

技術者 No. 00152547

工事名 山科東工業団地造成工事

題名 軟弱地盤盛土の動態観測について

袋井地区・株式会社 永井組

村松代志郎

工事概要 ・土工

掘削運搬敷均し(スクレープドーザー)	210,000m ³
タンヤローラ締固め	210,000m ³
余盛土撤去(スクレープドーザー)	18,500m ³
法面整形(盛土、切土)	18,500m ³
土水路・防災小堤	1.0 式
土留工・ブロック積工	1.0 式
地盤調査・動態観測	1.0 式
・軟弱地盤対策工	
暗渠排水工(φ100・φ200)	1,200m
サンドマット工(t=500)	19,500m ²
サンドドレーンφ400	18,800m
プラスチックドレーン	4,950本

発注者 袋井地域土地開発公社

工事場所 袋井市山科地内

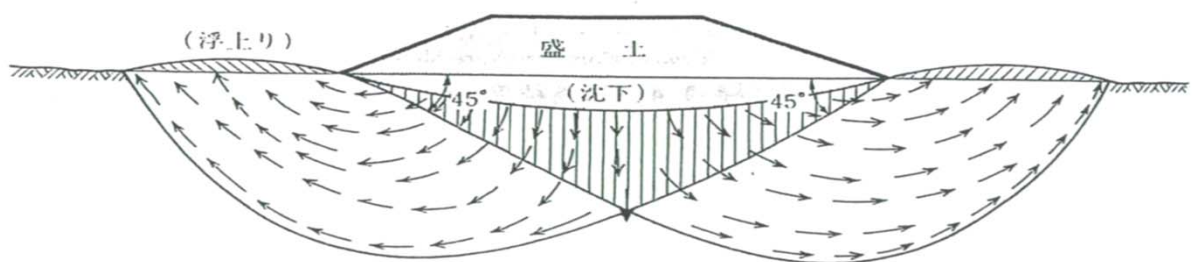
工期 平成20年2月1日～平成21年11月30日

1. はじめに

本工事は、軟弱地盤を地盤改良しその上にまわりの地山を切盛りし、盛土造成する工事で、地盤調査を行い盛土荷重による基礎地盤の予想沈下量及び盛土の安定及び圧密度を確認するため動態観測を日々行いながら、盛土造成を高さ7.0mまで施工しました。

2. 着目すべき地盤の挙動について

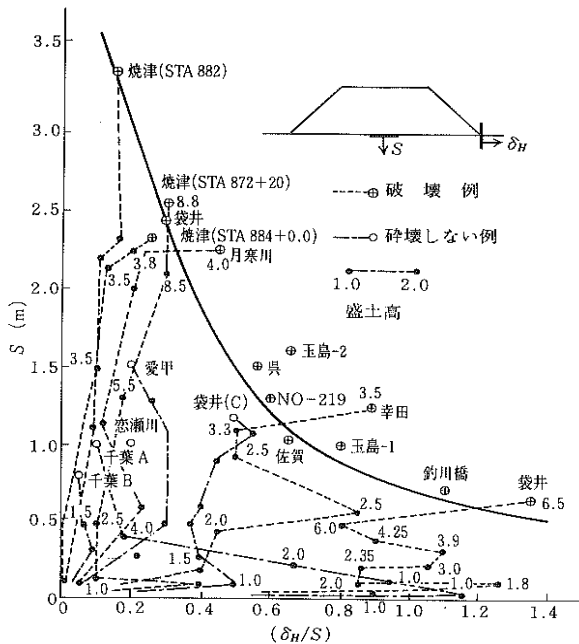
軟弱地盤上に盛土を造成する場合、盛土荷重の増加に伴って、基礎地盤は下図のように挙動を示します。さらに、盛土法尻付近の変位杭が盛土外側および上方へ変位、あるいは地中変位計が外側へ急激に変位する場合には、盛土が崩壊する可能性が高く、直ちに盛土施工を中止し、何らかの対策工が必要となるため急激な盛土もできなく、このような地盤の挙動を素早くかつ容易に把握する方法が安定管理手法です。



