

八郎潟干拓地における用水路の圧密沈下分析 Analysis of Consolidation Subsidence of Irrigation Canals in Hachirougata Polder

○ 沢邊哲也*・森田孝治*・小野涉**・櫻井龍**・堀俊和***

SAWABE Tetsuya, MORITA Koji, WATARU Ono, SAKURAI Ryo and HORI Toshikazu

1. はじめに 八郎潟は戦後の食料増産を目的として、昭和 32 年から 20 年間をかけて造成された国内最大の干拓地であり、大区画水田での大規模営農を実現するため約 12,000ha の農地が造成された。農業用水は干拓地周囲の 19 箇所の取水口から、開水路にて自然流下により送配水されている。

干拓前の八郎湖は水深 4~5m の浅い汽水湖で、湖底は周囲からの流入河川によって運ばれた微粒子粘土が堆積している。この微粒子粘土はヘドロと呼ばれており、干拓当初からヘドロ層の圧密沈下対策が大きな課題となっている。

干拓堤防は、ヘドロ層を浚渫除去する大規模な砂置換により沈下抑制が図られたが、内陸へと向かう幹線用水路は、不可避免的な沈下を許容する設計思想がとられた。軽量かつ不同沈下に追従できるように鋼製コルゲートフリュームを多く採用し、予測沈下量を見込んで余盛土した上に水路が設置された。

八郎潟では昭和 58 年の日本海中部地震により 6 割の開水路が被災し復旧された経緯があるが、震災復旧後 30 年以上が経過し、不同沈下やコルゲートの腐食等による機能低下が顕著になり、大規模な更新整備を検討すべき時期を迎えている。一方、圧密沈下は今も進行中であり、現在までの沈下量分析を踏まえた水路改修計画とする必要がある。

2. 干拓地の沈下量実測値とヘドロ層厚

平成 27 年時点の干拓地沈下量実測値を図 3 に、湖底の堆積ヘドロ層厚等深図を図 4 に示す。ヘドロ層厚は最大で 60m に達し、潟中央から南東部にかけて深い。概ねヘドロ層厚が大きいほど沈下量も大きい傾向が認められるが、南側や西側にヘドロ層厚は小さいが沈下量が比較的大きいエリアもある。

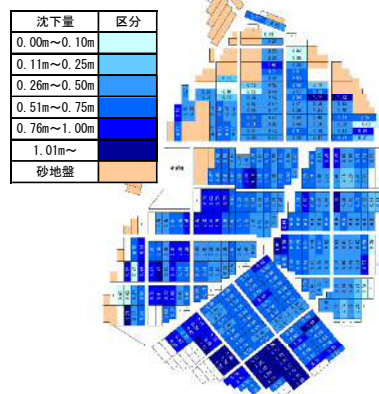


図 3 干拓地沈下量実測値
Amount of polder subsidence, measured values

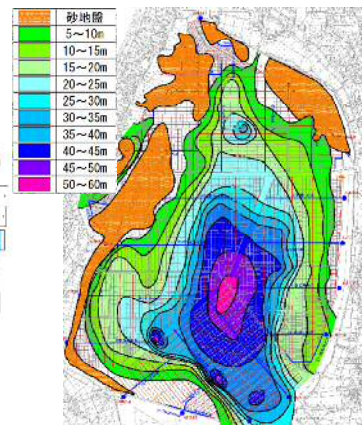


図 4 ヘドロ層厚等深図
Contour lines of the sludge layer

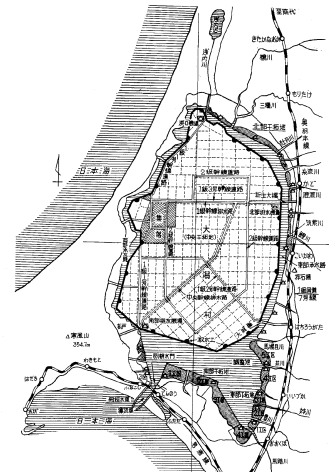


図 1 八郎潟干拓地全体図
Overall view of Hachirougata polder



図 2 用水路の不同沈下状況
Situation of differential subsidence of canals

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

** 東北農政局西奥羽土地改良調査管理事務所

*** 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：八郎潟，干拓，軟弱地盤，圧密沈下，コルゲートフリューム，用水路改修

3. ほ場の圧密沈下量計算

八郎瀉全体を均一のヘドロ層と見て、同一の物性値を用いて解析を行い、平均的な沈下量および時間的な沈下量の推移を計算した。

全沈下量 S_c は(式 1)にて算定した。ここに、圧密層厚 H 、圧縮指数 C_c は平均値 1.80、初期間隙比 e_0 は平均値 3.4、初期荷重 p_0 、増加荷重 Δp は干陸後の地下水位低下による浮力消失分を考慮した。沈下時間と圧密度の検討から、H27 時点の圧密度は 77% と評価し、全沈下量の 77% と実測値を比較した結果が図 5 であり、計算値と実測値はほぼ合致している。

