

## Ⅲ - A273

## 起潮力が堆積地盤の間隙水圧挙動に及ぼす影響

千葉工業大学大学院  
千葉工業大学

学生会員 榎本 哲志  
正会員 小宮 一仁 渡邊 勉 清水 英治

## 1. はじめに

近年、各地で行われている大深度地下開発工事において地盤内の水圧の正確な評価を行うことが重要となっている。また、地盤の変形挙動の評価に多用されている土〜水連成解析法においても、地盤内の間隙水圧の初期値の設定は重要である。しかしながら、堆積地盤内における間隙水圧挙動には様々な要因が作用しており、これらに関する地盤工学的な研究が少ないため不明な点が数多く残っている。

現在、千葉工業大学津田沼校地内には2本の間隙水圧測定孔があり、地表面下40m、80m、230m、250m、402m、403mの各地点の間隙水圧計等を観測している。これらの観測点においては、10分間隔で経時的に地盤内の間隙水圧等の測定を行っている。

本研究では、潮位の変化と地盤内の間隙水圧挙動について相関を調べ、考察を行った。

図1は、津田沼校地内間隙水圧測定地点における計器埋設状況及び土質柱状図を表している。観測点における地層は砂層と粘土層とが互層を成しており、地表面下407m以下は泥岩層となっている。

## 2. 地盤内の間隙水圧挙動

堆積地盤内の間隙水圧挙動に影響を及ぼす要因には様々なものが考えられる。その中でも特に気象変化の影響が無視できない。著者らは既に一時的な大雨と間隙水圧挙動の関係については明らかにしており<sup>(1)</sup>、地表の降雨による地下水位の変化が地下80m地点の間隙水圧の変化として現れるのに約1ヶ月間を要することを確認した。また堆積地盤内の間隙水圧は、夏期に低下し冬季に上昇するという約1年周期の季節的な変動があり、それらには深度による時間差が生じていることも確認した<sup>(2)</sup>。また筆者らは、地表で起こる気圧変化が堆積地盤内の間隙水圧挙動に影響を及ぼしているということも明らかにした<sup>(3)</sup>。気圧変化の影響は降水量による影響とは違い、時間的な遅れを伴わず、地表

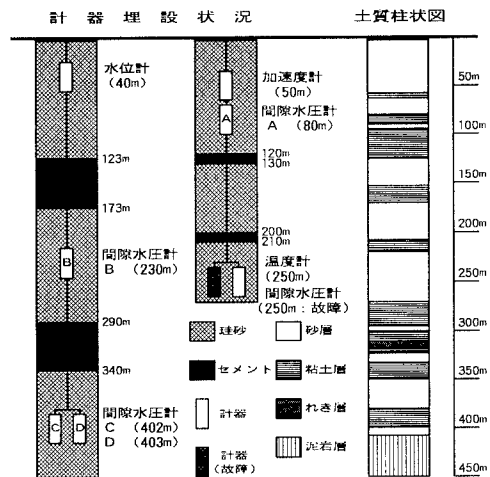


図1 津田沼校地内間隙水圧測定地点の地層と計器埋設状況

面下400mという大深度にまで瞬時に伝わる。

## 3. 間隙水圧と潮汐の関係

図2は、地表面下402mにおける堆積地盤内の間隙水圧挙動と海上保安庁第三管区海上保安本部によって観測された東京湾内における潮位変動<sup>(4)</sup>との比較を行ったものである。前述のように、堆積地盤内の間隙水圧挙動は気圧変化の影響を受けているので、ここでは潮位変化との比較を行うために気圧変動に関する間隙水圧補正を行った。気圧のデータは気象庁千葉測候所において観測されたデータ<sup>(5)</sup>を用い、補正は1気圧(1013.25hPa)を基準として、間隙水圧測定値から同時刻の気圧の変動量を差し引くことで補正した。図2から明らかのように、間隙水圧補正值の変化挙動は定量的な値に違いが見られるものの、潮位の変化挙動と概ね一致している。しかし、前節2に示したように、地表付近の水位の変動の影響が地下深く及ぶためには時間差があることが確認されている<sup>(1)</sup>。従って、潮位の変化による地下水位の変化が瞬時に地表面下402m

キーワード：間隙水圧、起潮力、気圧、大深度地下

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

にまで及ぶとは考え難い。このような堆積地盤内の間隙水圧挙動には潮位の変化、即ち、潮汐現象そのものを引き起こしている起潮力が関与しているものと考えられる。

図3は、図2と同様に異なる時期の間隙水圧と潮位変動との比較を行った図である。図2と同様、潮位の変化挙動と間隙水圧挙動との間に相関が得られた。このことから、起潮力による影響はある一時的なものではなく、常に堆積地盤内の間隙水圧挙動に影響を及ぼしているものと考えられる。

