

水浸に伴う不飽和シルト質土の膨潤特性

亀井健史*・榎本雅夫**

不飽和シルト質土の水浸に伴う膨潤特性を定量的に把握するため、異なる初期飽和度と初期乾燥密度を有する供試体に対して、圧密試験装置を応用した膨潤試験を行った。その結果、水浸に伴う飽和度、膨潤量比および膨潤圧の経時変化を計測することにより、吸水前の初期飽和度、初期乾燥密度がシルト質土の膨潤特性（膨潤量比・膨潤圧）に与える影響を明らかにしている。

Key Words : compaction, partially saturated soil, seepage, silt, swelling

1. はじめに

不飽和状態の土では、吸水に伴う飽和度の変化によって体積変化が生じる。このような体積変化現象は、砂のような粒状体ではほとんど認められず、細粒分の多い地盤材料において顕著に現れる。一般に不飽和状態の土が吸水すると、飽和度の上昇に伴い体積膨張が生じるが、不安定な構造の土に水が浸透すると急激な沈下を生じることもあり、このような現象は一般にコラプス沈下と呼ばれ、地盤工学上の大きな問題となっている。また、土の膨潤による工学的諸問題としては、トンネル掘削における地山の張り出し、膨潤による地盤のせん断強さの減少に伴う斜面の崩壊などが挙げられ、特に泥岩ではスレーキング現象が地盤工学上大きな問題となっている¹⁾。

いま物理化学的観点から粘性土の膨潤特性に着目すると、膨潤は主に電気二重層の発達によって生じており、粒子の表面電荷、比表面積、間隙水のイオン濃度、イオン交換容量、交換性イオンの種類などに大きな影響を受けることが指摘されている¹⁾。Yong and Warkentin²⁾は、これらの土の物理化学的な要因を理論的にモデル化することによって膨潤圧の推定式を提案し、このような挙動が粘土鉱物の種類や土粒子の配列配向によっても支配されることを明らかにしている。

一方、Gromko³⁾は、土の膨潤特性に関する現況報告を行っており、膨潤特性に影響を与える主要因として、上記のような土の物理化学的性質のほかに土の乾燥密度、含水比および載荷重を挙げており、土の膨潤特性がその地盤が有している内的条件とその地盤が受けている

外的条件によっても大きな影響を受けることを指摘している。

斉藤・箭内⁴⁾は締固めた土を対象に、締固め含水比や乾燥密度と吸水に伴う膨潤変形量（膨潤量比）、膨潤圧の関係を明らかにし、土の膨潤特性が吸水に伴う土の非排水せん断強さの減少に与える影響を検討している。また、最近ではDay⁵⁾が異なる初期飽和度および初期乾燥密度を有する供試体に対して、吸水後の飽和度が任意の載荷重下における土要素の膨潤量比に及ぼす影響を明らかにしており、Sikh⁶⁾は粘性土における膨潤量比と膨潤圧の関係を報告している。しかしながら、既往の研究例では、水浸に伴う膨潤を経時的に捉えている報告例は少なく⁵⁾、吸水に伴う飽和度、膨潤量比および膨潤圧の経時変化とそれらの相互関係に関しては不明点が多い。

