

有機質土地盤における軟弱地盤対策工と効果判定

株ダイヤコンサルタント ○高坂 敏明・五十嵐 勝

1. はじめに

有機質土地盤に盛土を施工した場合、沈下量の大きさもさることながら、側方への押し出し、隆起および、引き込み沈下など周辺地盤へ与える影響も非常に大きいといわれている。本報告では、有機質土地盤の道路盛土施工箇所で実施した動態観測結果から得られた側方変位、盛土荷重取り除きに際してのリバウンドに関するデータを整理し、報告する。

2. 地盤状況

観測を実施した地盤は、図-1に示すように、自然含水比400～1000%，初期隙比9～14の高有機質土が表層から5m程度、この下位に自然含水比100～150%前後の粘性土が3～20mと厚く堆積している地区である。

軟弱地盤解析では、盛土厚8.5mに対し、沈下量が約590cm程度に算定されている。なお、当地区には、安定・沈下対策として深層混合処理工、サンドドレーン工が施工されている。

3. リバウンド発生状況

図-2に観測地点全域の沈下曲線を示す。

同図によると、観測開始から600日までの総沈下量は200～600cmに達し、その後、サーチャージ盛土の取り除きが行われ、この荷重除荷とともにリバウンドが計測されている。

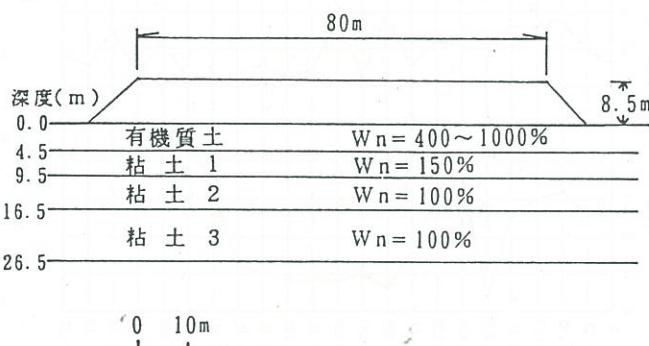


図-1 土質断面図

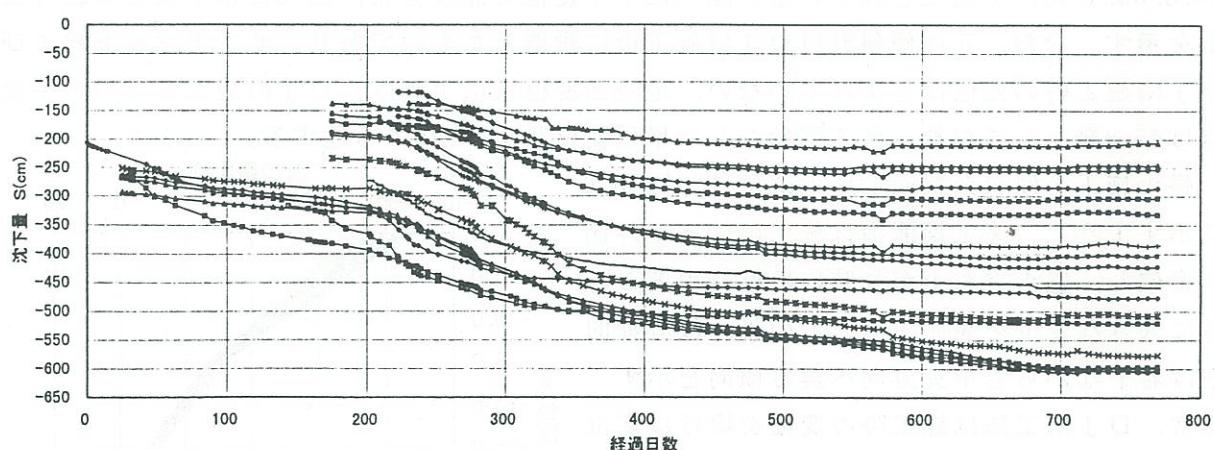


図-2 実測沈下量

同図によると、観測区間での隆起は荷重除荷に敏感に反応し最大10cm程度生じており、約1～4週間で収束傾向となる。

図-3に各測点におけるリバウンド量と軟弱層厚の関係を示す。同図をみると、軟弱層の薄い地点でリバウンド量が相対的に多く、厚い地点では少ない傾向を示す。これは、観測

