

連続地中壁掘削時の周辺地盤間隙水圧の解析

西松建設(株)土木設計部 正会員 高木 清
西松建設(株)土木設計部 正会員 ○山内 悟

1. はじめに

連続地中壁（以下連壁と称す）掘削時の溝壁の安定問題は、表層付近のすべりの問題として、多くの安定検討法が提案されているが、地表面より深い位置で小さな崩壊を起こす事例も報告されている。連続地中壁掘削時には、掘削機周辺地盤の間隙水圧が上昇することが報告¹⁾されており、これにより溝壁崩壊が引き起こされる可能性が考えられる。筆者らは、砂質土地盤において水平多軸式回転掘削機を用いた連続地中壁掘削によって引き起こされる周辺地盤の応力、変形および間隙水圧の変化を知る目的で、FEM 逐次掘削解析を行った。その結果と、別途行った現場での計測結果と比較し報告する。

2. 解析条件

連壁掘削中の溝内には泥水が常に満たされており、地下水（間隙水圧）との圧力差により地盤中に泥水が浸透する。また、溝の底面には掘削機の重量とドラムの回転によるカッタービットの切削荷重が作用する。したがって、連壁掘削によって溝壁周囲に与える影響は次の3点と考えられる。

- ①泥水の浸透圧
- ②掘削機の切削荷重
- ③掘削機の重量

①の影響については、掘削過程を考慮した浸透流解析により検討できる。②、③については掘削問題として静的に扱うことはできるが、掘削機のカッターの繰り返し切削荷重による間隙水圧の上昇を正確に再現するためには、動的問題として扱う必要がある。したがって、すべての影響を考慮した解析を行うことには困難があるので、それぞれの影響の程度を把握することとして①に着目し、②、③の影響は静的荷重として取り扱うこととした。

解析には二次元土／水連成有限要素プログラム（DACSAR³⁾）を用いた。モデルは、浸透圧の伝播・逸散過程を考慮するため、掘削溝中心を対称軸とした軸対象とした。粘性土層と砂質土層の互層とし、着目した砂質土層の上下を透水性の小さい粘性土層として、図-1 のようにモデル化した。主な解析条件と土質パラメータを表-1 に示す。

掘削は、実際の溝内の状況に近くなるよう、

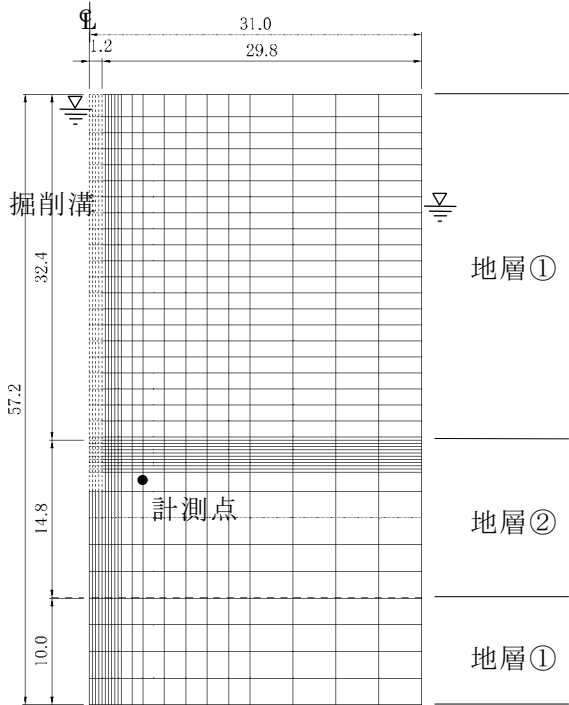


図-1 解析モデル図

表-1 解析条件と土質パラメータ

土 質 条 件	地層① (粘性土)	弾性係数 $E=65.1 \text{ kN/m}^2$ ポアソン比 $\nu=0.33$ 鉛直方向透水係数 $k_z=1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 水平方向透水係数 $k_x=1.0 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 単位体積重量 $\gamma=15.7 \text{ kN/m}^3$
	地層② (砂質土)	弾性係数 $E=34.3 \text{ kN/m}^2$ ポアソン比 $\nu=0.33$ 鉛直方向透水係数 $k_z=1.90 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 水平方向透水係数 $k_x=3.80 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 単位体積重量 $\gamma=19.6 \text{ kN/m}^3$
荷 重 条 件	地下水位	GL-10.3m
	溝内泥水位	GL-1.5m
荷 重 条 件	切削荷重	9.67 kN/m^2 (水平方向)
	掘削機重量	23.8 kN/m^2 (鉛直方向)
	掘削速度	0.153 m/min

キーワード：連続地中壁，掘削，間隙水圧，有限要素法，計測データ

連絡先：〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 TEL03-3502-7638 FAX03-3502-0228

掘削底面から泥水による浸透圧を作用させ、掘り終わった壁面（側方）は次のステップでは泥膜によって不透水性の境界になるよう条件を与えた（図-2）。また、解析 STEP は、実際の連続した掘削条件に近くなるよう、30cm の掘削に要する時間間隔（約 2min）とした。ただし、地盤は線形弾性体とし、透水係数を一定とした。これらの値は、サンプリング試料の土質試験結果から設定した。なお、透水係数は、砂質土地盤（地層②）のみ異方性を考慮し、水平方向は鉛直方向の 20 倍とした。

