

神戸大学工学部 正会員 〇谷本 喜一
神戸大学工学部 正会員 田中 泰雄
神戸大学大学院 学生員 柳田 敏明

1. まえがき

最近では都市部での用地不足により、丘陵地や山麓地域に高盛土で、しかも施工期間を短縮して宅地造成が行われている。このような宅地造成盛土が水浸を受けると沈下を生じ、構造物に被害を与える場合も少なくない。これまでも水浸による沈下に関する研究はいくつかなされている¹⁾²⁾。しかしながら水浸中の土の沈下-時間関係に関しては、あまり研究されていない。そこで本研究では、側方拘束圧縮試験機を使い水浸試験を実施し、水浸中の土の沈下-時間特性について考察を行なった。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、神戸層群に属する第3紀層泥岩の圧砕材料で、4.76mmフルイ通過分を使用した。供試体寸法は直径150mm、高さ60mmとし、供試体は表-1に示す3種類の初期飽和度 S_{r_i} および初期間隙比 e_i を持つ様に突き固めて作成した。これは、初期条件の違いによる沈下速度の変化を明らかにしようとするものである。また、表に示されるように、水浸を行なう時の荷重を4段階に変化させて試験を行なった。ただし、水浸時荷重まで必要な荷重を段階載荷した。実験装置としては側方拘束圧縮試験機を使用し、水浸方法は供試体下部からの静水圧による水の浸透とした。モールドの内壁にグリースを充分塗り、周面摩擦の低下をはかった。以下の表表においては周面摩擦の影響はないものとする。

表-1 実験条件

試験名	水浸時荷重 P_{sub}			
	1kg/cm ²	2kg/cm ²	4kg/cm ²	8kg/cm ²
シリーズ(初期条件)				
シリーズ1 ($S_{r_i}=25\%, e_i=0.70$)	Test11	—	Test13	Test14
シリーズ2 ($S_{r_i}=50\%, e_i=0.70$)	Test21	Test22	Test23	Test24
シリーズ3 ($S_{r_i}=70\%, e_i=0.70$)	Test31	Test32	Test33	Test34
シリーズ4 ($S_{r_i}=50\%, e_i=0.80$)	Test41	Test42	Test43	Test44
シリーズ5 ($S_{r_i}=50\%, e_i=0.93$)	Test51	Test52	Test53	Test54

3. 実験結果および考察

水浸によって生ずる圧縮沈下と時間関係の代表例を図-1に示す。縦軸に圧縮ひずみ量 $\epsilon(\%)$ 、横軸に時間 $t(sec)$ を対数目盛で示す。この曲線は、最初ゆるい勾配を示し最急勾配を示した後、一定値に落ち着いている。これは一次元圧密における圧密度-時間($\sigma-\log t$)曲線とよく似ている事が注目される。以下、初期条件の違いによる沈下速度の変化を調べる。図-1に示す通り沈下は最終的に停止しているの、一定値に落ち着いた時の圧縮量を100%とした。圧縮量がその90%に達するまでの時間を t_{90} とし、 t_{90} を用い沈下速度の違いを調べることにする。図-2に $t_{90}-S_{r_0}$ 関係を、図-3に $t_{90}-e_0$ 関係を示す。ここに、 S_{r_0} 、 e_0 は水浸開始直前の飽和度、間隙比を示す。ただし、水浸前の不飽和状態での荷重載荷段階において、含水比は

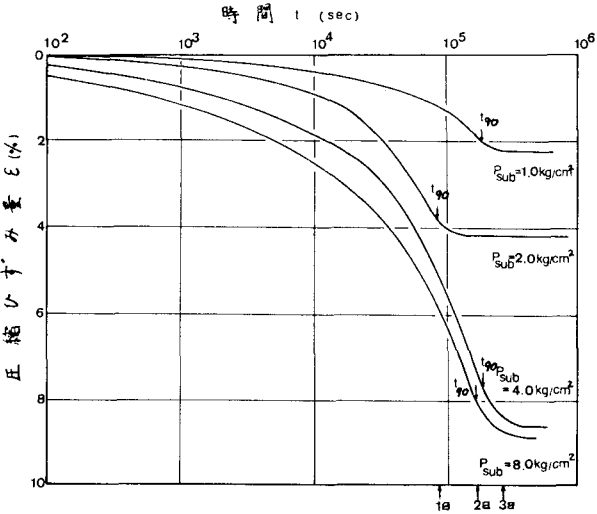


図-1 沈下-時間関係 (初期条件 $S_{r_i} 50\%, e_i=0.70$)

