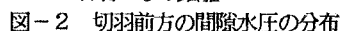


1. まえがき 文献1), 2)で、実験土槽での泥水式シールドの砂質切羽地盤における間隙水圧とその発生メカニズムについて述べた。この中で、切羽地盤の間隙水圧上昇量は、シールド掘進により切羽前方に発生する地下水の流速と排水距離が関係することを明らかにした。現場地盤では排水距離が実験土槽よりはるかに長い間隙水圧がどれほど上昇するかは不明である。そこで本研究は、地下水の排水条件として一つの標準的な解析モデルを用いて、切羽地盤の透水係数と泥水を種々に変えた場合に発生する切羽間隙水圧の大きさについて有限要素法により予測した。



3. 実験結果及び解析結果

3. 1 切羽地盤の間隙水圧の求め方について 切羽前方の間隙水圧の上昇は、文献1)で述べたように、泥水の切羽への浸透速度に等しい地下水の発生流速と、地盤の透水係数及び排水距離からダルシー則に基づいて決まる。切羽地盤の間隙水圧の分布状況は定性的には図-2のようになるので、設定泥水圧 P_0 と泥水浸透ゾーン先端での間隙水圧の上昇量 Δp の差である($P_0 - \Delta p$)が有効泥水圧である。(ただし、ここで言う設定泥水圧は地下水圧を差し引



いた過剰圧のことである。)この有効泥水圧で発生する泥水の切羽への浸透速度が切羽地盤に発生する地下水流速である。泥水の浸透速度は文献2)で述べたように有効泥水圧と切削インターバルで変化するので、まず基準有効泥水圧0.2kgf/cmで文献1)の泥水浸透実験装置により現場に合わせた切削インターバルで浸透速度を測定し、任意の有効泥水圧の浸透速度を文献2)で明らかにした下記の(2)式で求める。

$$V_1 = V_{0.2} \times \sqrt{\frac{P_0 - \Delta p}{0.2}} \quad \text{--- (1)}$$

ここに、 V_f : 有効泥水圧が $(P_0 - \Delta p)$ (kgf/cm²) の時の泥水浸透速度 (cm/sec),

$V_{0.2}$: 有効泥水圧が 0.2kgf/cm^2 の時の泥水浸透速度(cm/sec), P_0 : 設定泥水圧(kgf/cm^2),

 Δp : 泥水浸透ゾーン先端での間隙水圧上昇量(kgf/cm²)

次に、図-1に示す鉛直断面での解析モデルを用いて、泥水浸透ゾーン先端の切羽面間隙水圧上昇量が、有効泥水圧 0.2 kgf/cm^2 の $1/10$ にあたる 0.02 kgf/cm^2 と仮定した時の地下水流速を求める。発生地下水流速は切羽間隙水圧上昇量 Δp に比例する。したがって、泥水浸透ゾーン先端での切羽間隙水圧上昇が Δp (kgf/cm^2)の時の地下水流速 V_2 は次のようになる。

$$V_2 = V_{0.02} \times \frac{\Delta p}{0.02} \quad \text{-----} \quad (2)$$

ここに、 V_2 ：間隙水圧上昇量が Δp (kgf/cm²) の時の地下水流速 (cm/sec),

$V_{0.02}$: 間隙水圧上昇量が 0.02kgf/cm^2 の時の地下水流速(cm/sec),

 Δp : 泥水浸透ゾーン先端での切羽間隙水圧上昇量(kgf/cm²)

(1)式で求めた泥水浸透速度と(2)式の切羽面の発生地下水流速を等しくなるようにした時の Δp が、現場切羽地盤における間隙水圧の上昇量である。

3. 2 現場における切羽地盤の発生間隙水圧及び有効泥水圧について

3.1で述べた方法により図-1の解析モデルについて求めた、種々の条件下での切羽地盤の発生間隙水圧と有効泥水圧を表-1～3に示す。表-1, 2より、切羽での発生間隙水圧は一般に非常に大きく、有効泥水圧としてはごく僅かである。しかし、有効泥水圧は僅かながら、設定泥水圧が高いほど有効泥水圧は大きくなっている。特に、12%ベントナイトではどの砂でも有効泥水圧がほとんどない。1:3:9泥水では、設定泥水圧に対する有効泥水圧は5号砂では56～77%であるが、8号砂で2.5～10.8%になっている。つまり、透水係数の大きい5号砂では、粘土分を多く含む1:3:9泥水の方が目詰まり効果により泥水浸透速度が遅くなるので有効泥水圧も大きくなるが、8号砂のように透水係数の小さい地盤では、泥水を変えても泥水浸透速度がほとんど変化しないので、切羽地盤の間隙水圧は下がらず、したがって有効泥水圧はほとんど生じない(図-3)。また、表-3より、切削インターバルが長いほど泥水浸透速度が実質上遅くなるので有効泥水圧は大きくなることがわかる。