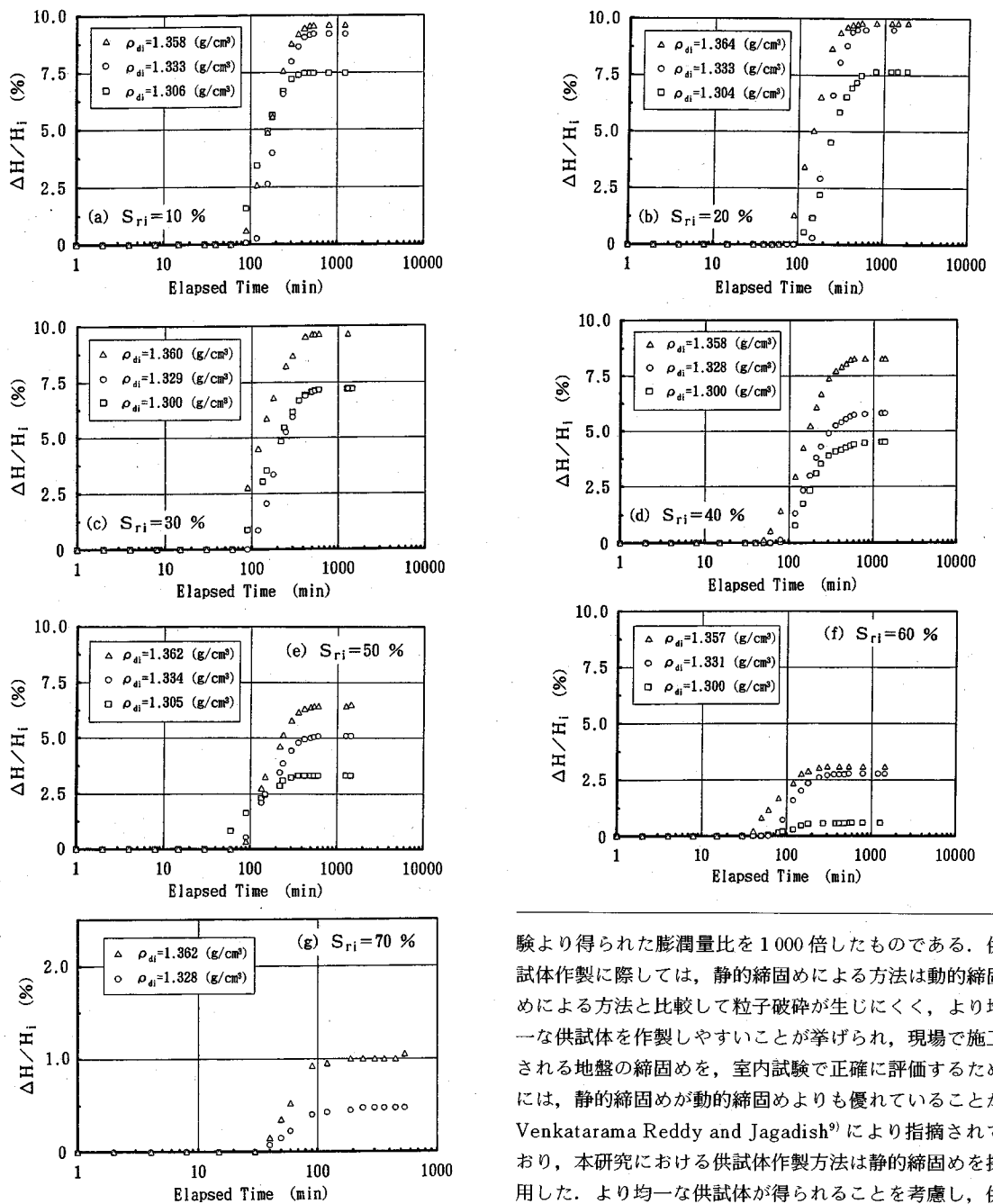
本研究では、土の膨潤挙動と収縮挙動（コラプス沈下）の両面から工学的問題となる材料であるシルト質土を対象に、不飽和シルト質土の水浸に伴う膨潤特性を定量的に把握することを試みた。具体的には異なる初期飽和度と初期乾燥密度を有する土要素の水浸に伴う飽和度、膨潤量比および膨潤圧の経時変化を計測することにより、吸水前の初期飽和度、初期乾燥密度がシルト質土の膨潤特性（膨潤量比・膨潤圧）に与える影響を検討している。

2. 試料および試験方法

試料としては、主にシルト成分からなる市販のDLクレーを用いた。DLクレーの物理特性は、土粒子密度 2.650 g/cm^3 、粒度組成（砂分0%、シルト分90%、粘土分10%）であり、アッターベルグ限界試験はNon-plasticに属する。今回使用したDLクレーのようにアッターベルグ限界がNon-plasticの土では、一般的に膨潤量は非常に小さく、土の膨潤量は塑性指数の増加に伴い大きくなるといわれている^{4),7)}。ここで、アメリカにおいて建造物に関する国際会議で示された統一基準（Uniform

