

浮き型式地盤改良を施した泥炭性軟弱地盤上の拡幅盛土

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○橋本 聖
 同上 正会員 西本 聡
 同上 正会員 林 宏親

1. 目的

堅固な地盤まで改良せず軟弱地盤内に改良部を浮かせた形式（以後、浮き型式地盤改良）は、北海道に広く分布する泥炭性軟弱地盤に対して深層混合処理工法（以降、DMM）を用いた試験施工が実施¹⁾され、改良効果が確認されている²⁾³⁾。一方、近年では、経済性、施工性に優れる矩形改良のトレンチャー式攪拌工法（以降、TMM）が多く用いられているが、泥炭性軟弱地盤において浮き型式地盤改良を実施した事例がなく、盛土を構築する際に生じる沈下挙動や周辺地盤へ与える影響が定かではない。本報は、泥炭性軟弱地盤においてTMMによる浮き型式地盤改良上に構築した拡幅盛土の動態観測結果から、本改良形式の有効性を述べる。

2. 概要

2. 1 地盤条件

表-1 地盤条件

土層	記号	深度 (m)	N値	γ (kN/m^3)	ρ_s (g/cm^3)	W_n (%)	L_i (%)	I_p (%)	k (cm/s)
泥炭	Ap	1.0~2.2	0	10.5	2.06	336	37.6	-	2.30E-05
泥炭混り粘土	Ac1	2.2~3.8	0	12.6	2.5	145	10.4	92.5	-
粘土	Ac2	3.8~10	0	13.7	2.46	116	6.3	60.5	1.32E-06
風化泥岩	Kt-w	10~	10	18.0	-	-	-	-	5.15E-07

施工箇所における地盤の物理特性を表-1に示す。施工箇所の地盤は地表面近くに泥炭（Ap）、下位に泥炭混り粘土（Ac1）と粘土（Ac2）が堆積し、その下に基盤となる風化

泥炭（Kt-w）が続く構成となっている。ボーリング調査から得られた地下水位は GL-1.1m、泥炭（Ap）の自然含水比は $W_n=336\%$ で繊維分が多く含まれており、強熱減量は $L_i=37.6\%$ である。粘土（Ac2）の自然含水比は $W_n=116\%$ であり、サンドシームなど排水層となる要因が無い非常に均質な粘土層である。なお、原位置試験の結果、地表面から GL-10m までの N 値は $N=0$ と極めて軟弱な地盤である。基盤となる風化泥岩（Kt-w）は現場透水試験より $k=5.15E-07$ (cm/s) が得られたが、風化泥岩の最上層部には 0.5m ほどの貝殻片が多量に混在している。

2. 2 設計・施工概要

図-1に施工断面および観測計器配置箇所を示す。拡幅盛土の安定性は円弧すべり法により、すべり安全率 $F_s=1.2$ を満足する浮き型式地盤改良（TMM）の設計基準強度 ($q_{uck}=60\text{kN/m}^2$) を設定した。なお、改良範囲は泥炭（Ap）、泥炭混り粘土（Ac1）層の拡幅盛土の直下（改良幅：10m、改良深：3m）とした。

一方、供用開始後 3 年間に発生する残留沈下量（Sr）を $S_r=5\text{cm}$ 以内とした場合、一次元圧密計算（片面排水）では盛土完了後の放置期間が拡幅盛土中央部（S2）において 2 年 9 ヶ月要する検討結果であった。施工は 10 日間で必要盛土高 $H_t=2.9\text{m}$ を構築した。動態観測機器は、地表面沈下板、間隙水圧計、孔内傾斜計、地表面変位杭であるが、以降、地表面沈下板と地表面変位杭の計測結果を報告する。

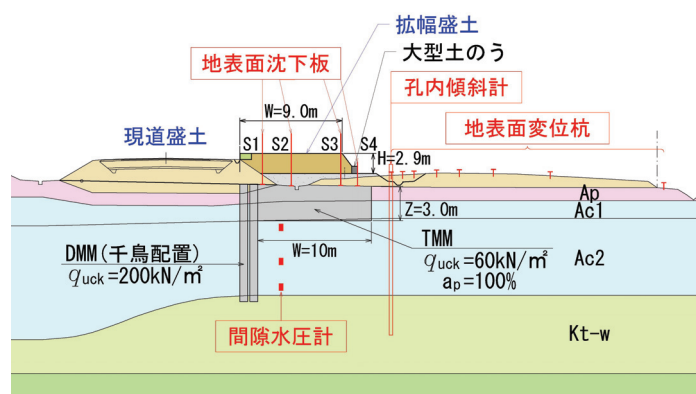


図-1 施工断面および観測計器配置箇所

キーワード：浮き型式地盤改良，トレンチャー式攪拌工法，泥炭性軟弱地盤，動態観測

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 寒地土木研究所寒地地盤チーム TEL:011-841-1709

