

降雨による粘性土地盤のリバウンド特性

九州工業大学	大学院	学生員	○上林佳樹
九州工業大学	工学部	正会員	永瀬英生
同	上	正会員	安田 進
同	上	学 生	宮川千明

1. まえがき

北九州市内の団地において、盛土による軟弱地盤の圧密沈下が発生している。この進行状態を調べるために測定器械による簡単な沈下観測を行った結果、沈下は継続して起こっているが、降雨量の多い時期には浮き上がりがある傾向も見られた。そこで、このような挙動の原因を把握するために、現場において、間隙水圧、地下水位、沈下量、雨量などを詳細に観測してみた。さらに、三軸圧縮試験で間隙水圧変化に伴う体積変化を調べ、沈下の変動に関して現場との比較考察をした。

2. 観測・実験方法

1) 観測方法は以下のようである。

①沈下量：沈下量は、図-1に示すように基盤層（第三紀頁岩）中に先端をスクリュー状に加工している鋼棒を埋設し、不動点を設ける。そして、地表面変動に追従するような一辺50cmの正方形を成す鉄板を地表面に置く、このときの不動点と沈下板の差を初期値として、地表面の変動量をノギスで計測する。

②間隙水圧：図-1に示すようにGL-9.7m地点にB A T式間隙水圧計の先端チップを埋め、地上から1インチの管を通して測定装置を降ろし、GL-9.7m地点の間隙水圧を測定する。

③地下水位：図-1に示すように5mのボーリング孔にφ2インチのPVC穴あきパイプを挿入し、地下水位が現れるようにする。そして、この孔に電気式水位測定装置を挿入し、地下水位を測定する。

④雨量：普通雨量計を用い、降雨時に毎2時間の雨量を測定する。

2) 実験方法は以下のとおりである。

①ボーリングで採取された不攪乱試料を用いる。

②三軸圧縮試験装置を用い、供試体の寸法は直径5.0cm、高さ8.0cmとする。

③有効土被り圧 $P=0.3\text{kgf/cm}^2$ で再圧密する。

④間隙水圧の変動を再現するため、排水状態で供試体の間隙水圧を0.1と0.2 kgf/cm^2 だけ増減し、有効応力の変動に対する体積変化を調べる。なお、体積ひずみは、圧縮側（沈下側）がプラス、膨張側（浮き上がり側）がマイナスとする。

3. 観測結果

平成2年11月9日～11月11日の3日間で、雨の降り始めから降り終わって十分時間が経過するまで観測を行った。図-2に示す雨量観測結果では、雨は9日6時～10日0時にかけて降り、9日の16時に集中的に多く降った。図-3には、地下水位の変動が示してある。地下水位は、雨が降り始めてしばらくして急激に上昇し、ピークを過ぎてからは徐々に降下している。

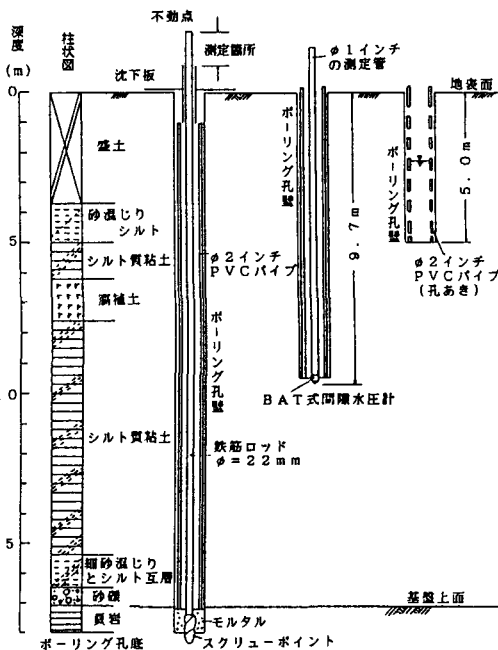


図-1 柱状図と計測器設置状況

図-4は、シルト質粘土層内の間隙水圧を観測した結果である。これによると間隙水圧は、最大降雨量を記録したときには最小値を示しているがそれ以降から急に増加傾向を示し、ピークを迎えた後徐々に減少している。降雨後、間隙水圧が約 0.05kgf/cm^2 だけ急に上昇したのは、雨水の浸透によって盛土部分の自重が大きくなり、粘土層に作用する全応力が増加したためと推察される。また、降雨後およそ24時間経過してからの間隙水圧の上昇は、盛土部分を満たしていた雨水が浸透したこと、あるいは測定地点より深いところから間隙水圧が消散して上方に伝達されたこと等により粘土層内に生じたと推察される。この間に発生した間隙水圧は粘土層の浮き上がりに密接な関係があると考えられるが、その量は 0.036kgf/cm^2 である。

