

### 大深度シールド工事に伴う間隙水圧挙動について

千葉工業大学 学生会員 佐藤 圭  
 正会員 小宮一仁  
 正会員 渡邊 勉

#### 1.はじめに

2000年5月に成立し、2001年4月から施行された「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」により、今後、大深度地下の使用が増えることが予想される。しかし、施工例が少ない大深度地下工事を実施するためには、工事に伴う地盤変状や地下水圧の変化を予測する必要がある。

そこで本研究は、大深度地下における間隙水圧長期観測結果および過去のシールド工事における外力条件を入力した3次元土-水連成弾性有限要素法解析により、大深度地下シールド工事が地下水圧に及ぼす影響について考察した。

#### 2. 大深度地下間隙水圧挙動の観測

筆者らは、千葉工業大学津田沼校地内において1994年に地表面下250m、1996年に450mの掘削を行い、間隙水圧計等を80m、230mおよび402mの地中に埋設し、10分間隔で経時的に間隙水圧を測定している。従来の観測結果の分析から地下の間隙水圧には気圧、起潮力が即時的に影響していることが明らかになった。これらとは別に夏期には水圧が減少し、冬期には増加するといった季節変動があることもわかった。

図-1は地下250mまでの土質の概略と深度別観測点を示したものである。図-2、図-3はそれぞれ同観測点で得られた1999年度の間隙水圧である。1999年度の夏期と冬季の最大間隙水圧差は地下80mで32.34kPa、地下230mでは37.97kPaになった。この他の年度においても同様の挙動が得られている。

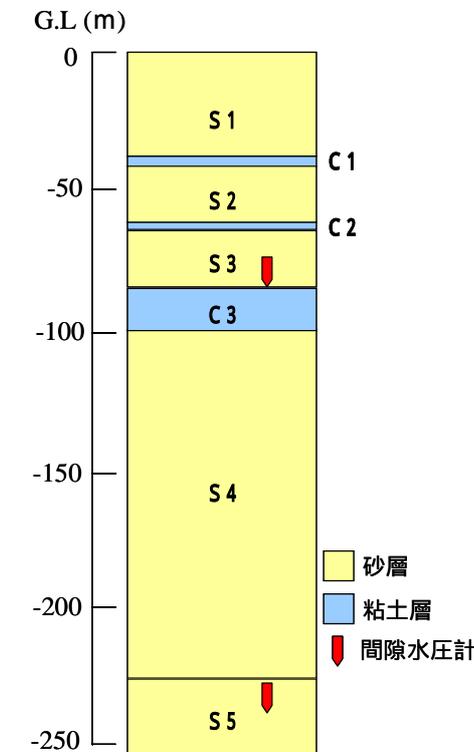


図-1 津田沼の土質図と間隙水圧計

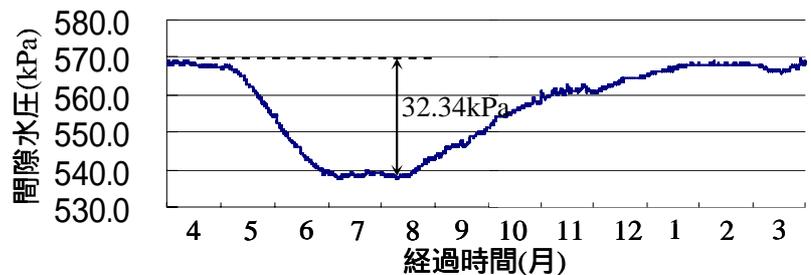


図-2 地下80m間隙水圧計

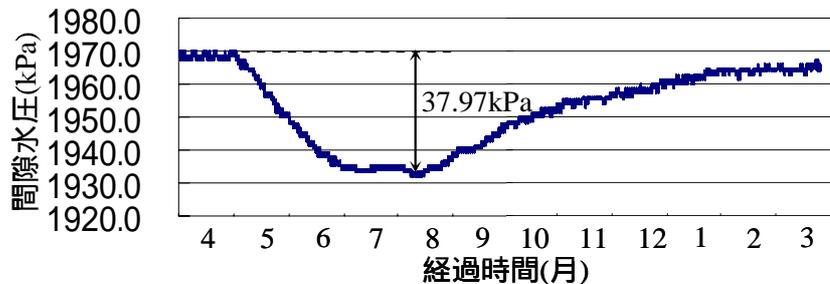


図-3 地下230m間隙水圧計

キーワード 大深度地下、間隙水圧、シールドトンネル、有限要素法、施工過程

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 TEL 047-478-0440 FAX 047-478-0474

### 3. 3次元土～水連成弾性有限要素法による大深度地下シールド工事のシミュレーション

#### 3.1 解析の概要

ここでは、観測点における土被り 200m、トンネル直径 12.2mのシールド工事を想定し、有限要素法解析によって工事に伴う地下水圧の変化をシミュレーションした。図-4 が解析を行ったシールド機の位置と観測点を示したものである。表-1 は、解析に用いた地盤のヤング率、ポアソン比、および透水係数である。これらの値は、現地の土質サンプルを用いた室内試験結果に基づき決定した。工事に伴う外力条件は、土被り 16m、トンネル直径 12.2mの実際のシールド工事の施工過程の解析

