

泥炭性軟弱地盤における小規模構造物（開水路）の基礎工について

トキワ地研株式会社 黒田 大貴

1. はじめに

泥炭は、主に繊維質で構成され、間隙比・圧縮性が非常に大きく、含水比は1,000%を超えるものもあり、せん断強度が小さい。

このことから、土木工事においては非常に厄介な地盤であり、調査段階において、泥炭の性状と分布域を把握することは、極めて重要である。

本事例は、泥炭性軟弱地盤分布域で計画されている農業用水路の改修工事に伴う地質調査である。

現地踏査では、既設用水路の縦断方向の凹凸、水路目地の開き等の変状が確認された。

既往資料等から、これらの変状の要因は、泥炭を含めた軟弱地盤の分布状況の違いによる不同沈下の可能性が高いと判断し、機械ボーリングと機械式コーン貫入試験、ピートサンプリング及び室内土質試験を実施して軟弱地盤の分布や性状の詳細を把握した。

また、北海道内における軟弱地盤分布域での小規模構造物（開水路等）の基礎工では、長尺な支持杭を採用すると著しく不経済となるため、木杭を用いた摩擦杭の施工実績が多くなっている。

計画路線近傍の改修済み既設用水路の基礎工には、摩擦杭（木杭）が採用されており、本計画用水路においても木杭を前提とした地質調査を実施した。

2. 調査概要と調査結果

(1) 地形・地質概要

調査地周辺は、湿地帯を主体とする低地が広がる地形であり、その周辺には標高20～120m程度の数段の段丘面が分布する。

調査地は、既存資料等から沖積層（泥炭、粘土、砂）が分布し、支持層は最大木杭長（7.2m）よりも深いと想定された。

(2) 既設用水路の状況

用水路は約50年以上経過している施設であり、業務開始時点での変状として、「縦断方向の凹凸」、「水路目地の開き」が確認された。

沈下量は、SP0～SP400で20cm程度、SP400～SP750で10cm程度であり、これらの沈下は路線全体で見られるが、特に起点側（SP100～SP150）では相対的に大きな沈下が確認された。

表-1 土層構成一覧表

地質時代	地層	土質記号	確認層厚 (m)	平均 N 値 (回)	平均 qc値 (kN/cm ²)	自然含水比 w %	
第四紀	親世 (人工堆積土)	Bk	1.5~2.2	1	2720	31	
	更新世	As	1.4~2.2	0	360	390	
		沖積層	Avs	4.8~7.4	3	560	80
			Dv	2.8	0	1220	68
1997.6.27現在		10.0m 以下		5	1220	68	

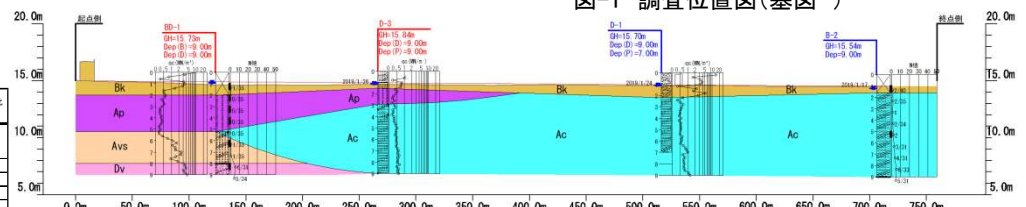


図-2 地質断面図



写真-1 現況用水路状況



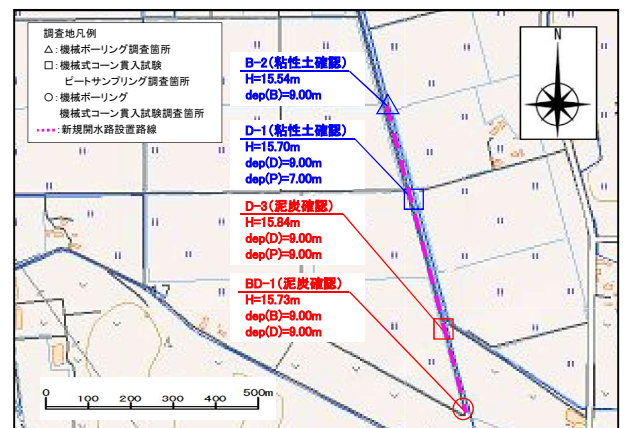
写真-2 現況用水路状況

(3) 現地調査結果

調査対象路線となった幹線の延長は約750mである。

路線全体の地質状況を把握する目的で約200m毎に1箇所、合計4箇所の調査を行った。（図-1）

調査深度は、木杭（摩擦杭）による基礎処理を前提に、調査深度＝計画水路高+最大木杭長（7.2m）＝9.0mを目安とした。

図-1 調査位置図(基図¹⁾)

(4) 調査結果

地質断面図(図-2)に示すように、計画路線の地質は、盛土(Bk)、泥炭(Ap)、粘性土(Ac)、火山灰質砂(Avs)、火山灰(Dv)の5層で構成される。

泥炭層(Ap)は、起点からSP400付近まで分布しており、起点側で最大層厚(3.2m)を有し、終点側に向かって徐々に層厚を減じてSP400付近で消滅するものと推測される。

本調査結果から、既設用水路の変状について検討し、泥炭分布域(起点～SP400)での沈下量が大きいことから、泥炭層(Ap)と粘性土層(Ac)の圧密特性の相違による不同沈下によるものと判断した。