*正会員 工博 基礎地盤コンサルタンツ（株）地盤物性研究室室長（〒145 大田区石川町2-14-1）

**正会員 工修 基礎地盤コンサルタンツ（株）地盤調査研究室

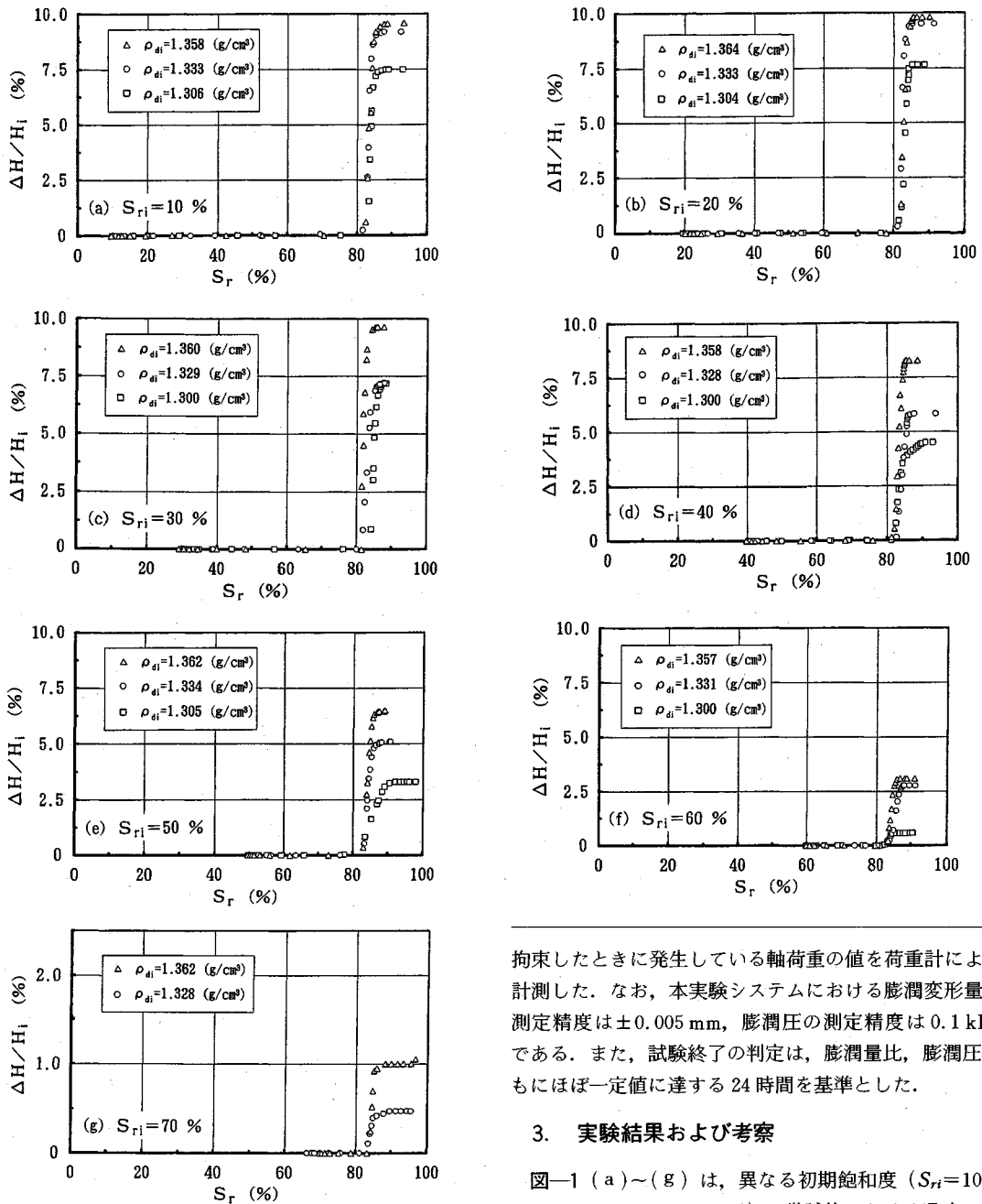


図—1 膨潤量比 ($\Delta H/H_i$) の経時変化に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響

Building Coad (UBC)³⁾に基づき、土の膨潤性を評価する際に一般的に用いられている Expansion Index (EI) を考えると、DL クレーでは EI=60 程度である。EI=60 は Expansion Potential が Medium に相当し、DL クレーはシルト質土としては高い膨潤性をもつ材料であることがわかる。なお、EI は一定条件下の膨潤試

験より得られた膨潤量比を 1000 倍したものである。供試体作製に際しては、静的締固めによる方法は動的締固めによる方法と比較して粒子破碎が生じにくく、より均一な供試体を作製しやすいことが挙げられ、現場で施工される地盤の締固めを、室内試験で正確に評価するためには、静的締固めが動的締固めよりも優れていることが Venkatarama Reddy and Jagadish⁹⁾ により指摘されており、本研究における供試体作製方法は静的締固めを採用した。より均一な供試体を得られることを考慮し、供試体は圧密リング内の試料を定ひずみ ($\epsilon = 1$ cm/min) 条件下で静的に締固めることにより作製した。本実験では、供試体の内的条件として、初期飽和度 $S_{ri} = 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70\%$ と初期乾燥密度 $\rho_{di} = 1.30, 1.33, 1.36$ g/cm³ を変化させた。なお、締固めた供試体は作製後その変形がほとんど認められなかったため、すぐに実験を行った。

