

III-661

堆積軟岩中の実験空洞の施工(その2)

— 変位計測と逆解析 —

東急建設(株)技術研究所 正会員 壺内 達也
 同上 正会員 越智 健三
 東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡 文夫

1. はじめに

別報¹⁾に示した堆積軟岩中の横坑掘削時に、軟岩地盤の変位を計測した。計測された変位を用いて、軟岩地盤のヤング係数と軟岩地盤に作用していた初期応力の比(初期応力パラメータ)を逆解析した。この結果と現地で実施した地圧測定結果を対比して報告する。

2. 現場計測概要と計測結果

図1に現場計測の概要を示す。横坑掘削前にあらかじめ計測器を設置し、横坑掘削により生じる天端沈下と側壁の水平変位を計測した。天端沈下は不動点に設置した水タンクと計測点とを水パイプで結び、両者の水頭圧差で測定した。側壁水平変位は、多段式の傾斜計を用いて測定した。側壁水平変位の計測結果を図2に、天端沈下量の計測結果を図3に示す。

3. 逆解析概要と結果

逆解析に際して以下の仮定を設けた。

- 軟岩地盤は一樣な線形弾性体である。
- 横坑周辺の初期応力は一樣である。
- 軟岩地盤の初期応力の主軸は水平方向と鉛直方向であり、水平方向の主成分の値はあらゆる方向で等しい。
- 軟岩地盤のポアソン比は0.3である。

以上の仮定を設けて実施した数値解析(3次元境界要素法)で得られる変位と、現場計測で得られた変位の差の二乗和が最小となるように、初期応力パラメータを求めた。逆解析に用いた計測変位は図2、3に示した全ての計測点の変位で、横坑掘削開始から掘削終了までに生じた変位である。初期応力パラメータの値は以下の通りであった。

$$\sigma_h/E = 0.000575 \quad \sigma_v/E = 0.001161 \quad (1)$$

ここで、 σ_h 、 σ_v は横坑周辺に作用していた水平方向および鉛直方向の初期応力である。Eは軟岩地盤のヤング係数である。式(1)で得られた値を用いて行なった数値解析で得られる変位と、現場計測で得られた変位との比較を図4に示す。

4. 地圧測定結果と軟岩のヤング係数

別報¹⁾に示した通り、横坑付近で行なった地圧測定結果は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \sigma_h &= 10.9 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (横坑軸の直交方向)} & \sigma_v &= 18.3 \text{ kgf/cm}^2 \\ &29.7 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (横坑軸方向)} \end{aligned} \quad (2)$$

初期応力の水平成分として横坑軸に直交方向の値を用いて、水平成分と鉛直成分の比を求めると、 $\sigma_h/\sigma_v = 0.596$ となる。一方、逆解析結果の式(1)よりその値を求めると $\sigma_h/\sigma_v = 0.495$ となる。両者はほぼ一致している。また、式(1)に式(2)の値を代入し軟岩地盤のヤング係数を求めると以下の結果が得られる。

$$\begin{aligned} E &= 18,957 \text{ kgf/cm}^2 \quad [\sigma_h = 10.9 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (横坑軸に直交方向) を用いた}] \\ E &= 15,776 \text{ kgf/cm}^2 \quad [\sigma_v = 18.3 \text{ kgf/cm}^2 \text{ を用いた。}] \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)で得られた値は、この軟岩の室内三軸試験²⁾で得られる 10^3 以下の微小なひずみレベルでのヤング係数 $E_{\max}$ の1/2程度である。横坑周辺では 10^3 代のひずみが生じており、軟岩の非線形性(ヤング係数のひずみレベル依存性)を考慮すると、式(3)の値は不合理な値ではない。また式(3)の値は一軸強度($50 \sim 60 \text{ kgf/cm}^2$)²⁾の約300倍である。

5. おわりに

今回は軟岩地盤に作用していた初期応力の水平成分の値を一樣であると仮定して逆解析を行なった。逆解析に用いた横坑の天端沈下と側壁変位に与える影響は、初期応力の鉛直成分と横坑軸に直交する成分が大きく、横坑軸方向の成分はほとんど影響しないと考えられる。そこで、横坑軸方向の成分は採用しなかった。しかし、初期地圧測定の結果、水平成分の値が一樣でない事が判明したので、この事を考慮して逆解析する必要があると考える。

<参考文献> 1) 越智健三, 壺内達也, 龍岡文夫: 堆積軟岩中の実験空洞の施工(その1), 第48回年次講演集, 福岡, 1993.9
 2) 越智健三, 壺内達也, 龍岡文夫: 立坑掘削と原位置試験による堆積軟岩の変形特性, 土木学会論文集, No.463, III-22, 1996.3