表-1 解析パラメータ

	ヤング率(kPa)	ポアソン比	透水係数(cm/s)
S1	3.0E+04	0.333	1.0E-04
C1	1.0E+04	0.400	1.0E-09
S2	5.0E+04	0.333	1.0E-04
C2	1.2E+04	0.400	1.0E-09
S3	6.0E+04	0.333	1.0E-04
C3	1.5E+04	0.400	1.0E-09
S4	7.0E+04	0.333	1.0E-04
S5	8.0E+04	0.333	1.0E-04

で得られたシールド機切羽と周面に発生する土圧を土被り比 12.5 倍した値を入力した。

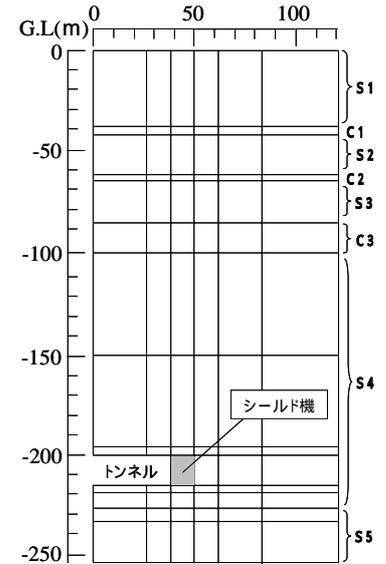


図-4 解析メッシュ図

#### 3.2 解析結果

図-5 は、解析で得られたシールド機近傍の過剰間隙水圧の発生状況である。これらから切羽前方では最大約 300kPa の過剰間隙水圧が発生していて、周面ではシールド上方においてシールド機姿勢の変化に伴う負圧が発生している。図-6 および図-7 はそれぞれ図-4 に示した地下 80mと地下 230mにおける過剰間隙水圧の変化挙動を示したものである。工事に於いて、シールド機から約 120m離れた地下 80mでは 1.81kPa シールド機に近い 230mの地盤では 31.25kPa の最大過剰間隙水圧が発生した。これら 2 地点の過剰間隙水圧は外力入力後約 300 分でほぼ消散し、地下 80mでは 0.65kPa、地下 230mでは 0.08kPa になった。シールド機に近い地下 230mでは最大 31.25kPa の過剰間隙水圧の上昇が見られたが、この値は 2. に示した同地点の季節変動の最大値 37.97kPa よりも小さい値になり、また比較的早い時間で消散した。これから、今回のシミュレーションでは大深度シールド施工時の間隙水圧変化が地下水圧に及ぼす影響が小さいことがわかった。ただし、実際の施工において今回の解析結果と同様の過剰間隙水圧が発生するとは限らない。実際の施工においては、シールド機の外力が今回の想定とは異なり最大過剰間隙水圧が変化することも考えられる。また、シールド機周辺に既設構造物がある場合などの過剰間隙水圧の消散の遅れなどが考えられる。今後、さらに異なる条件の解析を行い、大深度地下工事が地下水圧環境に及ぼす影響を明らかにしたい。

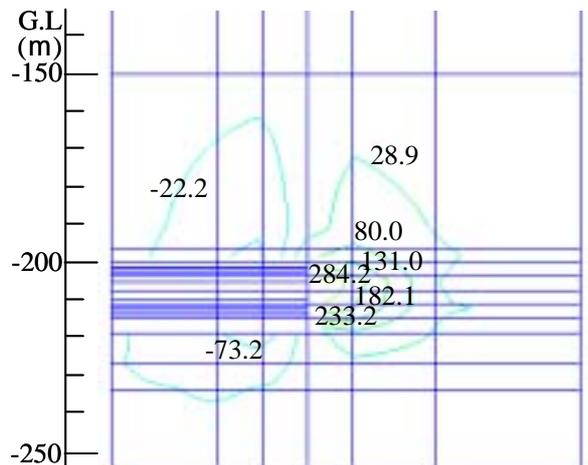


図-5 シールド機近傍の過剰間隙水圧(kPa)

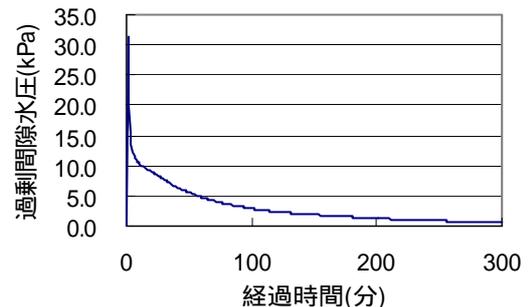


図-6 地下 80mの過剰間隙水圧

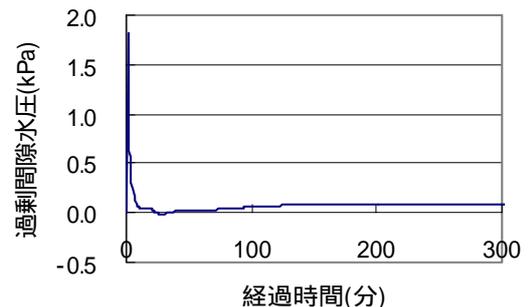


図-7 地下 230mの過剰間隙水圧