

沈下観測データに基づいた双曲線法から盛土荷重変化にも対応する沈下予測法の提案

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○川崎 始
株式会社 補強土エンジニアリング 邱 金宮
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 砂田尚彦

1. はじめに

深い圧密沈下層を有する盛土箇所では、日々の沈下観測データを用いた双曲線法に基づき、時間～沈下量の変化を予測することが行われる。その際、沈下状況に応じて、盛土荷重を変化させる必要性が生じるが、盛土高さをどのように変えると妥当か判断に悩むことがある。双曲線法¹⁾は、観測時点の盛土荷重における沈下観測データに基づいた予測法であり、盛土荷重を変化させた場合は、その後の観測データを得ないと沈下予測が難しいといった問題が生じる。

そこで、沈下観測データを使った双曲線法に、一般的な一次元圧密理論¹⁾を組合せた沈下予測手法を提案した。この予測手法を使い沈下観測中の現場に適用させたところ、沈下予測値は、実際の沈下観測値と合うことが確認できたので、この沈下予測法について紹介する。

2. 沈下予測手法について（双曲線法と一次元圧密理論を組み合わせた手法）

（1）双曲線法の時間～沈下量

観測データ時点の盛土荷重（ ΔP_1 ）においては、双曲線①であり、下記式で予測される。

$$S_1 = S_{10} + \frac{\Delta t_1}{\alpha_1 + \beta_1 \cdot \Delta t_1} \quad \text{式(1)}$$

この値（ S_1 ）は、観測データに基づき算出することができる。

また、盛土を変化させた場合は（ ΔP_2 、初期時間 t_{20} ）、双曲線②であり、下記式で予測される。

$$S_2 = S_{20} + \frac{\Delta t_2}{\alpha_2 + \beta_2 \cdot \Delta t_2} \quad \text{式(2)}$$

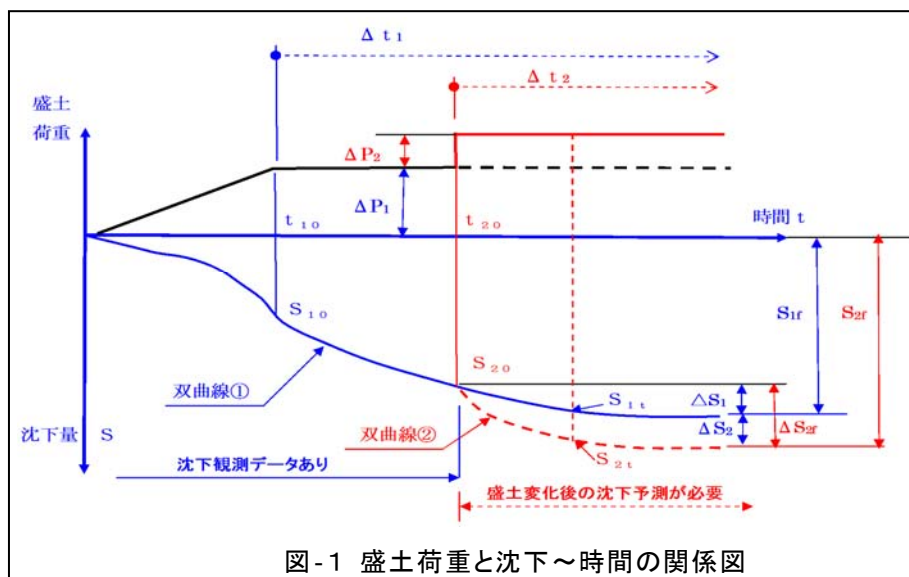


図-1 盛土荷重と沈下～時間の関係図

ここで、盛土荷重変化後の放置期間（ Δt_2 ）における沈下量 S_{2t} は、沈下観測時点（ ΔP_1 ）による沈下量 S_{1t} と、盛土変化後（ ΔP_2 ）による圧密沈下量（ ΔS_{2t} ）の合計となる。

$$S_{2t} = S_{1t} + \Delta S_{2t} \quad \text{式(3)}$$

以上の盛土荷重変化後の値は、次の考えで算出する。

S_{1t} : 盛土変化前の観測データに基づく双曲線①であり、式(1)により求める。

ΔS_{2t} : 盛土変化後の荷重による最終沈下量の増分（ ΔS_{2f} ）と圧密度（ ΔU_2 ）により求める。

（2）一次元圧密理論による沈下

前述した双曲線②を設定するために、一般的な圧密沈下計算に用いる圧縮指数 C_c と $e - \log P$ 曲線を利用した考え方を以下に示す。

キーワード 圧密沈下予測、盛土変化、沈下観測データ、双曲線法、一次元圧密理論

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1 住友不動産西新宿ビル6号館

（株）オリエンタルコンサルタンツ 関東支店 道路保全部（川崎始） TEL：03-6311-7862

1) 盛土変化に伴う沈下量の算出

◇観測データ（盛土荷重 ΔP_1 ）時点の最終沈下量

$$S_{1f} = \frac{C_c}{1+e_0} \cdot H \cdot \log_{10} \left\{ \frac{P_0 + \Delta P_1}{P_c} \right\} \quad \text{式(4)}$$

◇盛土変化（盛土荷重 ΔP_2 ）時点の最終沈下量

$$S_{2f} = \frac{C_c}{1+e_0} \cdot H \cdot \log_{10} \left\{ \frac{P_1 + \Delta P_2}{P_c} \right\} \quad \text{式(5)}$$

