

千葉工業大学大学院 学生会員 佐久間 隆 榎本 哲志
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡邊 勉 清水 英治
 千葉工業大学 学生会員 井口 満法 對馬 実

1. はじめに

筆者らは、1996年9月に東京湾北縁断層に隣接する千葉工業大学津田沼校地において約450mの掘削を行い、地表面下40m、80m、230mおよび402mの地中に間隙水圧計等を埋設して、10分間隔で経時的に間隙水圧を測定している。

本研究は、掘削時にボーリング調査した堆積地盤の状況や、地下間隙水圧の測定結果、ボーリング調査において採取した試料の三軸試験結果に加え、既存の研究成果をもとに、土の限界状態モデルを用いて、大深度堆積地盤の応力状態に関して基礎的な考察を行ったものである。

2. 大深度地下間隙水圧

津田沼校地間隙水圧測定地点の地層図と計器設置状況を図1に示す。観測地点における地層は、浅海性の砂層と淡水・汽水性の泥質砂層および砂礫層とが周期的に繰り返す堆積サイクルが構成されている。これは、第四紀を通してたびたび起こった汎世界的な氷河性海面変動に対応するものと考えられる。また、地表面下410m以深は透水性の低い軟質泥岩層が続いている。

図2に1996年10月からの1998年1月までの間隙水圧測定結果を示す。地表面下40m（水位計）の間隙水圧は一年を通してほぼ一定であるのに対し、地表面下80m（観測点A）と230m（観測点B）の間隙水圧には夏期に小さく冬季に大きいといった1年周期の変動が見られる。また地表面下402m（観測点C）の間隙水圧は地表面下80mや230mほどの変化ではないが1年周期の季節変動が認められる。

この間隙水圧の季節変動には深度による時差があり、地表面下230mの間隙水圧に最初の変化が起こり、その約1週間後に地表面下80m、2ヶ月後に地表面下402mの間隙水圧に変化が現れる。また、地表面下80mと地表面下230mの間隙水圧の変化量やその挙動はほぼ同じであるのに対し、地表面下402mの間隙水圧はその変化の仕方は緩やかで変化量も小さい。この季節変動は地下水の涵養域における水圧の変化が影響していると考えられるが⁽¹⁾、時差や変化量から考えて直接影響を受けているのは、地表面下230mの間隙水圧であると考えられる。

図3は間隙水圧測定結果をもとに地下水圧の分布状況を示したものである。地表面下40mの間隙水圧測定結果に基づいて決定した地下水位面は地表面下約8mの地点である。しかし地表面下80m、230m、402mの間隙水圧測定結果は、地表面下約8mを地下水位面としたとき予測される静水圧よりも小さい。地表面下80m、230m、402mの各観測点の静水圧はそれぞれ0.704MPa、2.175MPa、3.842MPaであり、観測値はこれらよりも0.147MPa、0.224MPa、0.136MPa小さい。

図2から判るとおり地表面下40mの間隙水圧と地表面下80m以下の間隙水圧では年間を通しての挙動が

埋め戻しおよび計器設置状況 柱状図

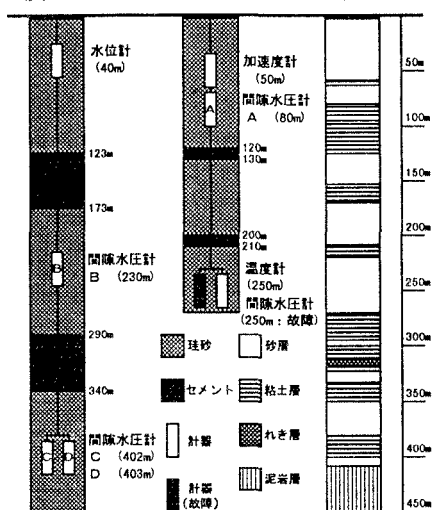


図1 津田沼校地間隙水圧測定地点の地層と計器設置状況

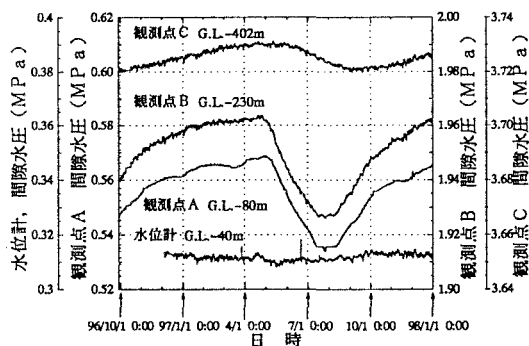


図2 津田沼間隙水圧測定結果

キーワード：間隙水圧，大深度地下，堆積地盤，有効応力，土圧

連絡先：(住所：習志野市津田沼2-17-1・電話：0474-78-0449・FAX：0474-78-0474)

