

札幌周辺に分布する泥炭地の地盤沈下

北海道土質コンサルタント(株) ○太田 佳之
 同 上 伊藤 慶司
 同 上 松本 博志

1. はじめに

札幌市近郊の泥炭地が近年住宅地として開発され、沈下を主な原因とする様々な社会的問題を生じている。

筆者らは、札幌市東部地区において、約10年間にわたる地下水位および地盤高の観測を行う機会を得た。本報告ではこれらの観測結果をとりまとめ、泥炭地盤の工学的性質と地盤沈下特性について報告する。

2. 地形と地質の特徴

当地区は、豊平川や旧厚別川、月寒川などの河川の合流地点にあたり、各河川の自然堤防背後に発達した泥炭地である。

地区内の微地形の分布と地下水位及び地盤沈下の観測施設の配置をまとめて図-1に示す。

No.1~No.6の観測施設は、地区内全域をカバーするように配置したが、特に大規模な宅地造成や道路工事など直接的な開発事業の影響を避け、自然地盤に設置できるように心がけた。各地点の地形及び地盤構成上の特徴は下記のとおりである。

- No.1：地区北端部で、泥炭の分布しない自然堤防地形
- No.2：泥炭の厚い地区で、大規模施設の建設が進められる近傍で、工事影響をモニタリングする目的
- No.3：泥炭の厚い地区であるが、豊平川沿いの自然堤防地形に近い地点
- No.4：地区中央部の泥炭の厚い地点、周囲は畑で開発される以前の環境を保存している地点
- No.5：泥炭の厚い地点で、既存の住宅地の中
- No.6：地区南東端で泥炭の厚い地点、上記5地点とは河川（矢板護岸）で仕切られている。

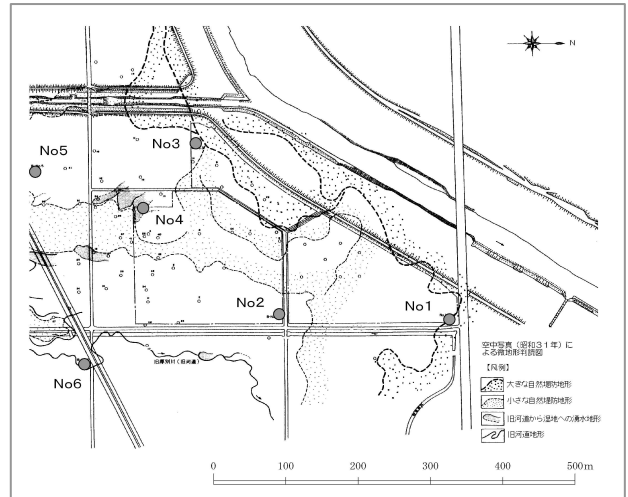


図-1 地区内の微地形分布と観測施設の配置図

3. 土層構成

地区内に分布する土層を区分して図-2にまとめた。表中で着色した土層がいわゆる沖積層に相当する軟弱地盤であり、地盤沈下の主体をなす。特に泥炭(Ap1層)は軟弱で、図-1に示す自然堤防地形を除く地区全域に分布し、平均的な層厚は約5~6mと厚い。

泥炭の上位には、厚さ1~5m前後の砂質シルト(Am1層)が分布する。図-1の小さな自然堤防の縁辺ではAm1層が3~5mと厚いが、自然堤防と自然堤防の間は1m前後と薄く、地表近くから泥炭が分布する傾向にある。最下部には第四紀更新世末の支笏軽石流堆積物（溶結凝灰岩）が分布する。自由地下水面は地表面下1.0m前後と浅い。

