

(Ⅲ－34) 土留め壁変形時の硬質粘性土層の水平変形挙動について

日本鉄道建設公団東京支社 正会員 ○岡田 良平

同 上 高橋 義光

同 上 正会員 松本 雄二

1. はじめに

都市部の開削工事では、高い地下水位や軟弱沖積層の存在、既設構造物近接での施工といった設計・施工上の諸条件から、周辺地盤の沈下の抑制が大きな課題の一つとなる。地盤沈下の原因の一つとして、自立性の硬質粘性土層で土留め壁と地盤の間に空隙（みずみち）が生じ、上層の自由地下水位が低下することが考えられる。本稿ではこの現象に注目し、現在施工中の常磐新線新浅草駅（仮称）建設工事を対象として、FEM解析によって土留め壁変形時の硬質粘性土層の水平変形予測を行った。

2. みずみち形成とその問題点

自由地下水を持つ透水層の下に存在する硬質粘性土層の上端で、側圧による土留めの変形に地盤が追随せずにわずかな空隙が生じた場合、上層の自由地下水がそこに流れ込む。

これにより、その部分では水圧によってより大きな側圧が作用し、土留め壁の変形量が増えて空隙が広がる。この繰り返しによって硬質粘性土層にみずみちが形成されると考えられる。

みずみちが形成されて自由地下水位が低下すると、図1に示すように上層（砂層）の有効応力増加にともなう圧縮によって地盤沈下が発生する。特に市街地工事では既設建物が近接しているため、地盤沈下が周辺に与える影響は非常に大きいものとなる。

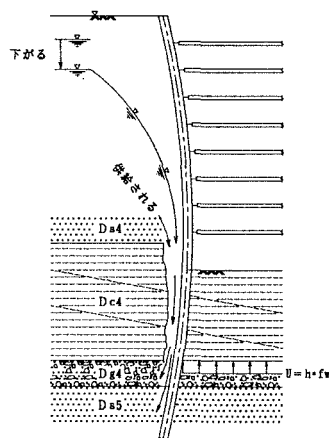


図1 みずみち形成の概念図

3. 地質および工事概要

検討対象の地質概要と土留め壁の構造を図2に示す。今回の検討対象となる自立性の硬質粘性土層（Dc4層）の上部には自由地下水をもつ軟弱なAs1層と強度の大きいDs4層、下部には透水係数の大きいDg4層が存在し、上層（As1, Ds4層）の自由地下水位（TP-0.5m）、下層（Dg4層）の被圧地下水位（TP-12.6m）はともに高い。一方、土留めはソイルモルタル長48m、芯材長45mの柱列式地下連続壁（SMW）である。

Dc4層はトリプルチューブサンプラー（硬質地盤対応）を用いて現場サンプリングを行った。図3に示す三軸圧縮試験（UU）の主応力差～ひずみ関係は、ピーク値近傍まで直線性が良く、得られた当該層の変形係数は $E = 6.0 \sim 24.0 \times 10^4 \text{ kN/m}^2$ と非常に硬質である。

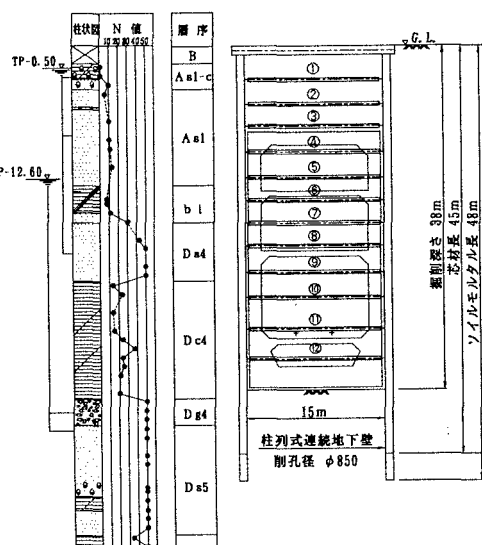


図2 検討対象の地質概要と土留め構造

4. 解析内容

変形挙動予測は、二次元弾塑性 FEM 解析を用いて行った。解析に用いる Dc4 層の変形係数は、三軸圧縮試験の結果のばらつきの中で 3 通り設定し、ポアソン比は静止側圧係数を $K_0=0.5$ として逆算して求めた。また、土留め壁を Beam 要素でモデル化し、図 4 に示す Dc4 層掘削前までの土留めの先行変位の弾塑性解析結果を、強制変位として入力した。

