土開水路の 60%が崩落した被災歴もあり、耐震設計の要望が高いことから、地震動レベル 1 について、応答変位法による照査を行い、管体および継手の安全性を確認した。

(5) 地震時の液状化に対する安全性

置換砂層および盛土層は、地震時に発生する液状化に伴い側方流動を引き起こす可能性があり、この点に配慮して継手の抜出量の検討を行う。地盤変状に対する安全性は、地盤の引張ひずみを 1.5%として照査した。

照査の結果、液状化が発生した場合でも、許容抜出量以内となり、水路の送水機能を喪失することはないと評価した。

4. おわりに

八郎瀨干拓地にて、現況開水路形式の幹線用水路をパイプライン化するにあたり、軟弱地盤対策として管半埋設工法を検討した。土地改良事業計画設計基準にはない管理設工法であり、想定される条件で安全性を照査した。事業工期は令和 3 年度から 19 年間で予定されており、今後の施工状況を経過観察し、改善点があれば積極的に提案していきたい。