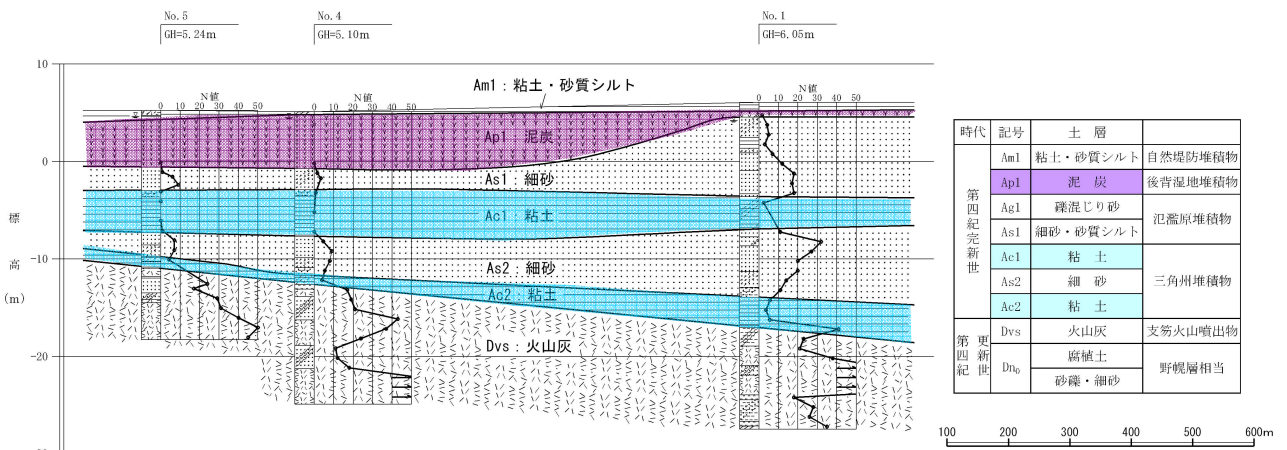


図-2 土層構成

4 泥炭の物理的性質

当地区に分布する泥炭(Ap1層)と粘土(Ac1層, Ac2層)における自然含水比と湿潤密度, 間隙比の関係を図-3に示したが、泥炭と普通の土が大きく異なる点は以下の3つが挙げられる。

- ①泥炭は多量の水分を含んでいること
粘土の自然含水比 W_n は50~80%であるが、泥炭の W_n は300~800%と高含水状態にある。
- ②泥炭は水とほぼ同じくらいの重さであること
粘土の単位体積重量 γ は15~17 (kN/m³)であるが、泥炭の γ は9~11 (kN/m³)を示し、水の γ とほぼ同じである。
- ③泥炭は間隙比が大きいこと
粘土の間隙比 e は1.5~2.0であるが、泥炭の e は6~15を示し土の体積の約85~95%が空隙で占められる。

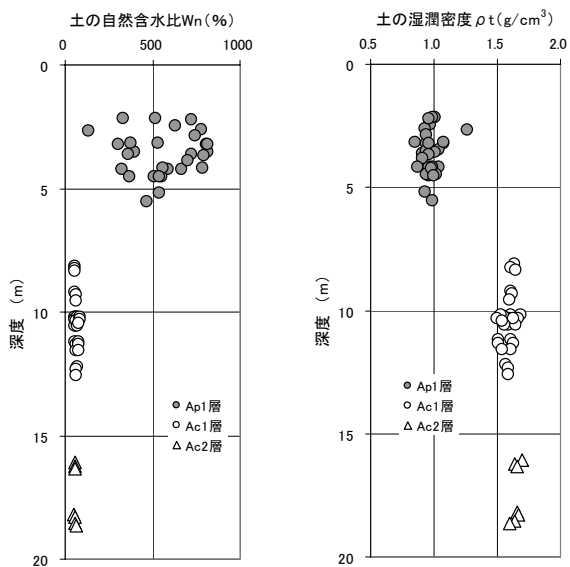


図-3 自然含水比と湿潤密度の関係

図-4に圧密試験で得られた e -logP 曲線を示したが、泥炭は初期間隙比が大きく、間隙比は圧密降伏応力以降で小さくなる傾向が見られる。また、圧縮のしやすさを示す指標である圧縮比 ($C_c/1+e$) は、粘土で0.2~0.3を示すが、泥炭の圧縮比は0.5~0.6と高圧縮性を示す。