区間の施工盛土厚が $H=7.0 \sim 8.5$ m ではほぼ一定であるが、軟弱層厚が薄い地点では沈下量が少なく、これに伴いはぎ取り量、つまり除荷荷重が大きくなることに起因するものと考えられる。

このことから、リバウンド量と荷重の相関を以下に示す比率の関係でみると、図-4に示すように今回の応力範囲の中ではほぼ線形関係が認められ、おおむね荷重比が 0.3 以上になると圧縮量に対して膨張量が卓越し、リバウンド現象を生じている結果となる。

$$\text{リバウンド比} = \frac{\text{リバウンド量}}{\text{除荷前の沈下量}}$$

$$\text{荷重比} = \frac{\text{除荷荷重}}{\text{除荷前荷重}}$$

この線形関係を直線式で近似すると、

$$\text{リバウンド量} = (0.08 \times \text{荷重比} - 0.024) \times \text{沈下量} \quad \text{となる。}$$

仮に、函渠工のプレロードを想定した場合、プレロード荷重が 90% 程度の取り除きで、その時点の沈下量を 500cm とすれば、リバウンド量は 20cm 以上となる。

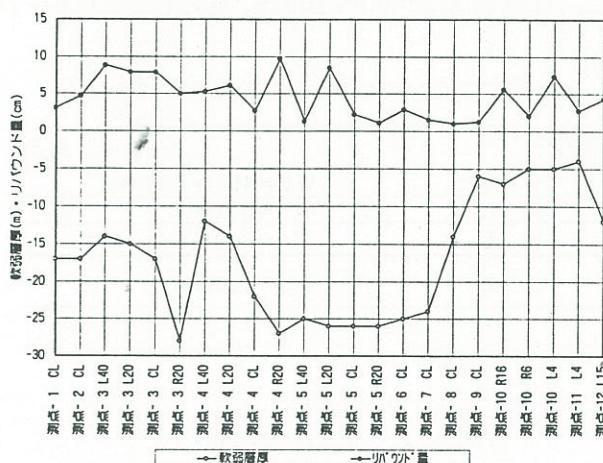


図-3 軟弱層厚とリバウンド量

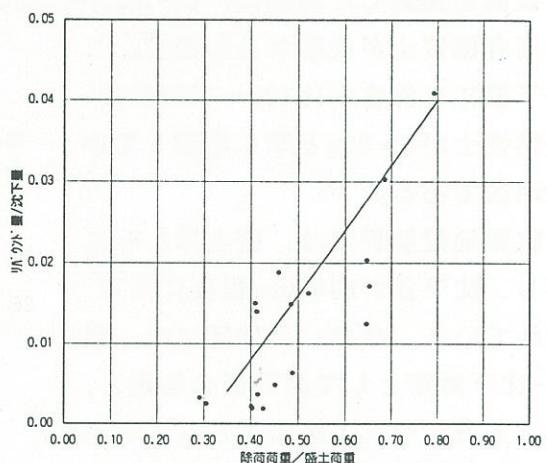


図-4 荷重比とリバウンド比の関係

4. 深層混合処理工の側方変位

観測区間のノリ部には安定対策として深層混合処理工（以下 D J M）が接円配置（改良率 78.5%, 5 列）で施工されている。図-5 に水平変位の深度分布、図-6 に水平変位の経時変化を示す。なお、孔内傾斜計は D J M 施工後に設置したものであり、サンドマットおよび D J M 施工時の変位は含まれていない。地表面変位杭によれば、D J M 施工までの水平変位は 45cm 発生しており、施工開始からの累積変位量は 130cm にも達する。