実験は、圧密リング内の供試体に下面から空気の入出を抑制するためセラミックディスクを介して水を徐々に



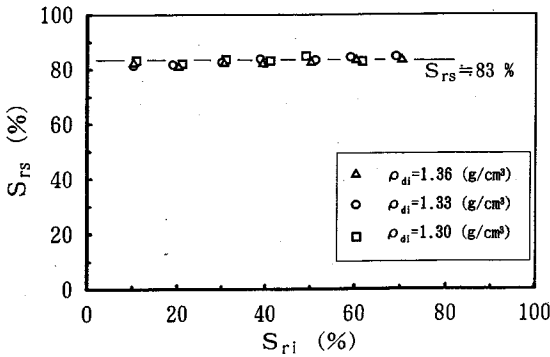
図—2 膨潤量比 ($\Delta H/H_i$) と飽和度の変化関係に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響

吸水させ、この時の供試体の膨潤変形量（膨潤量比）、膨潤圧および吸水量（飽和度）の経時変化を測定し、その変化特性を求めた。膨潤量比は供試体の鉛直方向の膨潤変形量をダイヤルゲージを用いて計測して求めた。ここでは、上載圧 $p=0$ であり、ほぼ Free Swell の状態で実験を行っている。また、膨潤圧は圧密リング内の供試体が鉛直方向に変形しないように拘束し、その変形を

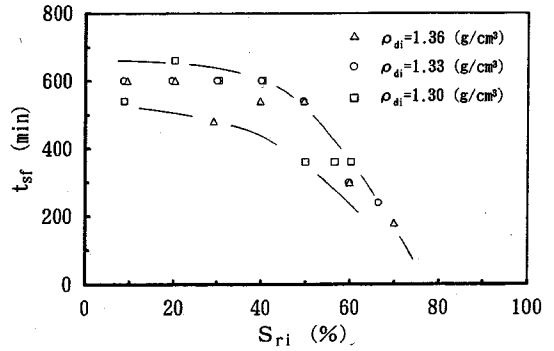
拘束したときに発生している軸荷重の値を荷重計により計測した。なお、本実験システムにおける膨潤変形量の測定精度は ± 0.005 mm、膨潤圧の測定精度は 0.1 kPa である。また、試験終了の判定は、膨潤量比、膨潤圧ともにはほぼ一定値に達する 24 時間を基準とした。

3. 実験結果および考察

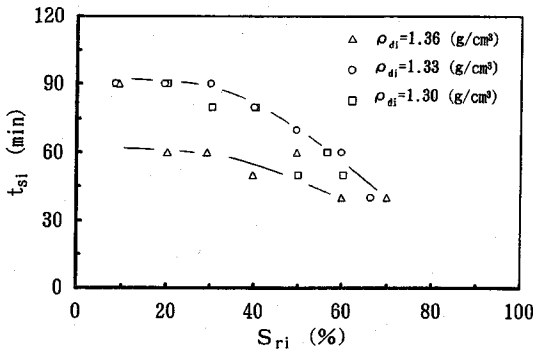
図—1 (a)~(g) は、異なる初期飽和度 ($S_{ri}=10, 20, 30, 40, 50, 60, 70\%$) の供試体における吸水に伴う膨潤量比 ($\Delta H/H_i$) の経時変化に及ぼす供試体の初期乾燥密度 ρ_{di} の影響を示している。図より、膨潤は S_{ri}, ρ_{di} に依存しているが、全体的には 40~90 分程度で発生し始め、200~700 分程度で $\Delta H/H_i$ がほぼ一定値に達していることがわかる。また、膨潤特性に及ぼす供試体の ρ_{di} の違いに着目すると、 S_{ri} によらず ρ_{di} の増加に伴い $\Delta H/H_i$ は増大している。このような傾向は、斉藤・箭内⁴⁾が締め固めエネルギーを変化させて、異なる ρ_{di} を有する供試体に対して行った実験結果と一致している。今回の



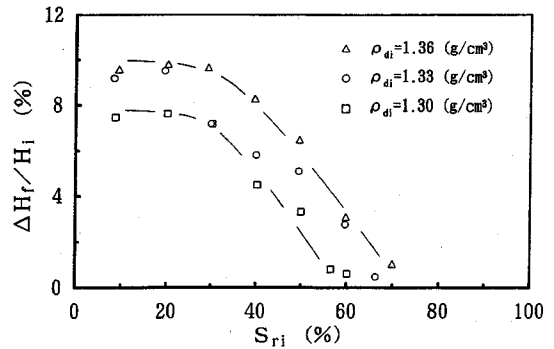
図—3 膨潤変形発生時の飽和度 S_{rs} と初期飽和度 S_{ri} の関係



図—5 膨潤変形終了時間 t_{sf} と初期飽和度 S_{ri} の関係



図—4 膨潤変形発生時間 t_{si} と初期飽和度 S_{ri} の関係



図—6 試験終了時の膨潤量比 ($\Delta H_f/H_1$) と初期飽和度 S_{ri} の関係

実験により、同様の傾向が種々の S_{ri} を有する供試体においても認められることが明らかとなった。また、同じ ρ_{d1} を有する供試体においては、 S_{ri} の増加に伴い $\Delta H/H_1$ は減少していることがわかる。