解析モデル荷重は、Dc4 層では土留めの変形によって側方拘束がなくなると考え、Dc4 層上面に上位層の有効重量 $\sigma' = 250 \text{ kN/m}^2$ を作用させた。解析モデルおよび解析パラメータを図 5 に示す。

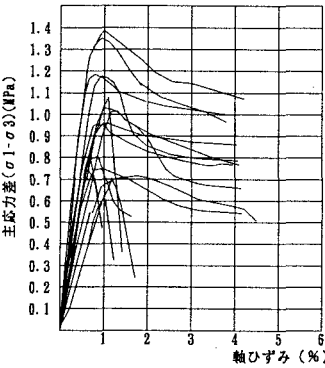


図 3 硬質粘性土の応力～ひずみ関係(UU 試験)

5. 解析結果

図 6 に Dc4 層上面(深度-25.7m)から下の土留め壁変位と地盤変位との差を示す。解析から得られた空隙は 10～12mm である。前述したように、この空隙が生じた場合水圧が作用し、土留めの変形量が増えて空隙が広がることが予想できる。以上より、対象現場においては変形係数の値に関わらず、みずみちが形成される可能性は高いと考えられる。また、掘削が進めば土留めの変形はさらに大きくなるため、みずみちの形成はより顕著になる。

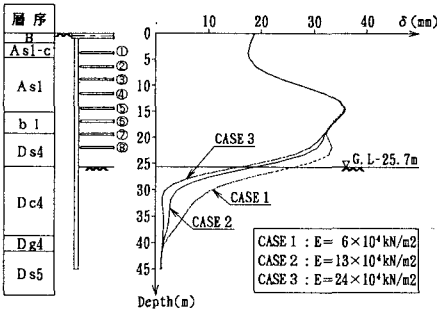


図 4 土留めの先行変位

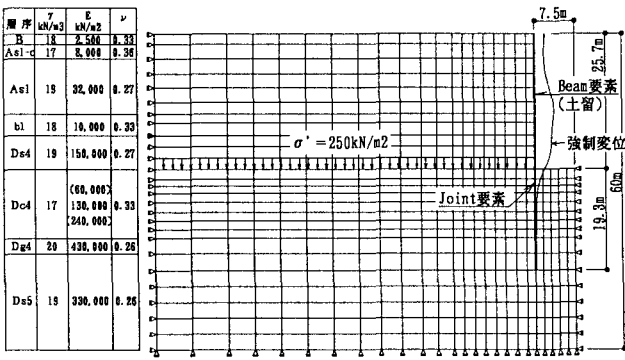


図 5 FEM 解析モデルと解析パラメータ

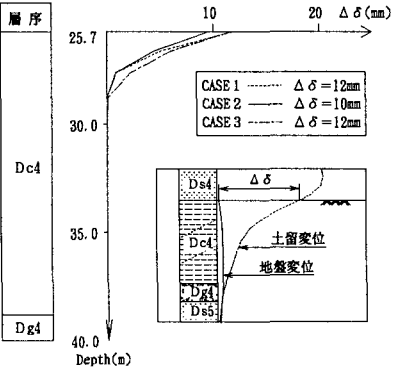


図 6 解析結果

6. あとがき

以上の結果より、実施工においてはみずみちに関する十分な管理と対策の検討が必要であることがわかった。ただし、今回の解析は多くの仮定の下に行っており、硬質粘性土層の挙動を完全に再現しているものではない。よって、今後の施工において、土留め壁の変形量や地下水位、そして地盤変位などの計測を行い、実際の挙動を把握し、将来的には逆解析等によって変形挙動の評価手法を提案したい。