

流れ軟弱地盤上における盛土構造の変状と対策について

株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 賛助会員 ○佐竹 将典
東日本高速道路株式会社 東北支社 非会員 佐藤 圭

1. はじめに

秋田自動車道の軟弱地盤地域を通過する、ある盛土区間では、建設段階において深層混合処理工法（DJM）とサンドドレーン工法（SD）を併用した地盤改良にて対策を講じている。しかし、施工まもなく盛土部のひび割れなどの変状が見られたため、押さえ盛土やDJMの追加施工を行ったが、供用開始から20年以上経過した現在でも、断続的に路面および土工に変状が発生している。

本報文は、これまでの変位杭や地中変位計による観測データの分析を基に、流れ軟弱地盤上における盛土構造物の変状要因と、その対策法の提案を行うものである。

2. 当該地の地盤構成

当該地は沢地形のへり部を通過しているため、基盤面が横断方向に傾斜し軟弱地盤が流れ構造となっている。また、基盤面は旧沢地形の影響を受け、横断的にも縦断的にも極めて複雑な形状を示している。軟弱層はボックス部を境界として起点側は厚く、終点側は比較的薄く分布しており、同一盛土内で軟弱層厚が大きく異なることが特徴的である（図-2、図-3、図-4）。

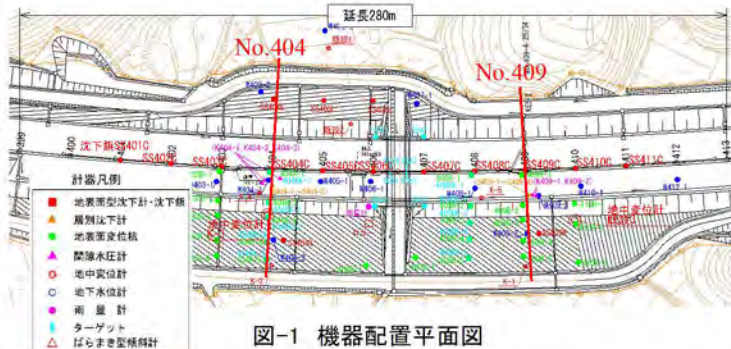


図-1 機器配置平面図

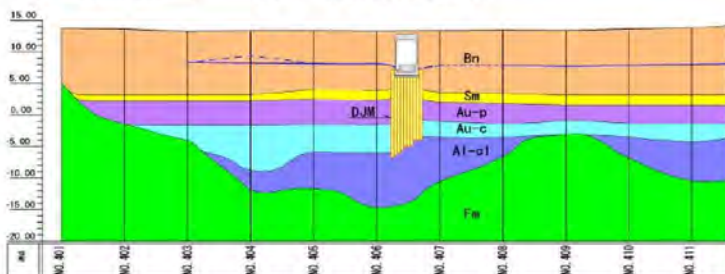


図-2 想定地質縦断面図

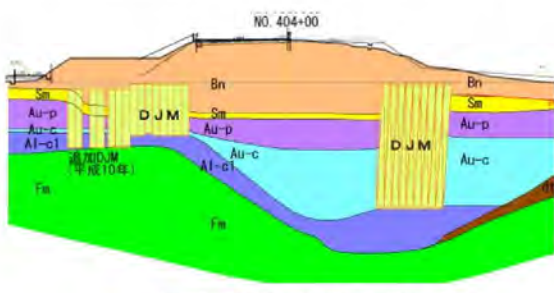


図-3 想定地質横断面図(No.404)

地質時代	地層名	記号	層の総厚 ①内は平均値	記号
新第三紀	盛土	Bn	2~11(6)	道路盛土。
	サンドマット	Sm	2~11(7)	盛土下部のサンドマット。
	高有機質土	Au-p	0~7(2)	水分率の多い有機質土を多量に含む層からなる。層厚は30%~50%で表層に厚くなる。
	粘性土	Au-c	0~9(1)	砂分や有機物を多く含む不均質な砂質粘土~粘質シルトからなる。
新生代	粘性土	Al-cl	2~11(5)	所々に層分を多く含む。
	腐植性堆積物	dt	6~10(7)	砂・礫・粘土からなる。
中新世	船川層	Fm	8~150(33)	灰色を呈する泥岩。上部は風化しており土砂状に採取される。