次に、異なる初期飽和度 S_{ri} を有する供試体に対して、吸水に伴って変化する供試体の膨潤量比と飽和度の関係に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{d1} の影響を図—2 (a)～(g) に示す。図より、各々の供試体において、膨潤変形は吸水後飽和度が 80% 程度に達するまではほとんど認められず、その後供試体の飽和度が 82～85% 程度に達すると急激に発生し始めていることが認められる。膨潤変形発生時の飽和度 S_{rs} に着目し、図—3 に S_{rs} と初期飽和度 S_{ri} の関係を示す。図より、 S_{rs} は供試体の内的条件 (S_{ri} , ρ_{d1}) によらず 83% 程度であることがわかる。

この現象を土構造の観点からみると、吸水による飽和度の上昇は、飽和度 80% 程度までは、土構造の間隙を水が満たしていくのみで、土構造には供試体の飽和度の上昇がほとんど影響を与えていないものと考えられる。しかしながら、その後飽和度が 82～85% 程度に上昇すると、吸水現象は急激に土構造に影響を与えることとなり、その結果として土の剛性が減少し⁴⁾、膨潤変形が発生しているものと推察される。

図—4 は、初期乾燥密度 ρ_{d1} の異なる供試体の膨潤変形発生時間 t_{si} と初期飽和度 S_{ri} の関係を示している。 t_{si} は供試体の ρ_{d1} の違いによりある程度の幅を持つが、全体的に S_{ri} が高くなるのに伴い減少しており、 $S_{ri} = 60\%$ 以上では t_{si} は 40～60 分程度に収束している。このことは、図—3 においても述べたように S_{ri} によらず、全供試体において飽和度 82～85% 程度で膨潤変形が発生し始めることから、低い S_{ri} を有する土は膨潤変形の発生に時間を要するものと考えられる。また、同じ S_{ri} を有する供試体の t_{si} に関しては、 ρ_{d1} の違いによる有意な傾向は認められなかった。

一方、初期乾燥密度 ρ_{d1} の異なる供試体における膨潤変形終了時間 t_{sf} と初期飽和度 S_{ri} の関係を図—5 に示す。図より、供試体の S_{ri} が 40% 以下では t_{sf} が 500～700 分程度の値を示しているが、その後、 S_{ri} の増加に伴って t_{sf} は減少している。このことは、高い S_{ri} を有する土は、膨潤量が小さく、その体積変化に伴う供試体への吸水量が少ないため、 t_{sf} も短くなっているものと考えられる。なお、Day⁵⁾ は、締固め時の乾燥密度が小さいほど膨潤の終了が早いとしているが、本実験では、 ρ_{d1} の膨潤変形終了時間に及ぼす影響は明瞭には認められなかった。