盛土施工と傾斜計杭頭変位の関係は、図-5, 6 に示すように、施工期間中は施工に伴って外側へ変位し、盛土立ち上がり時には 85cm 程度の非常に大きな変位を発生する。この後、放置期間中は若干ながらも中央方向へ戻る傾向を示す。通常、D J M 工法は施工時の変位を除けば変位抑制に効果がある工法であるが、当地区のように変位対策のための対策ではないにしろ、1m 近くの変位を生ずるのは珍しいケースであると思われる。

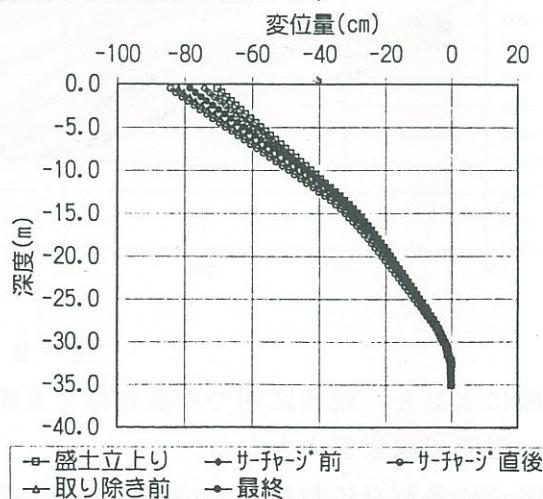


図-5 水平変位の深度分布

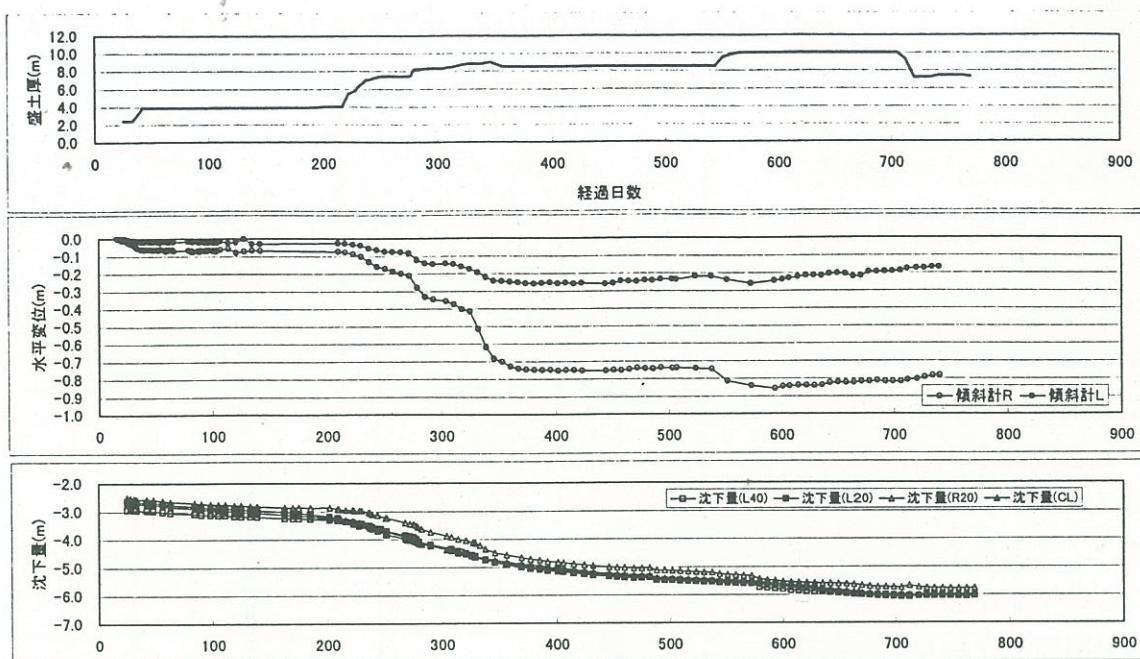


図-6 沈下量および水平変位の経時変化

5. D JM工の対策効果

動態観測結果をもとに、D JM工をノリ部に施工した場合の沈下および、側方変位を概略算定してみる。

解析モデルは弾塑性モデル(dacsar)を使用した。解析断面は動態観測主断面の盛土幅80m地点(ケースA)および、一般盛土部を想定した盛土幅25m(ケースB)の2ケースとした。なお、入力パラメータのうち、透水係数は沈下板および、間隙水圧計の観測結果から設計Cv値の6倍とした。限界状態の応力比は前述の強度増加率から求めた。K_o値は有機質土、粘土の一般的な値とした。その他の物性値は、沈下量がほぼ予測値に近いことから、設計値とした。なお、D JMは線形弾性体とし、施工管理試験の結果によると杭体強度が設計強度の数倍に達していることから弾性係数E=98070(kN/m²) {10000(tf/m²)}とした。

表-1 変形解析入力パラメータ

土層名	層厚 (m)	限界状態 応力比 M	不可逆比 Λ	間隙比 c	圧縮指數 λ	膨張指數 κ	ダイレクシ D	ボアソン比 ν'	静止土圧 係 数 K _o	単位体積重 量 γ _t (kN/m ³)	弾性係数 E (kN/m ²)	透水俓 k (cm/sec)