図-4 想定地質横断面図(No.409)

3. 動態観測結果

当該地で図-1 に示す観測機器などにより実施している沈下や側方移動に関する動態観測結果は次のとおりである。図-5 に沈下儀の計測による盛土CL付近の沈下量を示す。ボックス部を境界に、起点側ではNo.403側線、終点側ではNo.408側線の沈下が大きく、バラツキがあるものの沈下は継続している。軟弱層は起点側で厚いが、沈下量は終点側で大きく、軟弱層厚には比例していない。次に、図-6 に地表面変位杭の観測による地表面の変位方向とその量を示す。全体として本線右側、終点側への変位が見られ、特にボックス終点側では右側への変位が大きい。また、DJM部を除くII期線盛土部、押さえ盛土部で沈下が観測されている。最後に、図-7 にDJM部に設置した地中変位計の深度分布図を示す。継続して右側への変位が進行しており、DJM杭の設置深度と比較するとDJM杭下端と同じ深度から傾くように変形している。

キーワード 軟弱地盤, 動態観測

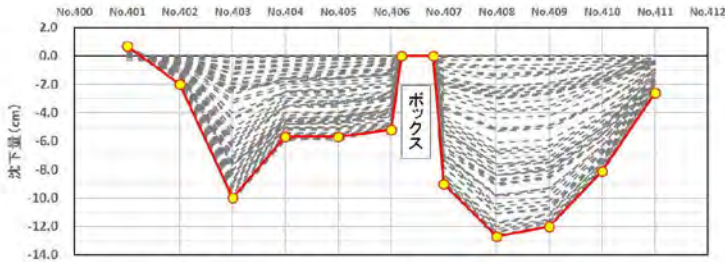


図-5 本線盛土CL部の沈下量(観測期間 2015/5~2021/12)

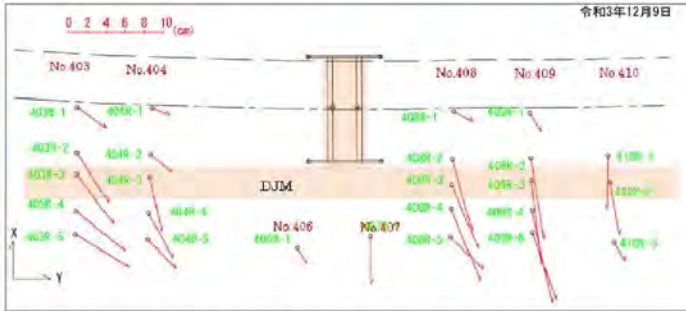


図-6 地表面変位杭の変位方向図(観測期間 2016/4~2021/12)

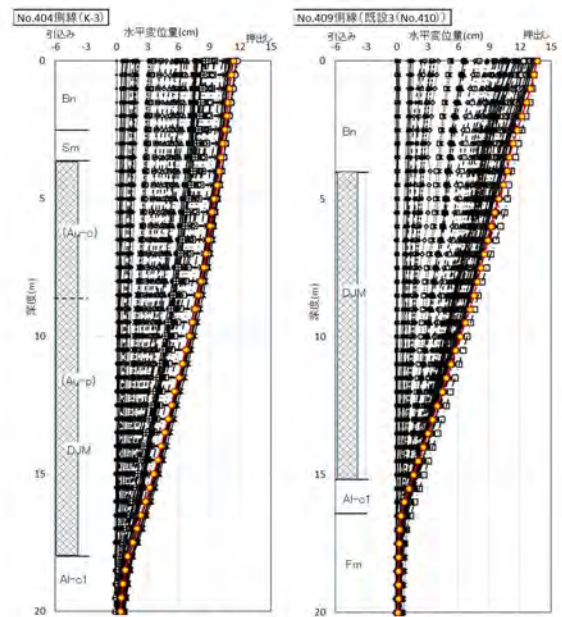


図-7 地中変位計の深度分布図
(観測期間 2015/7~2021/12)