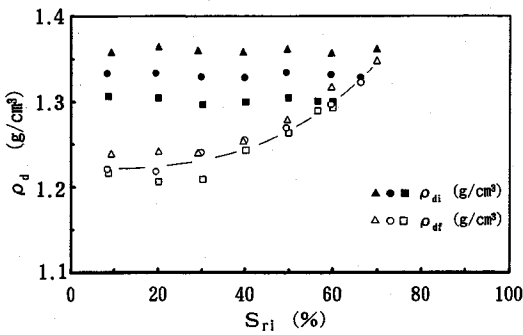


図-7 試験開始時の乾燥密度 ρ_{di} 、試験終了時の乾燥密度 ρ_{df} と初期飽和度 S_{r1} の関係

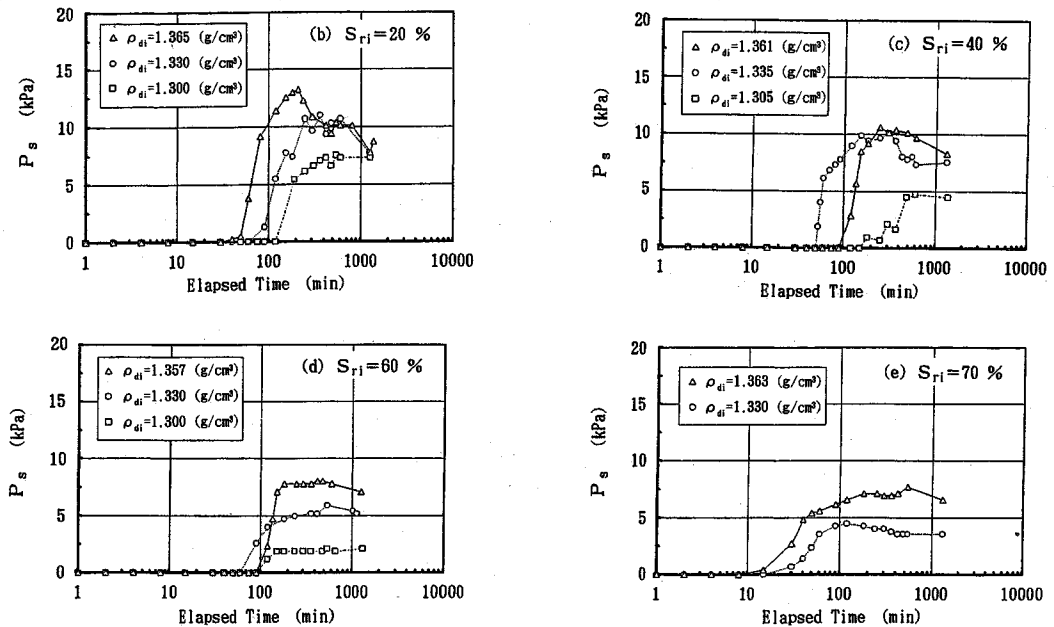


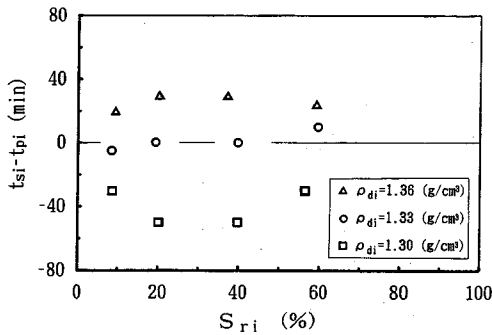
図-8 膨潤圧 P_s の経時変化に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響

図-6は初期乾燥密度 ρ_{di} の異なる供試体における試験終了時の膨潤量比 ($\Delta H_f/H_i$) と初期飽和度 S_{r1} の関係を示している。図より、 $\Delta H_f/H_i$ は S_{r1} が 30% 程度までは $\Delta H_f/H_i = 8 \sim 10\%$ 程度の値を示しているが、 $S_{r1} = 30\%$ 以上では S_{r1} の増加に伴いほぼ直線的に減少し、 $S_{r1} = 70\%$ 程度に至ると膨潤変形はほとんど認められなくなる。このことより、土が不飽和化することに伴い発生する負の間隙水圧(サクション)によって、有効応力が増加すると考えるならば、不飽和土が有する負の間隙水圧による有効応力は、締められた時の飽和度が低いほど大きく、吸水に伴って有効応力が解放されると、その有効応力に対応する膨張変形量が生じるものと考えられる。しかしながら、初期飽和度が 20% 程度より低くなると、同じ ρ_{di} の供試体において、 $\Delta H_f/H_i$ が S_{r1} によらずほぼ同程度の値となることから、負の間隙水圧による有効応力は初期飽和度に依存せず、ほぼ一定とな

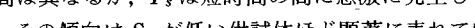
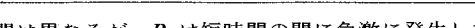
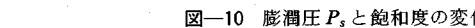
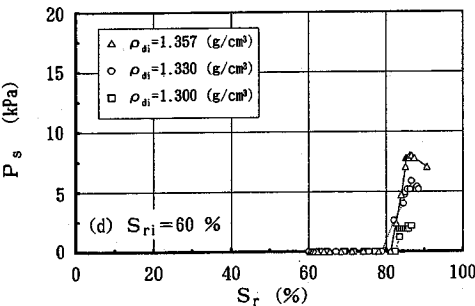
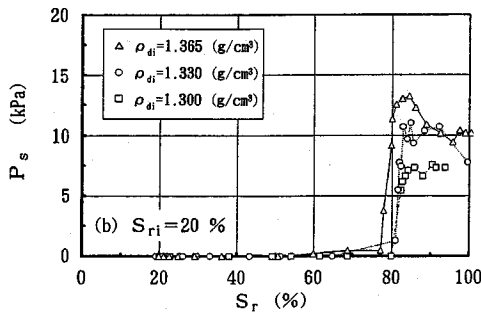
ているものと考えられる。また、先述したように膨潤量比 ($\Delta H_f/H_i$) は、供試体が有する S_{r1} の変化だけでなく、 ρ_{di} の増加に伴って大きくなっている。

供試体の初期乾燥密度 ρ_{di} 、試験終了時の乾燥密度 ρ_{df} と初期飽和度 S_{r1} の関係を図-7に示す。図より、供試体の ρ_{df} は ρ_{di} が $1.30 \sim 1.36 \text{ g/cm}^3$ 程度であるのに影響を受けず、同程度の値に収束している。また、 ρ_{df} は $S_{r1} = 30\%$ 以下ではほぼ同程度の値を取り、 $S_{r1} = 30\%$ 以上では S_{r1} が高くなるのに伴い ρ_{df} が増大する傾向を示しており、図-6で認められた傾向と同様に供試体の S_{r1} が 30% 以下においては、 S_{r1} が土の膨潤変形に及ぼす影響が小さいことがわかる。