盛土	7.5							0.3	0.5	16.7	27460	1.0×10^3
サンドマット	1.0							0.3	0.5	18.6	27460	1.0×10^3
有機質土 (表層)	1.0							0.3		10.8 _s	690	3.5×10^6
有機質土	3.5	2.40	0.9	8.5	2.170	0.217	0.086	0.3	0.3	10.8		3.5×10^6
粘土1	5.0	1.20	0.9	3.5	0.955	0.095	0.159	0.3	0.5	12.8		1.5×10^6
粘土2	7.0	1.20	0.9	2.0	0.477	0.048	0.119	0.3	0.5	14.2		1.5×10^6
粘土3	10.0	1.20	0.9	2.0	0.477	0.048	0.119	0.3	0.5	14.2		8.0×10^5
砂	2.0							0.3	0.5	17.7	13730	1.0×10^3
D JM								0.3	0.5	12.8	98070	1.0×10^3

ケースA、Bの解析結果を図-6水平変位の深度分布、図-8鉛直変位の経時変化に示した。

この結果、ケースAでの鉛直変位は盛土立ち上がり1年後で計算値が529cmに対し、実測が544cmで、若干、実測値より遅れる結果となった。水平変位量は最大147cm発生し、実測値135cmに近い値が算定された。

これに対して、ケースBの場合には鉛直変位97cm、水平変位21cmとなり、ケースAと比較して、鉛直水平変位とも1/6~1/7程度まで減少する。

実際には、ノリ部にD JMを施工した場合、ノリ肩付近にクラックが発生し、この部分の強度が低下し、盛土がD JM未施工部分にくさび状に落ち込むことから、計算値で得られたほどでの低減効果はないと思われるが、通常の道路幅（4車線25m程度）であれば、ノリ部のみのD JM施工でも沈下量および、側方変位の低減効果が認められる結果が得られた。

