

碎石マット併用低改良率地盤改良の効果について

土木研究所 寒地土木研究所

正会員 ○橋本 聖

同上

正会員 林 憲裕

同上

正会員 林 宏親

同上

正会員 山木 正彦

1. 目的

北海道に広く分布する泥炭は、粘土と比較して極めて軟弱で非常に高い圧縮性を有している。このような地盤条件に盛土の安定対策としてセメント等による固化改良体（以下、改良体）を採用する場合、盛土の沈下および安定に対して複合地盤とみなせる、と経験的に判断された改良率 $a_p=50\%$ 以上が用いられる¹⁾。盛土直下を $a_p \geq 50\%$ とすれば改良効果は期待できるが、他の地盤改良工法と比較して費用が割高のケースが多い。

本稿では、軟弱地盤上に早期に盛土が構築できる経済的な『碎石マット併用低改良率（ $a_p=10\%$ ）地盤改良』について、試験施工による各種の計測結果を踏まえて本技術の効果を考察した。

2. 試験概要

『碎石マット併用低改良率地盤改良』とは、低改良率（ $a_p=10\%$ ）の改良体を盛土直下全面に施工し、その上に碎石層（層厚 $t=0.5\text{m}$ ）をジオテキスタイルで覆い囲んだ「碎石マット」と称した対策を併用した軟弱地盤対策工法である（図-1）。試験施工箇所における地盤の土層構成および物理特性を図-2に示す。土層は地表面近くに泥炭（Ap）、下位に粘性土（Ac1）、粘性土（Ac2）が堆積し、その下に砂質土層（As）と砂礫層（Ag）を挟んで基盤とする砂岩（Yt）が続く構成である。各層の詳細については既往文献2)を参照されたい。試験施工の断面図、平面図を図-3に示す。設計、施工の詳細は既往文献3)を参照されたい。

施工は①固結工法（中層混合処理工法：MITS 工法）、②碎石マット、③盛土の順に実施した。MITS 工法で改良体を構築した後、改良体上の Ap 層を 0.5m 掘削しジオテキスタイルを敷設した。ジオテキスタイル上に切込み碎石（ $0-80\text{mm}$ 級）を仕上り厚 $t=0.5\text{m}$ となるよう締固め度 $D_c=90\%$ で締固めし、その後、切込み碎石をジオテキスタイルで覆い囲んで板状にした。

盛土は3段階に分けて施工した。1次盛土は拡幅盛土全幅 18m を2層（盛土厚 $t=0.8\text{m}$ ）構築した後、2次盛土は盛土幅 10m を施工速度 $30 \sim 60\text{cm/day}$ 、3次盛土では盛土幅 8m を同じく 10cm/day でいずれも計画盛土高 $H_p=3.2\text{m}$ まで構築した。

調査は盛土構築時および3次盛土を構築した後、約2年にわたり、沈下板、間隙水圧計、孔内傾斜計、ジオテキスタイルひずみを用いて計測を実施し、本技術における盛土の安定性および碎石マットの健全性を評価した。

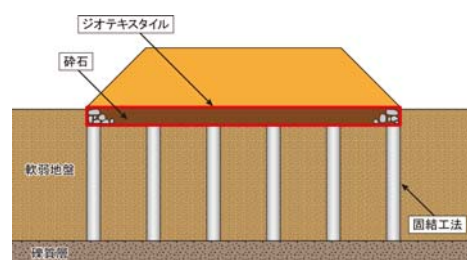


図-1 碎石マット併用低改良率地盤改良

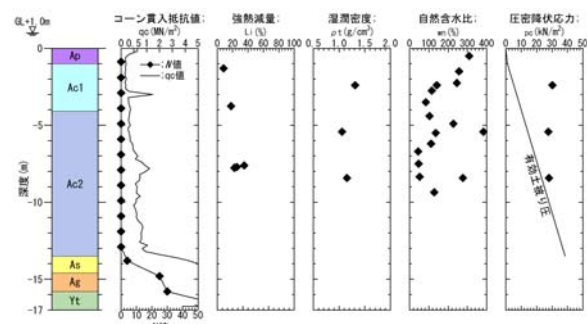


図-2 土層構成および物理特性

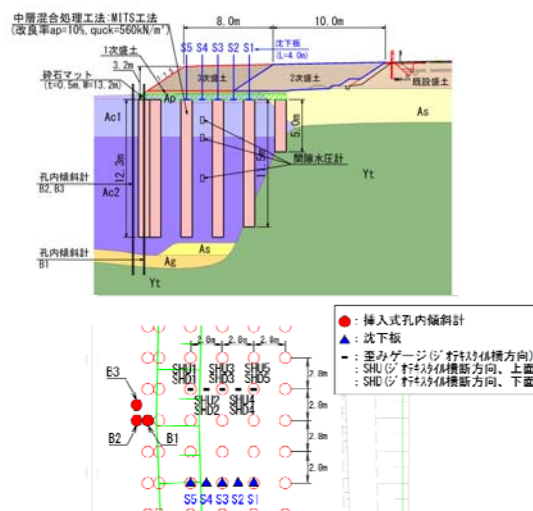


図-3 試験施工の断面図および平面図

キーワード：低改良率地盤改良、ジオテキスタイル、試験施工

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. 試験結果と考察

図-4 に 1 次盛土開始からの間隙水圧および沈下履歴を示す。1 次盛土から 3 次盛土における沈下の経時変化に関する考察は既往文献 3) を参照されたい。1 次盛土の開始から経過日数 1,850 日 (3 次盛土構築後 2 年) の改良体直上の総沈下量は 11~17cm、未改良地盤の総沈下量が 24cm で相対的な沈下(不同沈下)量の差は約 10cm であった。