4. まとめ 現場における泥水式シールド砂質切羽地盤の間隙水圧は、現場地盤の透水係数や切削インターバル及び泥水特性と関係があり、特に透水係数の小さい地盤では、泥水として上質と考える1:3:9泥水を使用しても有効泥水圧は僅かである。

表-1 発生間隙水圧と有効泥水圧 (単位: kgf/cm²)
(12%ベントナイト、切羽インターバル30(sec))

地盤 (透水係数)	設定泥水圧	0.2kgf/cm ²	0.3kgf/cm ²	0.4kgf/cm ²	1.0kgf/cm ²
5号砂 (7.34×10^{-2})	発生間隙水圧	0.194	0.286	0.376	0.873
	有効泥水圧	0.006	0.014	0.024	0.127
標準砂 (1.45×10^{-2})	発生間隙水圧	0.198	0.295	0.391	0.950
	有効泥水圧	0.002	0.005	0.009	0.050
7号砂 (6.69×10^{-3})	発生間隙水圧	0.198	0.295	0.392	0.951
	有効泥水圧	0.002	0.005	0.008	0.049
8号砂 (1.10×10^{-3})	発生間隙水圧	0.198	0.297	0.394	0.964
	有効泥水圧	0.002	0.003	0.006	0.036

表-2 発生間隙水圧と有効泥水圧 (単位: kgf/cm²)
(1:3:9泥水、切羽インターバル30(sec))

地盤 (透水係数)	設定泥水圧	0.2kgf/cm ²	0.3kgf/cm ²	0.4kgf/cm ²	1.0kgf/cm ²
砂礫K (1.00×10^{-1})	発生間隙水圧	0.078	0.099	0.118	0.199
	有効泥水圧	0.122	0.201	0.282	0.801
5号砂 (7.34×10^{-2})	発生間隙水圧	0.087	0.112	0.134	0.228
	有効泥水圧	0.113	0.188	0.266	0.772
標準砂 (1.45×10^{-2})	発生間隙水圧	0.130	0.174	0.213	0.386
	有効泥水圧	0.070	0.126	0.187	0.614
7号砂 (6.69×10^{-3})	発生間隙水圧	0.144	0.196	0.242	0.451
	有効泥水圧	0.056	0.104	0.158	0.549
8号砂 (1.10×10^{-3})	発生間隙水圧	0.195	0.289	0.380	0.892
	有効泥水圧	0.005	0.011	0.020	0.108

表-3 発生間隙水圧と有効泥水圧 (単位: kgf/cm²)
(1:3:9泥水、設定泥水圧0.4kgf/cm²)

地盤 (透水係数)	切削インターバル	15sec	30sec	45sec
5号砂 (7.34×10^{-2})	発生間隙水圧	0.217	0.134	0.093
	有効泥水圧	0.183	0.266	0.307
標準砂 (1.45×10^{-2})	発生間隙水圧	0.298	0.213	0.160
	有効泥水圧	0.102	0.187	0.240
7号砂 (6.69×10^{-3})	発生間隙水圧	0.312	0.242	0.187
	有効泥水圧	0.088	0.156	0.213
8号砂 (1.10×10^{-3})	発生間隙水圧	0.383	0.380	0.360
	有効泥水圧	0.007	0.020	0.040

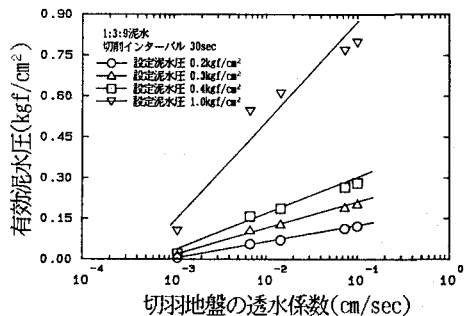


図-3 透水係数と有効泥水圧の関係

参考文献

- 1) 森 麟他：砂質切羽地盤における泥水式シールドによる間隙水圧とその発生のメカニズム（その1），第45回年次講演会概要集第3部門，1990
- 2) 森 麟他：砂質切羽地盤における泥水式シールドによる間隙水圧とその発生のメカニズム（その2），第45回年次講演会概要集第3部門，1990