#### 4. 間隙水圧挙動と潮位変動の相関が得られた理由

潮汐とは海水面の緩慢な周期的昇降のことであるが、この潮汐現象を引き起こしている力が起潮力である。起潮力とは、地球と天体との万有引力と共通重心を中心とする公転運動に伴う遠心力との差であると定義される。今回の堆積地盤内の間隙水圧挙動と潮位変化の相関性が認められた要因として、潮汐現象そのものを引き起こしている起潮力が堆積地盤の内部にまで作用し、それが間隙水圧の挙動として現れたと考えられる。

ここで、月と地球の関係について考えると、まず、月と地球の距離は一定であるとするなら、月の引力と遠心力は地球の中心で等しくならなければならない。等しくなければ天体間の釣り合いが崩れてしまい、月と地球の距離が変化して系が維持できないからである。また引力は距離の二乗に反比例することから、中心から約 6300Km 離れた地表付近には起潮力が強く作用していると考えられる。そのため観測地点の地盤内にも起潮力が作用し、その影響が間隙水圧の挙動として現れたものと考えられる。地球規模で考えた場合、天体の運動により発生する起潮力が、海水面にだけ作用しているとは考え難く、地盤内部にまで影響を及ぼしていると考えられる。

#### 5. まとめ

堆積地盤内の間隙水圧挙動と潮位の変化には相関があり、その関係は降水量による影響とは違い、時間的な遅れを伴わない。この間隙水圧の挙動が生じる要因は、潮汐現象を引き起こしている起潮力が地盤にまで作用していると考えられる。

地盤内の間隙水圧挙動は、降雨・気圧変化・起潮力など様々な要因による影響を受け、またそれぞれが同時に作用していると考えられる。地盤内の挙動を知る手がかりとして間隙水圧挙動を用いる場合や、大深度地下開発等において間隙水圧を取り扱う場合にはそれ

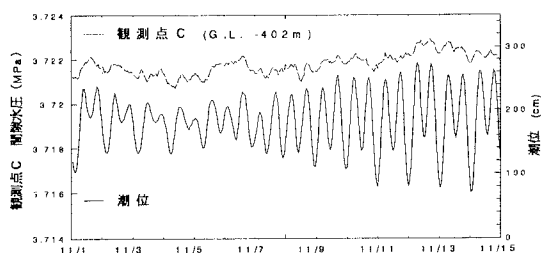


図2 地表面下 402m 地点の間隙水圧と潮位変動の関係  
1996 年 11 月

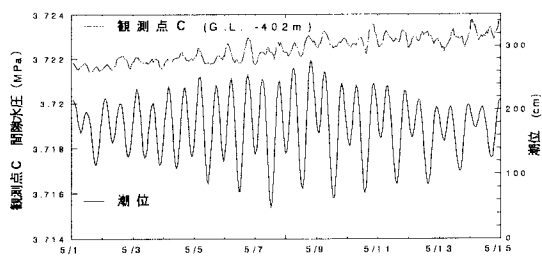


図3 地表面下 402m 地点の間隙水圧と潮位変動の関係  
1997 年 5 月

らの要因がどの程度工学的に関わっているかを考慮する必要がある。また、地盤内の間隙水圧変化は月の引力による起潮力や気圧変化のような小レベルの要因にも敏感に反応することが分かった。これは、例えば地盤破壊や地震発生前の地盤内の微小な応力状態の変化等を間隙水圧変化として捉えられることを示している。従って、地盤内の間隙水圧挙動を経時的に観測し間隙水圧変化の要因分析を正確に行えば、地盤の破壊や地震発生の予測を行える可能性はある。

#### 参考文献

- (1) 佐久間・小宮・渡邊・清水：地下間隙水圧と降水量の関係について、土木学会第 24 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 120-121、1997
- (2) 佐久間・小宮・渡邊・清水：大深度堆積地盤の応力状態に関する一考察、土木学会第 25 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 522-523、1998
- (3) 榎本・小宮・渡邊・清水：気圧変化が堆積地盤の間隙水圧挙動に及ぼす影響、土木学会第 25 回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp. 524-525、1998
- (4) 日本海洋データセンター：毎時潮位データ
- (5) 気象庁：地上気象観測毎時月表、1996 年 11 月、1997 年 5 月