変化しないものとして、 S_r を計算した。図-2より、飽和度 S_r が増加するにつれて t_{90} は減少し、沈下速度が増加する傾向にある。また間隙比 e_0 についても、間隙比 e_0 が増加するにつれ多少 t_{90} が減少する傾向にある。

本研究では供試体下部より静水圧により水浸を行なったが、この場合、浸潤面が供試体内で上昇する速さが沈下速度に直接に影響すると考えられる。これは、水浸による不飽和土の圧縮沈下が、(1)水浸により土の飽和が進み、(2)土粒子間のサクションが解放され、(3)土粒子間にすべりが生じ沈下が始まる、といった一連の現象によって起こるため、したがって浸潤面上昇は水浸沈下の進行に対処するであろう。理論的に不飽和土中の水の浸透問題を取り扱う場合、飽和土中の水の浸透と同様に、Darcyの式を適用した解析理論が一般には使われている。すなわち、不飽和土中の鉛直方向の水の浸透の基礎方程式は次式となる。ただし、水の重力による影響は供試体長さが短かいので無視する。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \quad (1)$$

ここで θ は体積含水率($\theta = V_w/V_v$)、 D は不飽和土の拡散係数で、 θ の関数となる。一般に体積含水率 θ の増加とともに拡散係数 D は増加する(つまり水の浸透速さも速くなる)。

以上より水浸による不飽和土の圧縮沈下速度を検討するには、体積含水率 θ を用いて行なうのが適当と思われる。今回行なった全ての実験結果を θ を用いて整理すると、図-4の通りである。ここで θ は浸潤面上昇につれ変化するが、単純化のため、図-2、3と同様、水浸開始直前の値 θ_0 を使って示した。図に示される通り θ_0 が増加するにつれて、 t_{90} は減少しており、水浸沈下が速くなるのがわかる。これは上に述べた D と θ の関係と一致する。また体積含水率 θ と飽和度 S_r 、間隙比 e_0 の間には、 $\theta = S_r / \{100(1 + 1/e)\}$ (2)の関係がある。この式より、 θ は S_r および e_0 が増加するにつれて増加するが、 θ は e_0 に比べて S_r に大きく影響されることがわかる。このことは、図-2、3に示した通り、 t_{90} が e_0 に比べて S_r に大きく影響されている結果とも一致している。

4. まとめ

今回発表の要点を述べると次の通りである。

- 側方拘束圧縮試験により、水浸による不飽和土の圧縮沈下の時間特性を調べることができた。得られた沈下-時間曲線は、飽和土の圧密曲線と類似している。
- 土の初期条件の違いによる、水浸沈下速度を検討する際、体積含水率 θ で整理するとよい。 θ の増加につれ、水浸沈下は速くなる。

最後に本研究を進めるに際し、非常に有益な御助言をいただいた中村潤一氏ならびに実験に協力をいただきました岡井大八氏に感謝致します。

参考文献

- 福田 護： 盛土地盤の浸水に伴う沈下とその解析について，土質工学会論文報告集，1977，Vol.17，No.2，pp.65
- K, Tanimoto and J. Nakamura (1980) "Study of Compressibility of ...", 6th Southeast Asian Conf., Taipei, pp.139-150

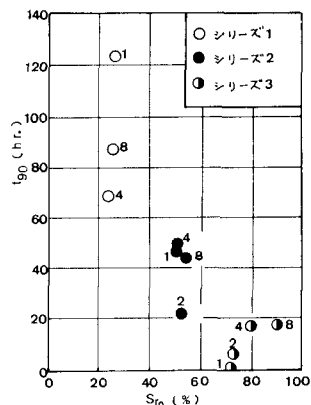


図-2 t_{90} - S_r 関係

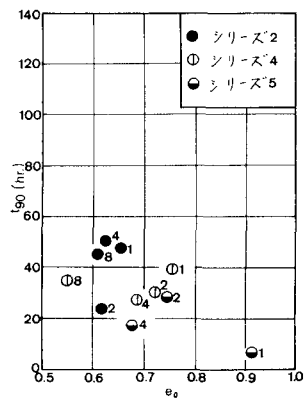


図-3 t_{90} - e_0 関係

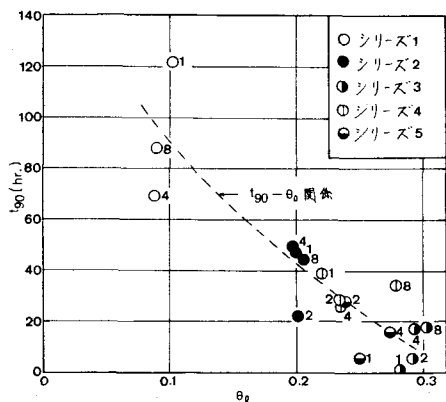


図-4 t_{90} - θ_0 関係