

Ⅲ-B237

帯水層の間隙水圧と掘削に伴うリバウンド量についての一考察

首都高速道路公団第一建設部

㈱熊谷組土木本部

熊谷・不動 J V

㈱熊谷組土木本部

大場新哉

正会員

○藤吉昭彦

梅村 勝

金倉隆志

1. はじめに

高速大宮線 O E 2 5 工区 (2) トンネル工事において、埋戻し後の上載荷重による地表面沈下を事前予測するために、対象地盤が過圧密領域にあることを前提として掘削に伴うリバウンドの計測を行った。施工前には掘削に伴いリバウンド量が増加すると予想されていたが、実際の計測データでは、予想に反して初期掘削時に若干の沈下傾向が認められた。

この原因として、盤膨れ対策であるディープウェルによる揚水が何らかの影響を与えていると考え、帯水層の間隙水圧と層厚の変化に着目し、両者の相関性を求め、埋め戻し後の地表面沈下の予測を行った。

本報告は、層別沈下計から得られた計測結果をもとに、ディープウェル揚水による層厚の変化を考慮した掘削除荷によるリバウンド量を求める手法の1つを紹介するものである。

2. 当該施工区域の地質

当該施工区域は、大宮台地上に位置し、地表面は関東ローム層 (Lm) で覆われており、以下洪積層 (D) がほぼ成層で堆積している。図-1 に示すように、掘削底面付近には、N=3 ~ 29 程度の洪積第3粘性土層 (Dc3)、その下には洪積砂礫層 (Dg3)、洪積第4砂質土層 (Ds4)、および洪積第5砂質土層 (Ds5) の3つの帯水層からなる第3帯水層が存在する。

3. リバウンド計測およびディープウェル計画

埋め戻し後の上載荷重による沈下量を事前予測するための必要な項目の1つとして、掘削底

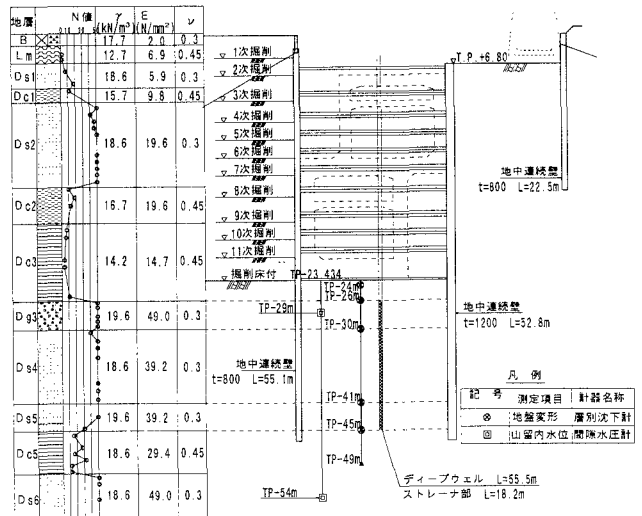


図-1 地質および計測概要

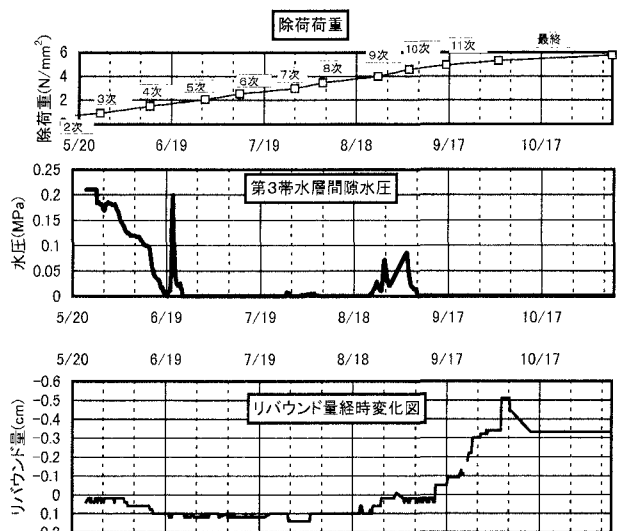


図-2 掘削に伴う間隙水圧とリバウンド量

連絡先 東京都新宿区津久戸町2-1 ㈱熊谷組土木本部土木技術部 電話03-3235-8622 FAX03-3266-8525
キーワード リバウンド 帯水層の圧縮性 間隙水圧 土留め掘削 計測工

