

III-302 横坑掘削に伴う軟岩の変形とその解析

東急建設(株) 技術研究所 正会員 松本 正士
 同上 同上 正会員 越智 健三
 同上 同上 正会員 大河内保彦

1、はじめに

地盤で生じる変形を事前予測するためには、解析手法の選定とその入力パラメータの決定が問題となる。著者らは、軟岩地盤内の既設立坑からの横坑掘削により生じる変形を対象とし、計測結果を3次元の弾性有限要素法を用いてシミュレーションを行った。この際に解析結果に与える変形係数の影響について検討を行った¹⁾。今回は、解析モデルの要素分割をより現実に近いものとし、モデル化の違いによる影響について検討を行ったので報告する。

2、現場計測

対象とした地盤は、第三期中津層の堆積軟岩である。計測地点の地盤はGL-7mまでローム、GL-7~13mまで砂礫、GL-13~22mまで粘土混じり砂礫、GL-22m以下は堆積軟岩で構成されている。既設の立坑は地下35mの深度まで、幅6m、奥行10mで構築してある。GL-22mまでは設計一軸圧縮強度 20kgf/cm^2 の連続地中壁とH-300以上のH型鋼切梁により、GL-22~35mの軟岩にはH-200の切梁、プレストレスアンカー、吹付けコンクリートによって既設立坑の山留めを行っている。

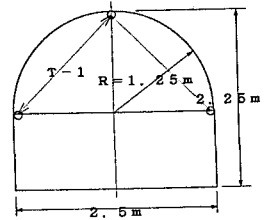


図1 掘削横坑計測断面図

幅10mの長手方向の立坑壁面から、幅約2.5m、高さ約2mの馬蹄形横坑を水平方向に約5m掘削した。横坑は壁面すみに位置し、内空変位をコンバージェンスメータを用いて測定した。図1に横坑の位置図を、図2に計測断面図を示す。

3、解析方法

解析には3次元の弾性有限要素法(GEODYN)を用いた。要素分割数を減らすため、地盤を均質材料と単純化している。今回は以下の2ケースについて検討を行った。

1)山留めによる補強効果の影響

2)解析モデルの影響

ケース1では解析モデルを4分の1の対称形に単純化している。今回はケーススタディーとして、立坑の掘削途中で変形係数の大きな要素を残すことにより、解析上補強効果を表現している。補強要素の変形係数は

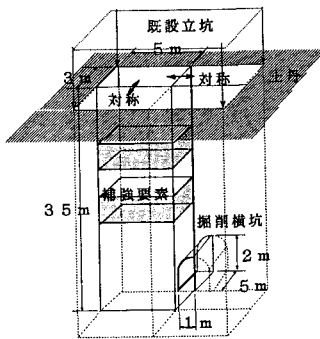


図2 4分の1単純化モデル

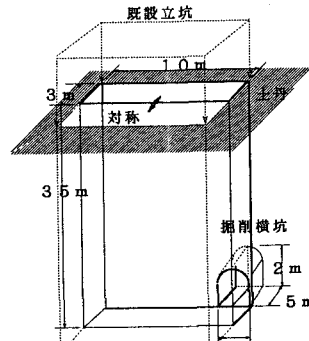


図3 2分の1単純化モデル

コンクリートの約1/3の値と仮定した。ケース1で用いた4分の1対称のモデル図を図3に示す。

4分の1の対称形にモデルを単純化した場合には、立坑の中心線上に横坑が位置し、実際の施工位置(端部)とは異なる。そこで、ケース2ではモデルを2分の1の対称形とし、実際の施工位置に合わせた検討を行った。ケース2のモデル図を図4に示す。検討ケースを表1にまとめて示す。

4、解析結果

図5にケース1の計測結果と解析結果の比較を示す。これより、補強効果を考慮した解析は、それを考慮しない場合と比較してやや大きめの変形量を示しており、既設立坑の山留めが変形に影響を及ぼしていることがわかる。これは、掘削要素を残したことにより地中の応力状態が変化したために生じたためとも考えらる。今回はケーススタディーの意味で、補強効果を1ケースのみ仮定したが、今後とも補強効果の定量的な評価方法について検討していきたい。

図6にケース2の計測結果と解析結果の比較を示す。これより、軸対称モデルと非軸対称モデルによる解析では変形挙動は若干異なるものの、ほぼ同様の変形量となっており、横坑の施工位置の違いによる解析結果への定量的な影響は小さいと言える。当該ケースでは、対称形を用いてモデルの単純化を行なった結果、比較的計算精度を落とさずに、計算時間の大幅な短縮が可能となった。

全体的に、今回解析上仮定した立坑の山留め補強効果および横坑の解析モデルの位置の違いによる地盤変形への影響は比較的小さかった。今後とも地盤の変形に影響を与える条件およびその評価法について検討して行きたい。

5、結論

第三期堆積軟岩(土丹)の地盤に構築した既設の立坑から水平方向に馬蹄形横坑を掘削し、掘削に伴って生じる内空変位をコンバージェンスメータを用いて測定した。計測結果を3次元の弾性有限要素法を用いてシミュレートした。その際、既設立坑の山留めによる補強効果を仮定し、補強効果およびモデルの単純化が解析結果におよぼす影響について検討した。その結果以下のことがわかった。

- 1)今回仮定した山留めによる補強効果は、それを考慮しない場合と比較してやや大きめの変形量となった。
- 2)横坑の施工位置のモデルの差による変形量への影響は小さい。

今後とも地盤の変形問題に対し、比較的精度良く、簡便な方法で事前予測を行えるようなシステムにして行きたい。

6、参考文献

- 1)松本,越智,大河内:軟岩の空洞掘削に伴う変形計測とその解析,第26回土質工学研究発表会,1991

表1 解析ケース

解析ケース	解析メッシュのタイプ	地盤の変形係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比 (地盤)	補強要素の変形係数(kgf/cm ²)
1	4分の1分割	10000 ¹⁾	0.3 ²⁾	30000
2	2分の1分割	10000 ¹⁾	0.3 ²⁾	なし

※¹⁾一軸圧縮試験より決定 ²⁾仮定

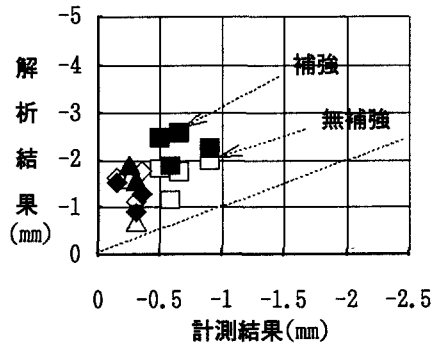


図4 計測結果と解析結果の比較(補強効果)

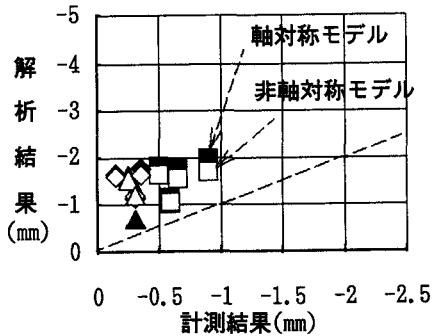


図5 計測結果と解析結果の比較(対称形)