図-8 (a)~(e) は、異なる初期飽和度 ($S_{r1} = 10, 20, 40, 60, 70\%$) の供試体における、吸水に伴う膨潤圧 P_s の経時変化に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響を示している。図より、各供試体における吸水後の P_s の発



図—9 $t_{si} - t_{pi}$ と初期飽和度 S_{ri} の関係



図—10 膨潤圧 P_s と飽和度の変化関係に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響

生時間は異なるが、 P_s は短時間の間に急激に発生しており、その傾向は S_{ri} が低い供試体ほど顕著に表れている。いま、 P_s の最大値が 10 kPa 以上の供試体に着目すると、 P_s はピークを示した後減少し、一定値に漸近する傾向が認められる。また、最大膨潤圧 $P_{s,max}$ に及ぼす供試体の初期乾燥密度 ρ_{di} の違いに着目すると、 S_{ri} によらず ρ_{di} の増加に伴い $P_{s,max}$ は増大している。さらに、同じ ρ_{di} の供試体においては、 S_{ri} の増加に伴い $P_{s,max}$ は減少している。このような傾向は、前述したように供試体の ρ_{di} と S_{ri} が膨潤変形量（膨潤量比）に与える影響と一致するものである。

吸水に伴う膨潤圧 P_s の経時変化と図—1 に示した膨潤量比 ($\Delta H/H_i$) の経時変化を比較すると、 $\Delta H/H_i$ の挙動は最大膨潤量比付近に達するとほぼ一定値を示すが、 P_s は最大膨潤圧付近に達すると小さな変動を生じながら P_s の最終的な残留膨潤圧の状態に到達している。

このような挙動を土構造の観点から考察すると、土が膨潤を起こそうとしている状態を体積一定に拘束しているため、吸水に伴って膨潤圧が大きくなると、土の構造自体がその圧力の増大に伴って変形することとなる。その結果土構造が再構成され、それに伴って P_s の微動が生じているものと考えられる。また、 P_s が時間経過に伴いピークを示し、その後減少する傾向を示す供試体は、 $P_{s,max}$ が 10 kPa 以上発生しており、このような供試体における試験終了時の残留膨潤圧に着目すると、初期乾燥密度によらず P_s がほぼ一定値に収束していることがわかる。

図—9 は、膨潤量発生時刻 t_{si} と膨潤圧発生時刻 t_{pi} の時間差と初期飽和度 S_{ri} の関係を示している。図より、同じ ρ_{di} を有する供試体では、 t_{si} と t_{pi} の時間差は S_{ri} にあまり依存していないことがわかる。また、 ρ_{di} が $t_{si} - t_{pi}$ に及ぼす影響を定量的な観点からみると、大きな

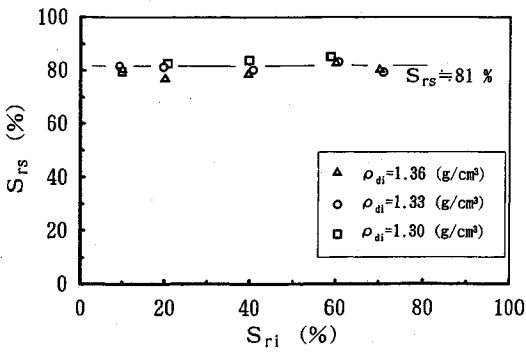


図-11 膨潤圧発生時の飽和度 S_{rs} と初期飽和度 S_{ri} の関係

ρ_{di} を有する供試体 ($\rho_{di}=1.36 \text{ g/cm}^3$) では、その時間差が25分程度であり、 $\rho_{di}=1.33 \text{ g/cm}^3$ の供試体においては、膨潤圧と膨潤量がほぼ同時に発生している。一方、 ρ_{di} が小さな供試体 (1.30 g/cm^3) では、その時間差が逆転し、膨潤量に比べ膨潤圧が40分程度早く生じている。ここで、小さな ρ_{di} を有する供試体の膨潤挙動に着目すると、吸水により供試体の膨潤圧がある程度増加した時点で、膨潤変形が発生するため、 t_{si} に比べ t_{pi} が大きくなっているものと考えられる。これに対して、大きな ρ_{di} を有する供試体では、吸水による土の膨潤性が卓越し、土の構造が急激に変化しようとする。この結果、供試体の体積変化を拘束した実験(膨潤圧測定)に比べ、Free Swellの状態で行う実験(膨潤量測定)で膨潤が早く発生するものと考えられる。