以上から、盛土変化後の沈下増分 ΔS_2 を算出する。

2) 時間と沈下の関係

圧密度 (ΔU_2) 計算に用いる、時間係数 T_v と経過時間の圧密速度係数 ($C_v/H^2 = \Delta T_{v2}/\Delta t_2$) は、盛土変化前（沈下観測時点）の双曲線①予測による推定圧密度と経過時点から求める。

ここで、図-1における盛土変化 (ΔP_2) 時点に当てはめると、経過時間は t_{20} 、推定圧密度 $U = S_{20}/S_{1f}$ 、推定圧密度 U に対する時間係数 $T_v = g(U)$ となる。なお、圧密度 (U) と時間係数 (T_v) の関係は、一次元圧密理論 (Terzaghi の関係式) を用いる。

3. 実現場における沈下予測手法の適用結果

現場の地盤は、軟弱層厚 $H = 20\text{m}$ 、初期間隙比 $e_0 = 2.8$ 、圧縮指数 $C_c = 1.35$ 、圧密降伏応力 $P_c = 60\text{kN/m}^2$ である。

盛土厚と時間、沈下量と時間の観測データは、図-3に示すとおりである。盛土変化は、一次盛土⇒二次盛土⇒盛土除去の手順を踏んでいる。

二次盛土後の沈下予測は赤いラインであり、一次盛土期間内の観測データを使うとともに、盛土荷重増加を圧密理論で考慮している。また、盛土除去後の沈下予測は青いラインであり、二次盛土期間内の観測データを使うとともに、盛土荷重低下を圧密理論で考慮している。いずれの沈下予測結果も、沈下観測データ点とほぼ整合しており、沈下予測手法の精度を確認した。

4. まとめ

軟弱地盤上において、盛土厚の増加や除去といった盛土計画を行う場合は、盛土工事の手戻りや無駄をなくす最適な計画が求められることから、沈下予測手法は重要な要素を占める。

圧密沈下は、過圧密地盤でも発生する二次圧密といった難しい課題があり、いろいろな解析手法は提案されているが、専門的すぎることに加え、時間や費用の面において、現場では使いにくい問題がある。その点、本論文で提案した沈下予測手法は、一般的な双曲線法と一次元圧密理論であるため理解しやすい。また、観測データに基づき、適宜に沈下予測の精度を確認する検討が容易であり、現場では、使い勝手が良いと考えている。なお、本沈下予測手法は、バーチカルドレーンによる促進対策を行う現場も適用可能である。

参考文献

- 1) 道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年度版）平成24年8月 社）日本道路協会

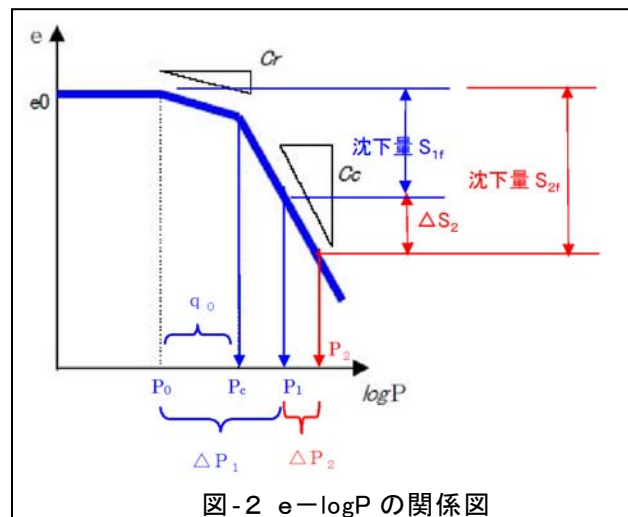


図-2 e-logP の関係図

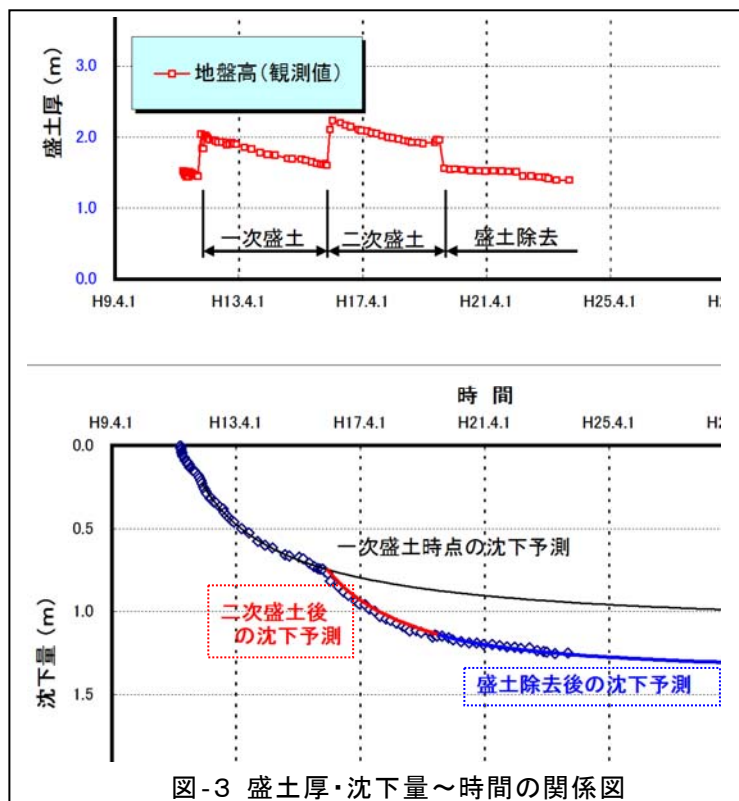


図-3 盛土厚・沈下量～時間の関係図