4. 変状要因の推定

(1) 沈下：間隙水圧計による観測結果より、間隙水圧は地下水位の動きと連動しており、圧密沈下を発生させる過剰間隙水圧は発生しておらず、継続する沈下は軟弱層の二次圧密が進行しているものと考えられる。また、層別沈下計では盛土層の沈下も観測されている。盛土層の沈下の要因として、DJM 杭の傾倒による盛土の変形や盛土材のスレーキングによる盛土自体の圧縮などが考えられる。

(2) 側方変位：当該地の地表面は本線右側および終点側へ押し出される傾向が観測されている。また、地中変位計においても同様に右側への変位が観測されている。特に No.409 側線の地中変位計では、DJM 部より右側の押しえ盛土部においても、DJM 部と同様に DJM 下端から倒れこむような変形が観測されており、DJM 杭の傾倒が側方変位の一因と考えられる。また、流れ軟弱地盤上における軟弱層厚の違いによる沈下差の発生や、押しえ盛土の沈下による受動土圧の低下が DJM 杭の傾倒の一因となり当該地の変状がさらに進行しているものと推察される。

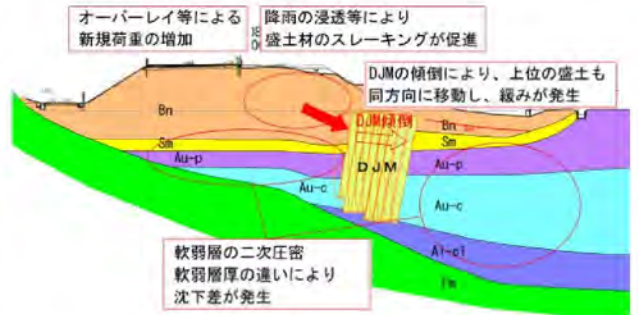


図-8 盛土の変状要因の推定

5. 対策法

当該地の変状は軟弱層の沈下に加え、盛土層の圧縮や変形も影響を与えており、それらは DJM 杭の傾倒が一因と推察される。すなわち、側方変位の抑制が当該地の変状の抑制につながる。側方変位への対策として、安定計算上では追加押しえ盛土の施工により受動土圧を大きくすることで DJM 杭の傾倒を抑制することができる。そこで、一次対策として、追加押しえ盛土を施工する。その後、仮に追加押しえ盛土が再び沈下した場合にはその効果が減少する恐れがあることから、二次対策として、押しえ盛土下の地盤改良などの沈下対策を検討する。地盤改良工法として、当該地で施工実績のある DJM や真空圧密などが考えられるが、DJM を採用する場合には既設 DJM のように傾倒することがないように基盤面 (Fm 層) までの施工が肝要である。今後、一次対策として追加押しえ盛土工事が計画されている。その効果が二次対策の施工や規模の検討にも影響を及ぼすことから、施工後まで動態観測を継続し、その効果を検証したい。

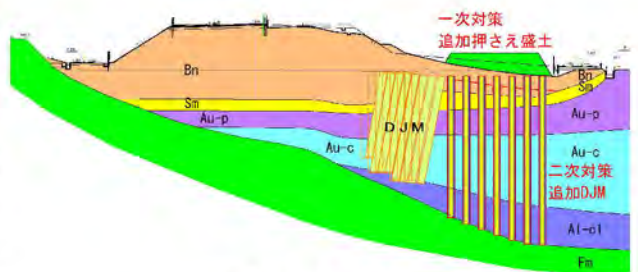


図-9 対策法