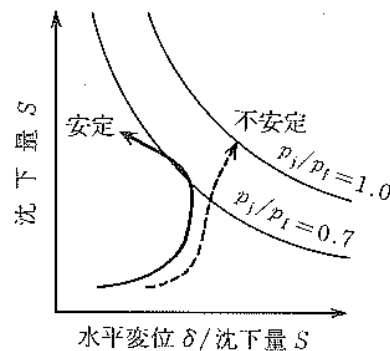
3. 安定管理図について

盛土の施工管理方法として一般的に用いられる $S-\delta/S$ 管理(松尾・川村の方法)を利用する。当方法は、盛土の破壊事例から、盛土中央部の最大沈下量を S 、のり尻付近の地中部の最大水平変位を δ として統計処理した結果、 $S-\delta/S$ の関係がある曲線(破壊基準線)で表される箇所が多く破壊することが見出され、その破壊荷重をもとに基準値を設けるもので、この方法は安定管理図上に S 、 δ/S をプロットすることによってある時点における安全率(q/q_f)が確認できる。(q_f : 破壊荷重、 q : 盛土荷重)

管理基準は安全率 $q/q_f=0.8\sim 0.9$ として管理し、安定管理図に示すように、不安定化が進む傾向が確認された場合は十分注意して盛土しなくてはならないため、観測データを日々確認した。



安定管理図表(S- δ/S 管理図)



(c) 松尾・川村法⁴⁷⁾

安定管理の模式図

4. 動態観測について

動態観測に用いる観測計器は、盛土面沈下杭・地表面沈下板を18箇所、地表面変位杭25箇所、層別沈下計2箇所、地中変位計6箇所、間隙水圧計4箇所、盛土内水位計4箇所設置し、観測した。

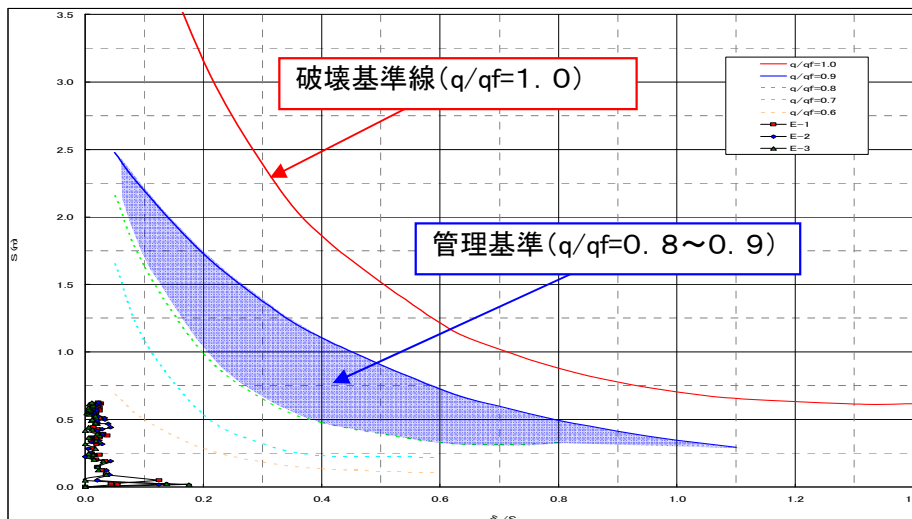
- ・地表面沈下板…………… 現況地盤(田面)に設置し、軟弱地盤処理工開始から沈下量測定する。
測定頻度は、地盤改良・盛土造成期間1日1回、その後3日～週1回。
- ・層別沈下計…………… 軟弱層単位の沈下量を測定するためボーリングにて A_p 層と A_c 層に盛土開始前に埋設し測定する。
測定頻度は、盛土造成期間1日1回、その後3日～週1回。
- ・地中変位計…………… 盛土による現地盤内の水平変位を測定し、すべり発生の有無を推定するものでボーリングにて先端は基盤層(N値40以上)に挿入固定し、盛土開始前に埋設し測定する。
測定頻度は、盛土造成期間1日1回、その後3日～週1回。
- ・間隙水圧計…………… 地盤内の間隙水圧を測定し、載荷荷重・ドレーン工の効果による圧密進行状態の判定を行う指標とする。ボーリングにて A_p 層と A_c 層に盛土開始前に埋設し測定する。
測定頻度は、盛土造成期間1日1回、その後3日～週1回。
- ・地表面変位杭…………… 盛土周辺地盤、盛土法尻に地盤改良終了後設置し、盛土造成時の水平・鉛直方向の変位を測定する。
測定頻度は、盛土造成期間1日1回、その後3日～週1回。

- ・盛土面沈下杭 …… 盛土造成終了後設置し、仕上げ面高の沈下量を測定するもので沈下板と同じ位置に設置する。
測定頻度は、盛土造成終了後3日～週1回。
- ・盛土内水位計 …… 盛土内の水位の確認、サンドマット排水機能の確認を行うもので、盛土造成後設置する。
測定頻度は、盛土造成終了後3日～週1回。