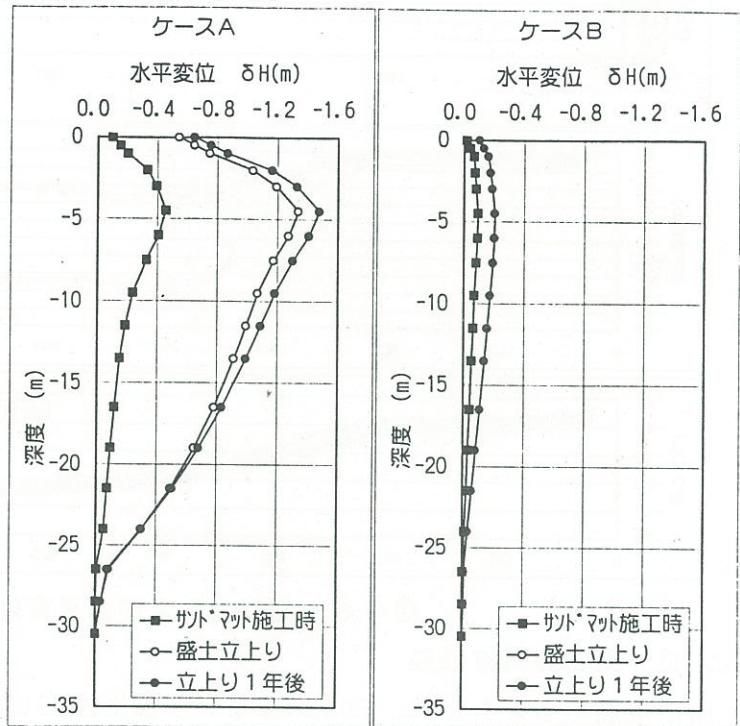


図-7 水平変位の深度分布

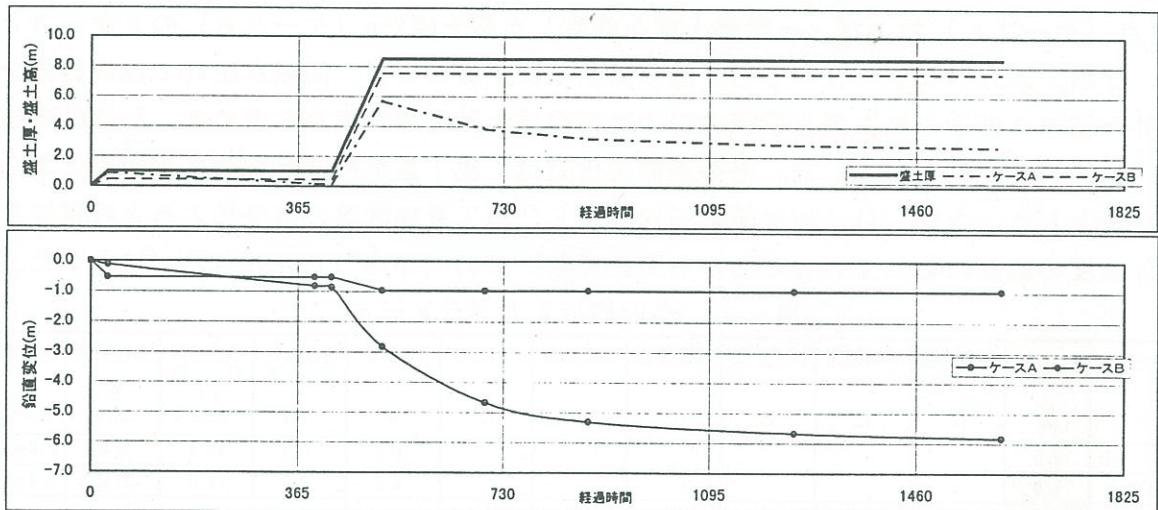


図-8 鉛直変位の経時変化

6. おわりに

以上のように、有機質土地盤のサーチャージ盛土取り除きに伴うリバウンド現象に荷重比とリバウンド比の線形関係が確認された。

また、FEM計算によって盛土幅の異なる場合のD JMによる水平変位および、沈下低減の傾向が認められた。一般に盛土本体部にD JMを施工した場合の沈下低減は道路土工指針、設計要領等のマニュアルに示されているが、ノリ部に施工した場合の効果については示されていない。道路土工において沈下土量の減少は、残土処理など工程、工費に多大な影響を及ぼす事項であり、今後、D JM施工箇所での観測データを収集し、D JM工による変位、沈下低減を判断する手法を考案してゆかなければならぬと考えている。