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_0} \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \cdot H \quad \dots (式 1)$$

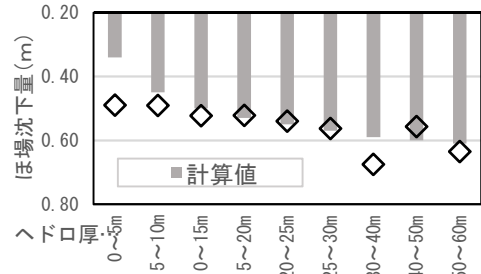


図 5 ほ場沈下量計算値と実測値
Amount of subsidence of the paddy field, calculated and measured values

4. 幹線用水路の沈下量

上記の計算モデルに盛土を含む水路荷重を等分布換算して載荷させて沈下量を算定した。その結果、実測値と計算値とに乖離(図 6)が見られた。八郎瀉全体で見た場合、概ね沈下量は計算値と合致するが、幹線水路の路線別に見ると局所的に相違が見られる。これはヘドロの物性値を同一としていることや、水路荷重の影響を正しく評価できていないことが原因と考えられる。ここではヘドロの物性に相違があると考へ、圧縮指数 C_c (設定値 1.8) を実測値に合致するように区間毎に補正した。(図 7)

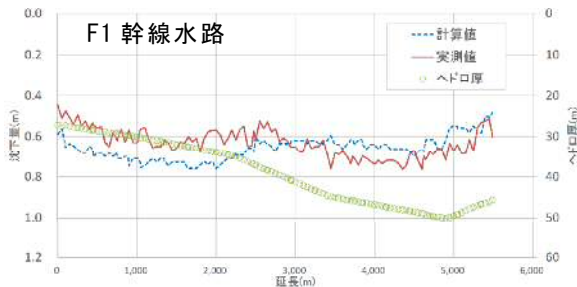


図 6 幹線水路の沈下量計算値と実測値
Amount of subsidence of the main canal, calculated and measured values

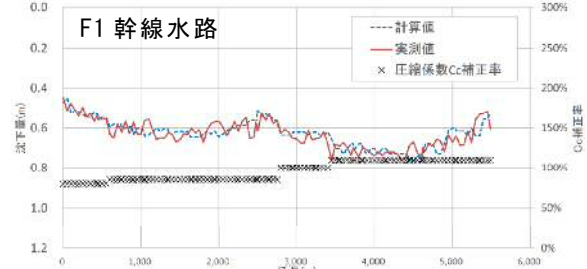


図 7 C_c 補正後の沈下量計算値と実測値
Amount of subsidence of the main canal, calculated and measured values after C_c -index correction

5. 考察

ほ場および幹線用水路の沈下量計算を通して、エリアにより沈下特性が異なることが推測される。この沈下特性の違いは補正した圧縮指数 C_c として表現することができる。図 8 は各幹線用水路の沈下量計算で補正した圧縮指数 C_c をもとに作成した八郎瀉の圧縮指数分布図である。濃い着色部ほど補正率が大きく C_c 値が大きい。

6. 今後の課題

各幹線水路の沈下量を再現する計算モデルを作成したが、幹線水路の総延長 94km に対して、今回用いた有効な土質調査は 13 箇所と少なく、追加調査による計算モデルの精度アップが必要である。幹線用水路の改修においては、新たな荷重による沈下量を予測し、沈下を許容しつつ必要分水位を確保し、将来に渡り農業用水を安定して送配水可能な施設計画が求められる。

【引用文献】八郎瀉新農村建設事業誌(昭和 52 年)

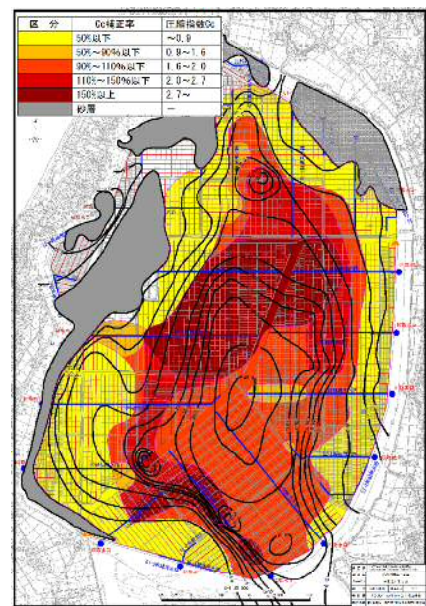


図 8 圧縮指数 C_c 分布図
Distribution map of C_c -index