5. 安定管理手法

- ・双曲線法による最終沈下量の推定と圧密度予測 …… 地表面沈下計(層沈下計)、間隙水圧計
 - ・実測沈下量とのり尻部の水平変位(安定管理図) …… 地表面沈下計、変位杭、地中変位計
- 以上の手法をもとに造成盛土時の安定管理結果について説明します。

最も沈下量の大きい(T-15)とそれに対応する変位杭E-1～3についての安定管理図を示します。図より、安全率は $q/q_f < 0.6$ となり管理基準の超過は認められず、安全の盛土造成が進行していることが確認できます。また、他の観測地点における安定管理図についても、同様に管理基準を超過するような挙動は認められませんでした。(下記資料参照)実際の現場状況についても、周辺部でのクラック及び隆起等の特異な現象も発生せず、安定を確保しながら盛土造成を実施していくことができました。



安定管理図(T-15)

6. 沈下管理について

沈下観測結果から最終沈下量や沈下時間を予測する代表的な双曲線法を利用します。この方法は、荷重が一定(盛土造成完了)後の、時間-沈下曲線が双曲線で近似できることを利用した解析法で、一般に最も多用されてる方法です。

双曲線法による沈下予測は、次式で表します。

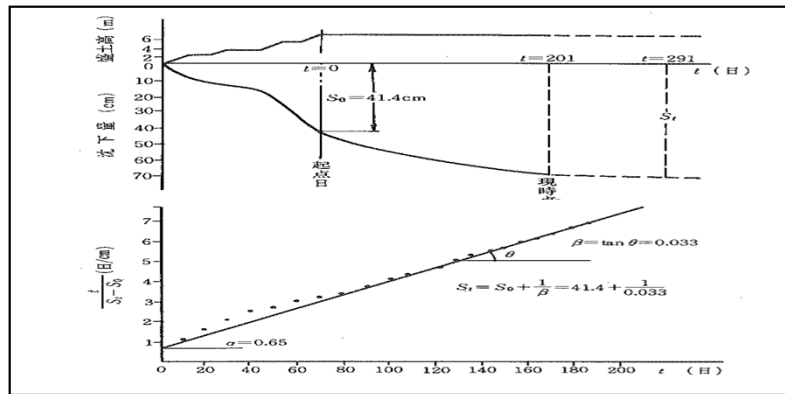
$$S_t = S_o + t / (\alpha + \beta \cdot t)$$

$$S_f = S_o + 1 / \beta$$

- ここに、
- S_t : 任意時刻 t における沈下量
 - S_f : 最終沈下量 ($t \rightarrow \infty$)
 - S_o : 検討起点日(盛土の高さが一定になった日)の沈下量
 - t : 検討起点日からの時間
 - α, β : 係数