3. 解析結果

解析結果のうち、STEP18（GL-35.1m の掘削時）の地下水压コンタを図-3 に示す。同図より、掘削溝底付近では、浸透圧や切削荷重等により、大きく間隙水压が変化しているのがわかる。また、各 STEP の解析結果のうち、現場での間隙水压計測点と同一位置関係にある節点の間隙水压値の変化を図-4 に示す。同図中には、計測結果も示してあるが、間隙水压の上昇開始時期、および最大値にいたるまでの変化過程がほぼ一致しているといえる。しかしながら、間隙水压の下降過程については、実測値の方が早く消散している。一方、切削荷重と掘削機重量の影響は、前述のモデルで両荷重を载荷せず解析した結果、载荷した場合に比べ 1 % 程度間隙水压上昇量が減少するのみであり、影響はきわめて小さい結果となった。

4. 考察

解析結果と現場での計測結果から、連壁掘削により、掘削溝底周辺地盤の間隙水压は溝底面から側方～下方に大きく変化する。その上昇原因は、主に溝内の泥水による浸透圧と考えられ、掘削機の切削荷重や重量はあまり影響しない。また、間隙水压の上昇・下降過程で、計測結果が解析結果より速くなっているのは、浸透圧が側面からも作用していたり、泥水の浸透により透水性が変化したため等の原因が考えられる。今後は、この間隙水压上昇の地盤条件による変化を調査するとともに、溝壁の安定問題にどう影響するのか検討していく予定である。

【参考文献】

1)細井,西,福田:地中連続壁掘削時に地盤に発生する過剰間隙水压に関する考察,第 31 回地盤工学研究発表会,1996. 2)高木,小林:砂質地盤における連続地中壁掘削時の間隙水压の計測と考察,第 36 回地盤工学研究発表会,2001. 3)A.Iizuka & H.Ohta:A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis,Soils&foundations,vol.27,No.3,pp.71-87,Sept.1987.

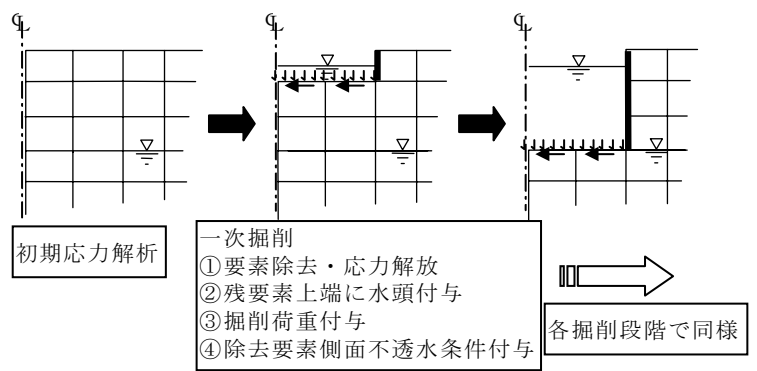


図-2 掘削過程のモデル化

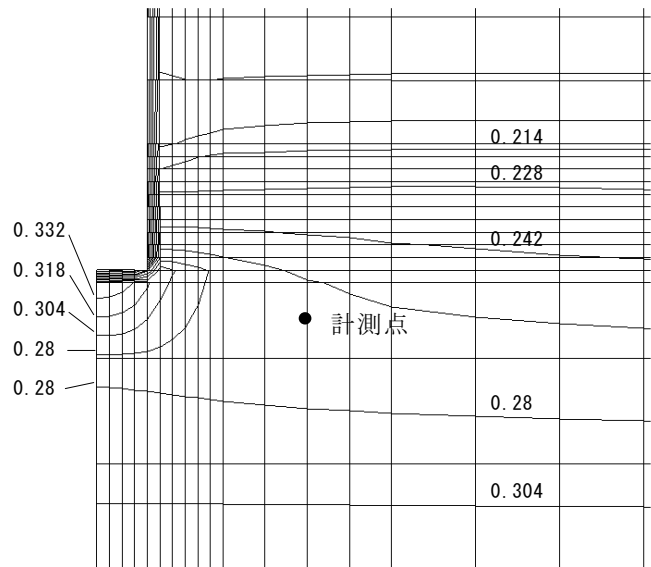


図-3 間隙水压コンタ-図（部分：MN/m²）

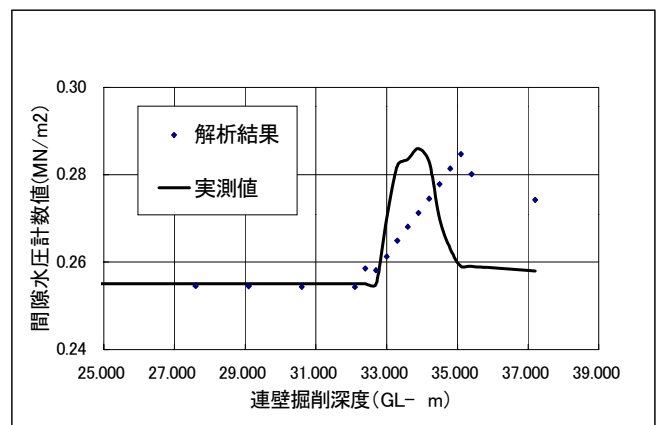


図-4 間隙水压上昇量の比較