面以深地層の弾性沈下量の把握が重要であると考え、掘削除荷荷重によるリバウンド量を計測し、地盤バネ値を求め、上載荷重による弾性沈下量を予測することとした。同時に、透水係数 $k = 10^{-1} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ オーダーの帯水層の被圧地下水水位による盤膨れが心配され、対策工としてディープウェル工が実施された。計測器配置およびディープウェル配置を図-1に、間隙水圧計および層別沈下計の計測結果を図-2に示す。

4. 帯水層の間隙水圧と層厚変化との相関性

飽和帯水層が変形する場合、大別して、1つは外的な応力によるもの（全応力）、もう1つは水圧などの内的応力によるもの（間隙水圧など）である。両者から求められる有効応力と帯水層の圧縮性とは、何らかの関係式が成り立つと考えられる。

筆者らは、掘削に伴う除荷および揚水に伴う間隙水圧の変化量を考慮するため、有効応力の増加量と層厚の変化量との間に、以下の式に示す関係が成り立つと考えた。

$$\Delta S = m_v \cdot \Delta \sigma' \cdot h \cdots \cdots \text{(式1)}$$

ΔS : 沈下の変化量、(－)は、リバウンド

m_v : 換算体積圧縮係数

$\Delta \sigma'$: 層中心での有効応力の変化量

$$\Delta \sigma' = \Delta (\sigma - u - pE)$$

σ : 施工前の層中心での全応力

u : 間隙水圧

h : 層厚

pE : 掘削に伴う除荷荷重

図-3より、 $m_v = 5.72 \times 10^{-4} \text{mm}^2/\text{N}$ となる。

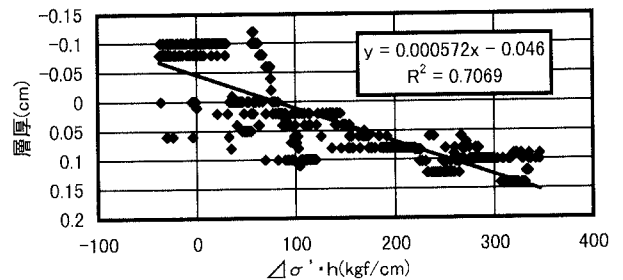


図-3 ΔS と $\Delta \sigma' \cdot h$ の相関性

5. 地盤バネ値の算出

(式1)を用い、計測されたリバウンド量から間隙水圧の変化がないものとして求めた純リバウンド量と除荷荷重との関係を図-4に示す。ただし、ここでの除荷荷重は、リバウンド計測位置(TP-24m)まで、各々の掘削底面から30°で荷重分散するとして算出したものである。

地盤バネ値 ($pE/\Delta S$) は、平均バネ値 $K_m = 5.11 \times 10^4 \text{kN/m}^3$ 、最小バネ値 $K_{\min} = 1.06 \times 10^4 \text{kN/m}^3$ となる。

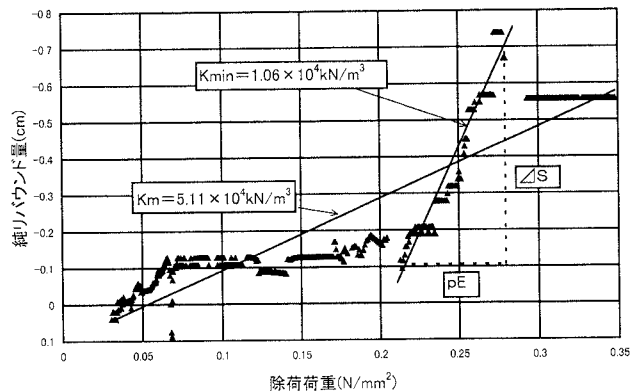


図-4 地盤バネ値の算出

6. まとめ

掘削に伴うリバウンド量の計測結果より、有効応力と帯水層の層厚の変化量の関係を仮定し、地盤バネ値を求めた。指針¹⁾では、弾性論であるSteinbrenner式を用いてリバウンドの実測値から求めた弾性係数と各種測定法の変形係数との相互関係が紹介されており、今回の場合、 $E_0 = 7\text{N}$ として変形係数を求めていることから、前者は後者の10倍程度となると予想できる。また、今回の実測値から同様に弾性係数を求めると平均11.4倍程度となることがわかった。このことから、今回得られた計測データに関する信頼性はかなり高いものと判断できる。今後も引き続き地盤の変形量を計測し、算出した地盤バネ値の信頼性を確認する所存である。

＜参考文献＞ 1)「深い掘削土留工設計法 平成5年9月 社団法人 日本鉄道技術協会 p256」

2)「地下水ハンドブック 地下水ハンドブック編集委員会 p108～117」