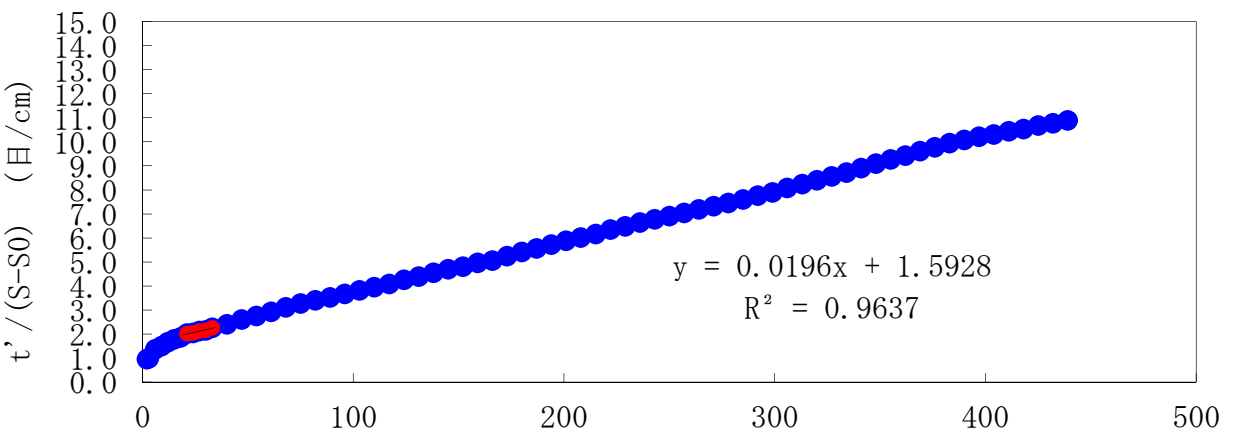
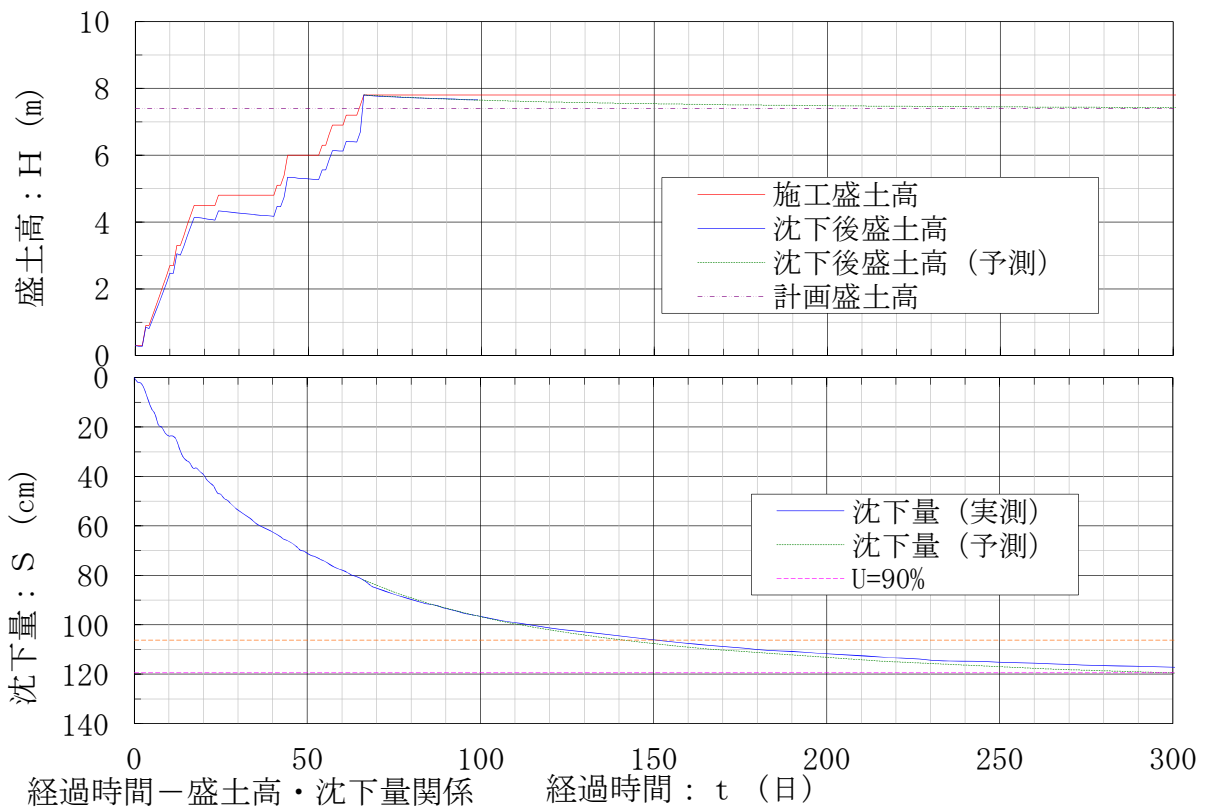
7. 沈下管理図について

下図は、双曲線法による最終沈下量の予測図を示す例図です。



双曲線法による沈下予測図(例)

もっとも沈下量の大きい(T-15)の経過時間と盛土高・沈下量の観測を示した表です。



双曲線法による沈下量の推定 起点日経過時間： t' (日)

8. 圧密沈下に関する安定管理結果

双曲線法による沈下量および沈下時間の予測結果は、盛土造成後放置期間12ヶ月経過しており設計目標値である残留沈下量10cm以下、圧密度 $U=90\%$ 以上を満足していることが確認できました。

- ・層別沈下計測結果 : 2箇所とも残留沈下量5cm以下・圧密度 $U=90\%$ 以上となっている。
- ・間隙水圧計測定結果 : 盛土により間隙水圧が上昇し、盛土完了後に沈下により水圧が解消している。
- ・盛土内水位計測結果 : 盛土内水位についても順調に低下している。

9. おわりに

すべり破壊に関する安定管理において、動態観測結果からも安定を確保し、盛土造成工事を完了することができました。

これほどの動態観測は初めての経験でした。工事の盛土頻度と観測データとの関係及び工程と気象を考えながら工事を進めてまいりましたが心配していたすべり破壊及び周辺の地盤に影響なく無事工事を終了することができました。