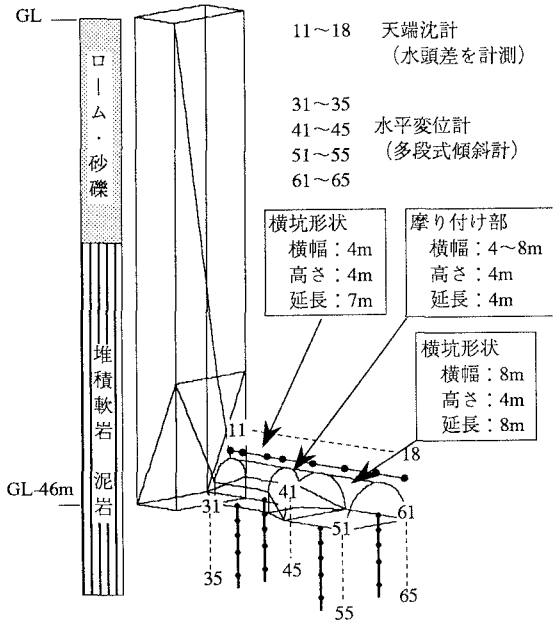


図1 現場計測概要

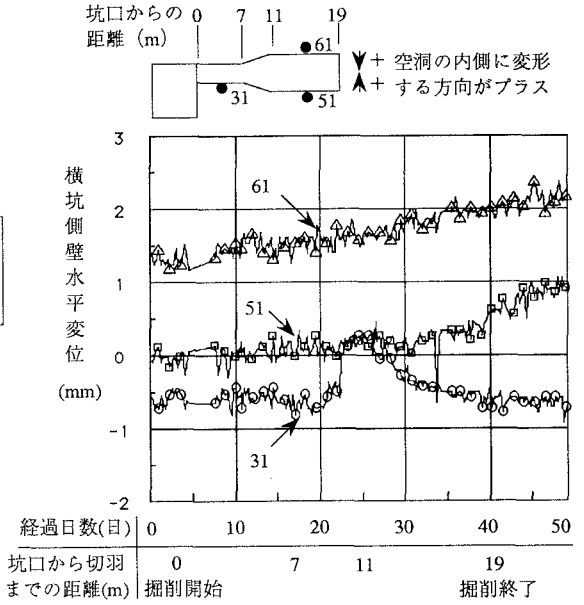


図2 横坑側壁水平変位（腹み出し）の経時変化

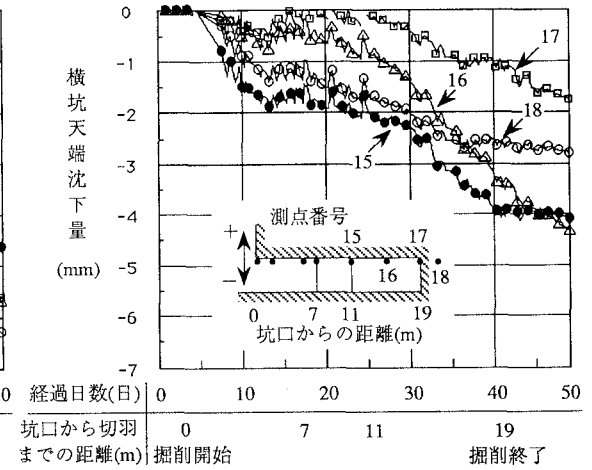
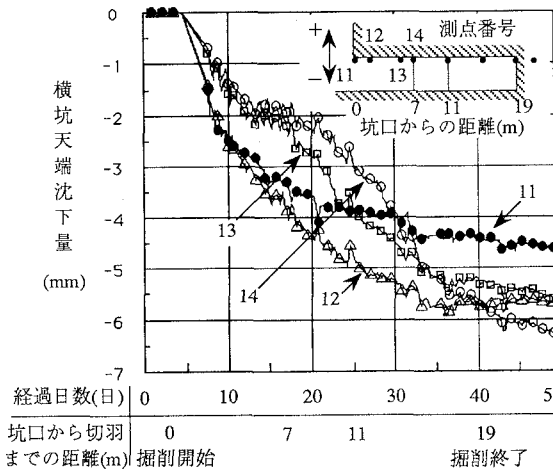
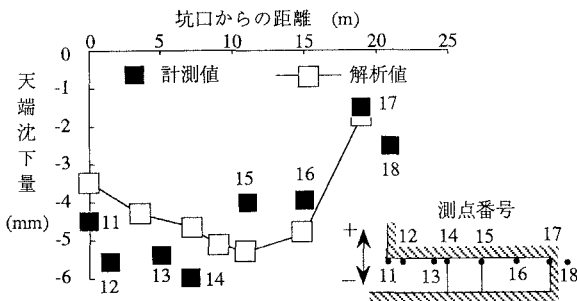
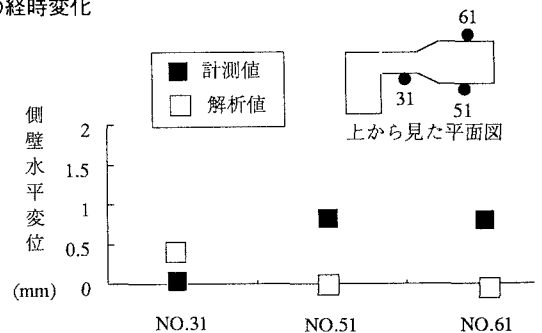


図3 横坑天端沈下量の経時変化



a) 天端沈下量の比較



b) 側壁の水平変位（腹み出し）の比較

図4 横坑掘削開始から掘削終了までに生じた計測変位と解析値の比較