間隙水圧は各深度ともに盛土構築による水圧の上昇は小さく、静水圧に近い状態にあることが確認された。これは、碎石マットがある程度の剛性を有するため、概ね剛性の高い改良体に応力が多く伝達したためと考えられる。

図-5 a)~c) をみると、1 次盛土および 2 次盛土終了後では深度 5m 附近をピークとした変形モードであるのに対して、3 次盛土終了後以降は倒れ込むような挙動を示した。しかしながら、B1~B3 の変形モード、変形量をみると概ね同等であることから、改良体間の未改良地盤(B2)には側方流動によるすり抜けは生じていないと判断でき、改良体と未改良地盤は一体的に挙動していると考えられる。

以上より、地盤内水平変位量および一部、沈下量は経時的な増加傾向がみられるが、盛土表面や法面に凹凸やクラックなどは確認されなかったため、盛土の安全性に影響は無いと考えられる。

図-6 にジオテキスタイルひずみ(以降、ひずみ)の経時変化を示す。ひずみ(ε)は 3 次盛土を構築するに従って増加傾向にあり、特に碎石マット上面では SHU1~SHU5 のすべてで増加した。これは、碎石マット全体に引張力が働いたことを示す。碎石マット下部の SHD2、SHD4 のひずみは 3 次盛土構築後も増加傾向にあった。SHD2、SHD4 のひずみが増加した理由として、盛土荷重が碎石マットを介して改良体間の未改良地盤に作用したことによるクリープと考えられる。ただし、観測時の最大ひずみは $\varepsilon=1.4\%$ (SHD4) で使用したジオテキスタイルの設計強度に相当するひずみ($\varepsilon=7.6\%$)よりも小さい。3 次盛土構築から約 2 年経過したが、ジオテキスタイルの強度に対する健全性は十分満足しており、碎石マットの機能は十分維持しているといえる。

4. まとめ

本報告は、『碎石マット併用低改良率($a_p=10\%$)地盤改良』による試験施工で得られた一連の計測結果より、盛土の安定性(改良効果)および碎石マットの健全性について評価したものである。計測の結果、3 次盛土を構築して約 2 年経過した沈下、地盤内水平変位、ジオテキスタイルひずみの一部は増加する傾向にあるが、盛土の安定性ならびに碎石マットの機能は維持していると考えられる。

【参考文献】1) (独)土木研究所寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル、2011。2)橋本、林、林：碎石マット併用低改良率地盤改良の不同沈下抑制効果に関する検討、地盤工学会北海道支部技術報告集 第 56 号 pp.1-8、2016。3) 橋本、山梨、林、山木：泥炭性軟弱地盤における低改良率地盤改良と碎石マット併用法の改良効果、(公社)日本材料学会 第 11 回地盤改良シンポジウム論文集 pp.355-360、2014。

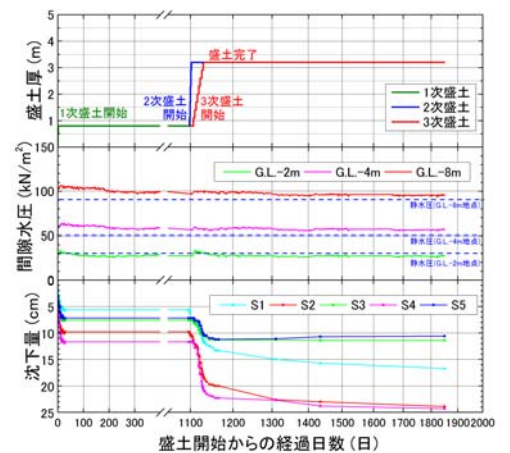


図-4 間隙水圧および沈下量

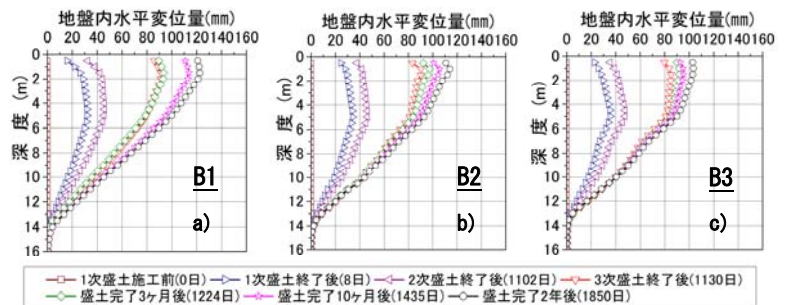


図-5 地盤内水平変位

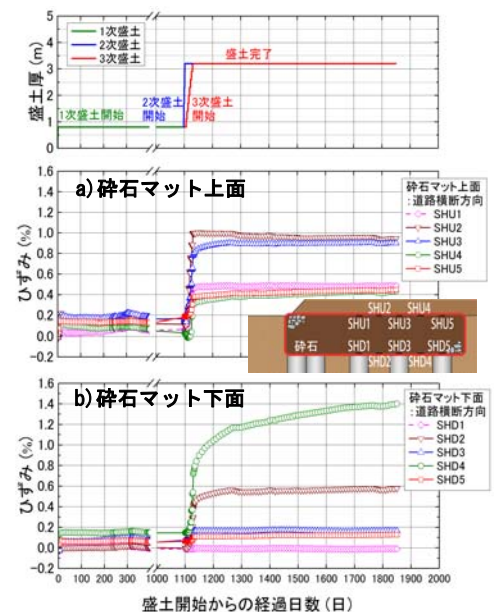


図-6 ジオテキスタイルひずみ

(+ : 引張り、- : 圧縮)