明らかに違う。しかし、地表面下 80m の間隙水圧は約 1 ヶ月の時差で一時的に大きな降水の影響を受けることを確認済みである⁽²⁾。

また地表面下 80m 以下の間隙水圧が静水圧よりも小さくなっている理由として、昭和 30~40 年代の地下水の汲み上げによる影響が考えられる⁽³⁾。

3. 大深度の有効応力状態の推定

次に、間隙水圧の測定結果および、地表面下 400m から採取した試料を用いて行った三軸圧縮試験の結果から大深度地下における地盤の応力状態を推定した。

三軸圧縮試験で得られた排水有効応力経路と限界状態線を示したものが図 4 である。この図から限界状態線の傾き M は 1.3 である。また、三軸圧縮試験の結果から採取試料の内部摩擦角は $\phi' = 38^\circ$ であった。この ϕ' を用いてヤークーの式 $K_0' = 1 - \sin \phi'$ から静止土圧係数 K_0' を算出すると $K_0' = 0.384$ となる。

観測点近くの千葉県内で行われたボーリング調査で確認された深度ごとの土の単位体積重量⁽⁴⁾から地表面下 80m, 230m, 402m の全鉛直土圧を求めるとそれぞれ 1.49MPa, 4.29MPa, 7.45MPa になる。この結果と本研究における間隙水圧測定結果を用いて有効鉛直応力 σ_v' を求めるとそれぞれ、0.93MPa, 2.34MPa, 3.77MPa となり、また、静止土圧係数 K_0' から有効水平応力 σ_h' は 0.36MPa, 0.90MPa, 1.45MPa となる。これから、各深度における平均有効主応力 p' は 0.55MPa, 1.38MPa, 2.22MPa, 軸差応力 q は 0.58MPa, 1.44MPa, 2.32MPa となる。この p' と q を図 4 に併せてプロットする。

前述した間隙水圧の季節変動による有効応力の变化を計算すると、各深度における平均有効主応力は、 ± 0.0103 MPa, ± 0.0111 MPa, ± 0.0035 MPa 変化し、軸差応力は、 ± 0.0107 MPa, ± 0.0116 MPa, ± 0.0036 MPa 変化する。この変化量は初期土圧の 1% 未満であり、非常に小さい。

4. まとめ

本論文の結果をまとめると以下ようになる。

1. 地下水の季節変動は、地表面下 230m→80m→402m の順で生じる。
2. 地表面下 80m 以深の地盤の間隙水圧は静水圧よりも小さく、地表面下 80m の間隙水圧で 0.147MPa, 230m で 0.224MPa, 402m で 0.136MPa 小さい。
3. 地表面下 80m, 230m, 402m の平均有効主応力は 0.55MPa, 1.38MPa, 2.22MPa, 軸差応力は 0.58MPa, 1.44MPa, 2.32MPa であり、一年間で、平均有効主応力は、 ± 0.0103 MPa, ± 0.0111 MPa, ± 0.0035 MPa 変化し、軸差応力は、 ± 0.0107 MPa, ± 0.0116 MPa, ± 0.0036 MPa 変化する。この変化量は初期土圧の 1% 未満であり、非常に小さい。

参考文献

- (1) 田中 正：関東平野の地下水循環，(社)地下水技術協会・日本学術会議 5 研連主催シンポジウム「地盤・水環境と気候変動」講演要旨集，(社)地下水技術協会・日本学術会議 5 研連，pp21~26, 1997.7
- (2) 佐久間 隆，小宮 一仁，渡邊 勉，清水 英治：地下間隙水圧と降水量の関係について，第 24 回関東支部技術研究発表会，土木学会，pp120~121, 1997.
- (3) 飯塚 敦：沈下予測解析における基準と初期条件の重要性，土と基礎 Vol.45, No.2, pp.11~14, 1997.
- (4) 川崎 了，西 好一，藤原 義一，岡本 敏郎：圧縮空気貯蔵のための大深度軟岩地盤の力学的特性，財団法人電力中央研究所，pp.16, 1993.

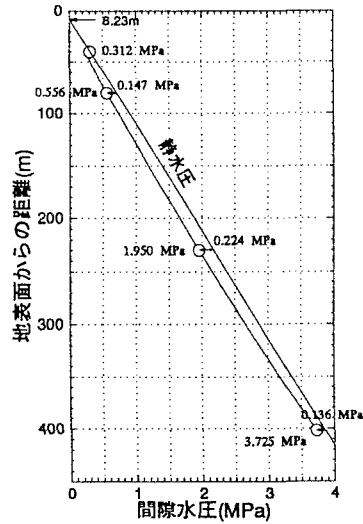


図 3 各観測点における平均間隙水圧と予想される静水圧分布

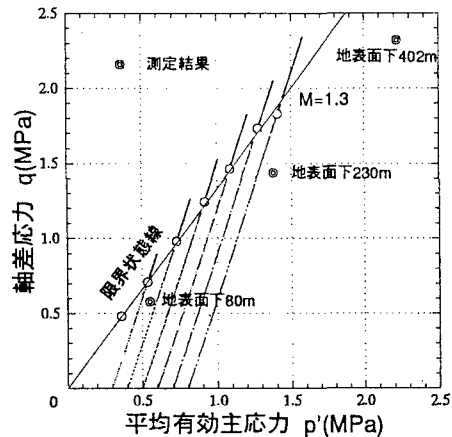


図 4 排水有効応力経路と限界状態線