3. 基礎工の検討

橋梁等の土木構造物の杭基礎の支持力算出時には、安全側の設計として、極軟弱層の周面摩擦力を見込まない場合がある。

しかし、小規模構造物を対象とした摩擦杭(木杭)の支持力は、軟弱層の周面摩擦力のみを考慮し算出する手法が採用される例が多い。

従って、摩擦杭(木杭)の支持力を算出する上で、粘着力の値が重要となる。

文献によると、軟弱層の粘着力の設定方法については、以下に示す記載がある。²⁾

「N値が5以下の軟弱層では、粘着力をN値により推定することは信頼性に乏しいのでN値により最大周面摩擦力度を推定してはならない。しかしながら、N値は小さくても粘着力Cが大きく、周面摩擦力が期待できる場合もあるので、別途土質試験により粘着力を求め、これにより最大周面摩擦力度を推定してよい。」

計画路線内に分布する泥炭性軟弱地盤は、泥炭層(Ap)と粘性土層(Ac)であり、上述の文献の記述をもとに各層の粘着力を以下の手法で設定した。

(1) 泥炭層(Ap) 粘着力Cの設定

機械式コーン貫入試験結果から泥炭層(Ap)の平均 q_c 値 360kN/m^2 を使用し粘着力Cを設定した。

粘着力C(泥炭) $=q_c \times 1/20 = 18.0\text{kN/m}^2$ が算出された。³⁾

(2) 粘性土層(Ac) 粘着力Cの設定

機械式コーン貫入試験結果では、粘性土層(Ac)の平均 q_c 値は 560kN/m^2 であった。

ここで、泥炭層(Ap)と粘性土層(Ac)の平均 q_c 値を比較すると、粘性土層(Ac)の方が強度比で約1.5倍程度大きい。

しかし、一軸圧縮試験結果($q_u = 32.5\text{kN/m}^2$)から算出した $C = q_u/2 = 16.2\text{kN/m}^2$ ³⁾が泥炭層(Ap)の粘着力(18.0kN/m^2)を下回ったため、この理由について検討した。

今回の粘性土層(Ac)は、全体に有機物が混入しており、圧縮時の破壊ひずみ ε_f が6%を超えていることから一軸圧縮試験結果を用いた $C = q_u/2$ による粘着力の算出が適切ではなく、泥炭性軟弱地盤として取扱うべきと判断し、粘着力 $C = q_c \times 1/20 = 28.0\text{kN/m}^2$ を設定した。⁴⁾

表-2 一軸圧縮試験結果

土層名	土質名	一軸圧縮強さ $q_u (\text{kN/m}^2)$			破壊ひずみ $\varepsilon_f (\%)$		N値	
		1 (供試体)	2 (供試体)	平均	1 (供試体)	2 (供試体)	深度 (m)	回
粘性土層	有機物混じり粘土	33.2	31.7	32.5	7.9	11.1	2.15～2.45	2

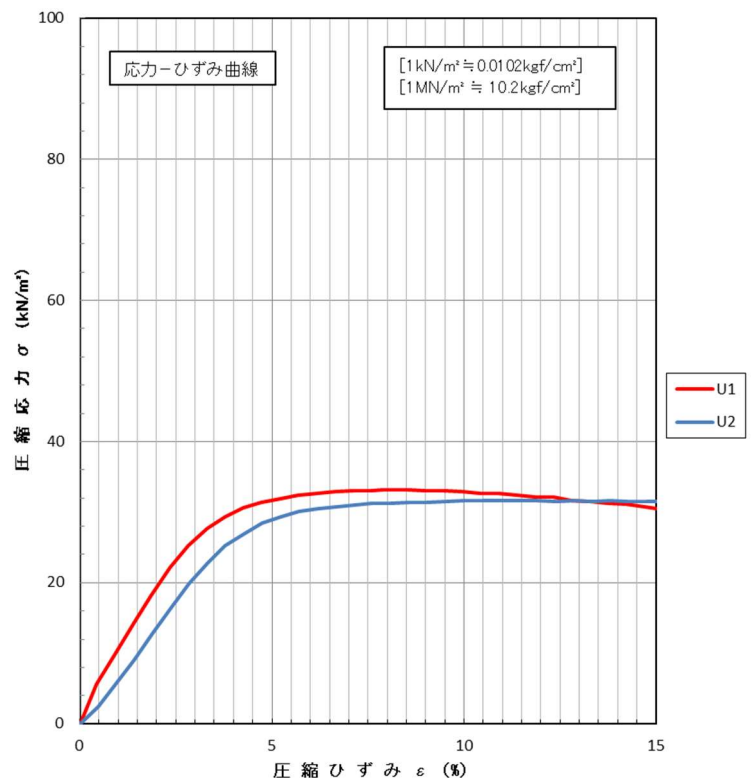


図-3 粘性土層(Ac)の一軸圧縮試験結果

4. まとめ

現地踏査によって変状の詳細を把握し、これに基づき変状の要因を想定した調査計画の立案と調査を実施し、変状の要因を把握することができた。

また、調査結果から抽出された問題点を留意点として後続の設計業務に提供することができた。

今後、泥炭性軟弱地盤に関する業務を多数経験し、さらなる技術の向上を目指したいと思っている。

《引用・参考文献》

- 1) 国土院：地理院地図
<https://maps.gsi.go.jp>（確認日:2019.6.10）
- 2) 社団法人 北海道農業土木協会：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」,2018
- 3) 社団法人 農業農村工学会：土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」,2014
- 4) 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策マニュアル,2017