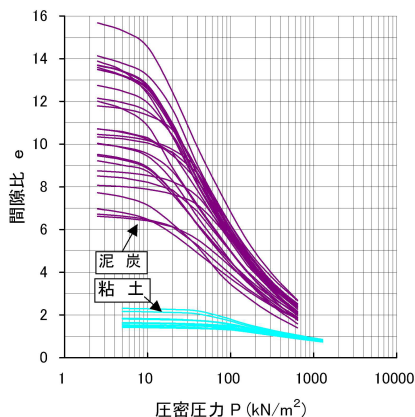


図-4 e-logP 曲線

5. 観測結果

各地点の地盤は2月下旬~3月上旬に年間の最低地盤高を示し、その後融雪に伴い上昇する。夏の渇水期に再び沈下するが、秋の降雨期には上昇し、厳冬期に向かって再び沈下する。このような年間の変動傾向は毎年殆ど変わらない。1996年から観測を開始した地表面沈下計の沈下量の時系列グラフ (13か月移動平均) を図-5に示した。観測開始以来、沈下量は一義的に累積し、各地点の地盤は毎年0.5~1.0cm ずつ沈下していることがわかる。この傾向は今後も継続される可能性があるが2004年ないし2005年からはやや収束する傾向も認められる。

この中で No.2地点は工事区域近傍に位置し、2000年12月以降に施工影響を受けて、沈下が急増している。

施工影響は建設発生土の盛土や排水による地中応力の増加と考えられる。なお No2でも沈下の収束傾向が見られ、これらの応力増加による圧密沈下が終了しつつあることを示している。

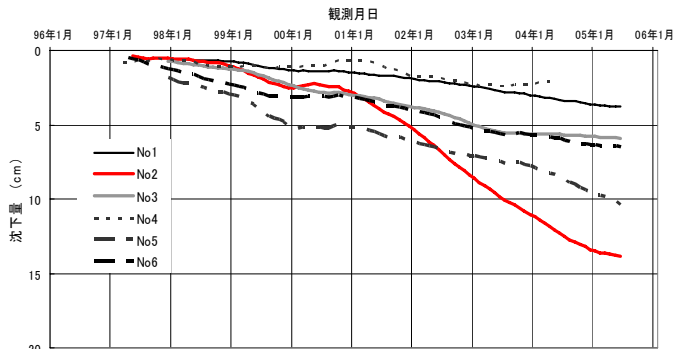


図-5 13か月移動平均による沈下量のトレンド

観測を実施した2006年12月までの累積沈下量と、泥炭、粘土層の層厚との関係を図-6にまとめた。

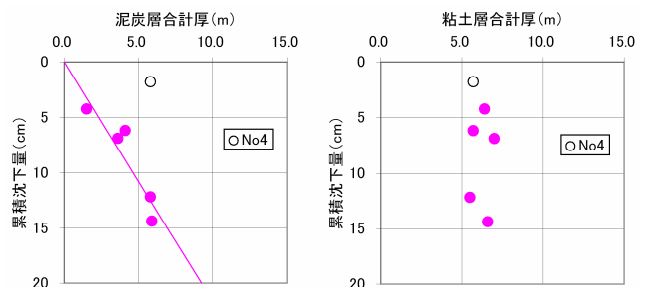


図-6 累積沈下量と軟弱層厚の関係

図-6で累積沈下量は No4を除き泥炭層厚と明らかな比例関係にあることが分かる。泥炭の圧密による広域的な地盤沈下は北海道特有のものと思われる。沈下の直接の原因が特定できず、市街地化する過程での雨水や融雪水の浸透阻害、交通振動などが原因と考えられる。

ただし沈下は泥炭の圧密沈下が主体であり、層厚に比例することが明らかとなったため、泥炭地での将来の増加地中応力を想定してプレロード工法などによる被害軽減策も今後検討したい。