3. 動態観測結果

拡幅盛土の各位置 (S1～S4) における沈下量と経時変化を図-2に示す。経過日数 60 日に盛土施工を開始して、以降、経過日数 770 日まで実測した値を丸、三角 (○, △) で示す。それ以降は双曲線法により沈下量を推定し破線で示した。一方、設計沈下量および沈下時間は、拡幅盛土の構築によって粘土層 (Ac2) の 1/2 の深度に生じる各位置 (S2～S4) の増加応力をブーシネスク法、沈下量を $e\text{-log}p$ 法によりそれぞれ算出し、実線で表記した。

一次元圧密計算の結果、盛土中央 (S2) が最も大きく沈下し、順に法肩 (S3)、法尻 (S4) と小さくなった。一方、一次元圧密の沈下計算と比較して S2～S4 の実測値は一樣で小さい沈下量であった。これは、ある程度の剛性を有する浮き型式地盤改良上に盛土荷重が作用するため、改良地盤下 (粘土層 (Ac2)) に一樣な応力が伝達されたこと、現道盛土との境界部に設置した着底式 DMM が拡幅盛土の荷重の一部を負担したことによると考えられる。実測の沈下は経過日数 200 日以降で緩やかとなり、経過日数 330 日で S1～S4 すべてにおいて残留沈下量 (経過日数 2,000 日を拡幅盛土の供用開始後 3 年後と仮定) が $S_r=5\text{cm}$ 以内になった。

図-3に盛土法尻からの離れにおける鉛直変位と水平変位を示す。なお、鉛直変位の (－) は隆起、水平変位の (－) は盛土側への変位を表している。鉛直変位は法尻からの離れに関わらず、盛土完了直後からほとんど変化が確認されなかった。また、水平変位は盛土直後に盛土側、時間の経過に伴い盛土の反対側への挙動が確認されたが、大きな変位は生じていない。

一般的に軟弱地盤上に盛土を構築した場合、盛土を構築した直後ではせん断変形に伴い側方地盤が隆起して、時間の経過によって圧密が進行して引込み沈下が生じるが、TMM による浮き型式地盤改良上に盛土を構築した場合では、パイル形式と同様に周辺地盤への影響が小さく留まっていた⁴⁾。これらは、ある程度剛性を有する浮き型式改良地盤が均等に圧密沈下したものの、沈下量が小さく、改良地盤端部の地盤へ与える影響が小さかったと考えられる。

4. 考察

TMM による浮き型式地盤改良は、現道盛土の不同沈下抑制として非常に効果的であり、盛土の安定対策、側方変位対策および沈下対策として有効であることがわかった。特に、泥炭性軟弱地盤で浮き型式地盤改良を実施する場合、圧縮性の高い泥炭 (Ap) や泥炭混り粘土 (Ac1) を改良対象層とすることが、より沈下量の低減に寄与したと考えられる。今後、このような地盤条件に資する簡易な沈下量の算出方法を整理したい。

【参考文献】

- 1) 山田祐幸、小野裕二、澤井健吾：コスト縮減を目的とした低改良率による深層混合処理工法の試験施工について、第 47 回北海道開発局技術研究発表会、pp. 5-12、2004
- 2) 城戸優一郎、西本聡、林宏親、橋本聖：泥炭性軟弱地盤における浮き型・低改良率深層混合処理の改良効果、寒地土木研究所月報 No. 650、pp. 45-52、2007
- 3) 梶取真一、西本聡、林宏親、橋本聖：泥炭性軟弱地盤における浮き型・低改良率深層混合処理の改良効果 (その 2)、寒地土木研究所月報 No. 595、pp. 30-36、2009
- 4) 井上靖武、三木博史、落合英俊、増田博行：浮き型低改良率セメントコラム (F-LCC) 工法の道路盛土での改良効果、第 48 回地盤工学シンポジウム、pp. 181-184、2003

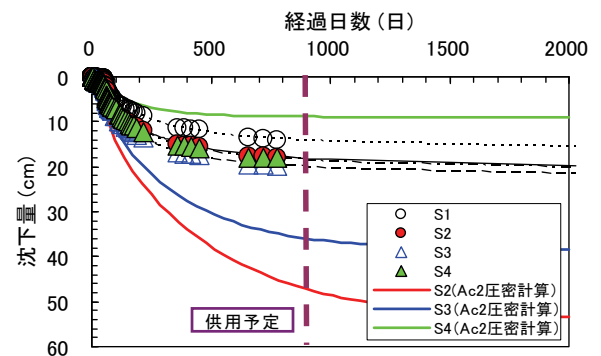


図-2 盛土地表面沈下量の経時変化

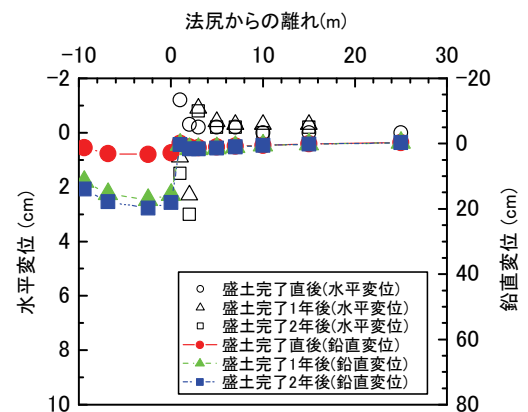


図-3 法尻からの鉛直・水平変位