図-5は、沈下・浮き上がりの観測結果を示したものである。沈下と浮き上がりを繰返しながら全体的には沈下傾向を呈している。沈下は発生している間隙水圧の消散により、浮き上がりは雨水の浸透による間隙水圧の上昇により生じるが、これらは粘土層内で同時に起こっているものと推察される。なお、間隙水圧がピーク付近での浮き上がり量は、2時間で最大 0.24mm 程度である。

4. 室内試験結果と浮き上がり量推定

図-6は、三軸圧縮試験結果で有効応力を変化させた初期段階（1分程度経過した段階）と24時間経過した段階での圧縮膨張ひずみを有効応力増加量に対してプロットした図である。降雨による地盤の浮き上がりは、比較的早い時間で起こると思われるため、その推定には初期段階の圧縮膨張ひずみを用いた。

シルト質粘土層内に直接水が浸透して増加したと思われる間隙水圧の上昇量は上記のとおり $\Delta P=0.036\text{kgf/cm}^2$ となる。図-6より有効応力増加量 $\Delta P=0.1\text{kgf/cm}^2$ のとき、体積ひずみ $v=-0.031\%$ だから、弾性的挙動と仮定してこの値を比例配分すると $\Delta P=0.036\text{kgf/cm}^2$ のとき、 $v=-0.011\%$ となる。これを現場の粘土質層厚 $H=10\text{m}$ の場合に換算すると

$$\Delta S = v \cdot H = -0.011 \times 1000 / 100 = 1.1(\text{mm})$$

となる。これは、現場の最大浮き上がり量 0.24mm に対して多少大きい値を示しているが、この要因として浮き上がりと同時に沈下が進行していることが考えられる。

5. まとめ

宅地造成盛土による軟弱地盤の沈下挙動を調べるため、現地調査を行なった結果、降雨時には沈下とともに量的には少ないが浮き上がりの現象も同時に起こっていることが観測された。なお、この現場観測器の設置において、基礎地盤コンサルタンツ（株）内田篤志氏にご指導を頂いた。末筆ながら感謝いたします。

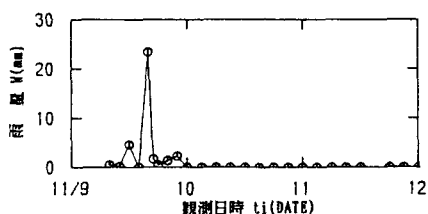


図-2 雨量の経時変化

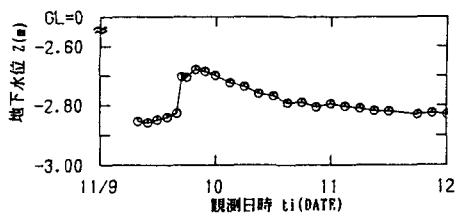


図-3 地下水位の経時変化

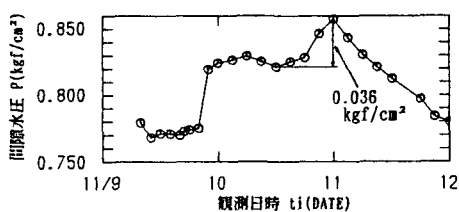


図-4 間隙水圧の経時変化

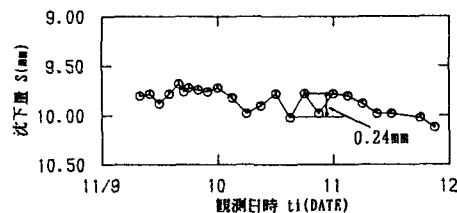


図-5 沈下量の経時変化

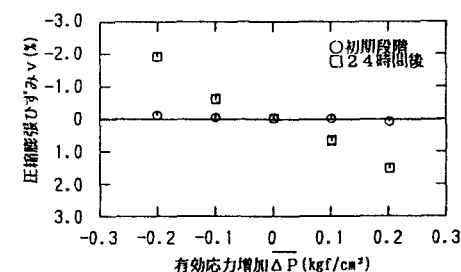


図-6 圧縮膨張ひずみ v -有効応力増加 ΔP