次に、異なる初期飽和度 S_{ri} を有する供試体の吸水時における膨潤圧 P_s と飽和度の変化関係に及ぼす初期乾燥密度 ρ_{di} の影響を図-10 (a)~(e) に示す。図より、 P_s は供試体の飽和度が75%程度に達するまではほとんど認められず、その後供試体の飽和度が80%程度に達すると急激に発生し始めていることがわかる。図-11は膨潤発生時の飽和度 S_{rs} と初期飽和度 S_{ri} の関係を示している。図より、供試体の内的条件 (S_{ri} , ρ_{di}) によらず、 $S_{rs}=81\%$ 程度で P_s が発生し始めており、前述した膨潤変形が発生し始める飽和度と比較してわずかに早くその発生が認められるが、全体的には両挙動とも飽和度が80%以上に至ると急激にその発生が認められる。

ここで、試験終了時の各供試体における飽和度に着目すると、初期飽和度 S_{ri} の増加に伴い試験終了時の飽和度が低下しており、初期飽和度が低い ($S_{ri}=10, 20\%$) 供試体においては飽和度が95~100%に達しているが、初期飽和度が高い ($S_{ri}=60, 70\%$) 供試体においては試験終了時の飽和度が85~90%になっている。このように、供試体の初期状態は、水浸による最終的な供試体の内的条件にも影響を与えている。

図-12は最大膨潤圧 $P_{s \max}$ と初期飽和度 S_{ri} の関係を

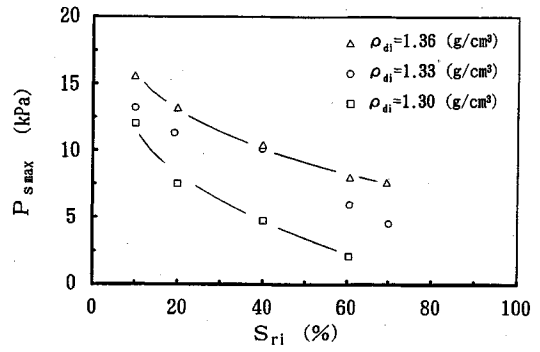


図-12 最大膨潤圧 $P_{s \max}$ と初期飽和度 S_{ri} の関係

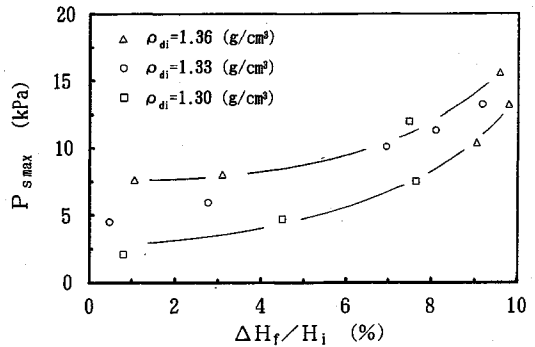


図-13 最大膨潤圧 $P_{s \max}$ と膨潤量比 ($\Delta H_f/H_i$) の関係

示している。図より、水浸による土の $P_{s \max}$ は S_{ri} の増加に伴い緩やかに減少しており、図-6に示した膨潤量比 ($\Delta H_f/H_i$) と S_{ri} の関係と定性的には一致するが、 S_{ri} の増加に伴う $\Delta H_f/H_i$ の減少傾向とは異なっている。 S_{ri} が10%~30%程度の範囲では、 $\Delta H_f/H_i$ はほぼ一定値を示すのに対して、 $P_{s \max}$ は S_{ri} の増加に伴い減少しており、 S_{ri} の変化に敏感に反応している。このことは、膨潤圧測定の実験では、体積変化を拘束しているため、土構造の大きな変化を伴わないため、最大膨潤圧は供試体の初期状態の影響を受けやすいものと考えられる。一方、膨潤量を測定する試験では、小さな S_{ri} を有する供試体 ($S_{ri}=10\sim30\%$) は大きな膨潤変形を示し、土構造が大きく変化するため、最大膨潤量比は S_{ri} の影響を受けにくくなっているものと考えられる。また、 S_{ri} が大きな範囲 ($S_{ri} \geq 40\%$) では、膨潤量に比べ膨潤圧は、 S_{ri} の増加に伴う減少傾向が小さくなっている。このことは、膨潤量を評価する試験では拘束条件がないため (Free swell)、最大膨潤量は S_{ri} の変化に対応した一定の変化傾向を示すことに対して、膨潤圧を測定する試験では供試体を拘束しているため、膨潤量で認められたような変化傾向とはわずかに異なり、大きな S_{ri} の供試体に対しても、緩やかな減少傾向を示している。

また、 $\Delta H_f/H_i$ は $S_{ri}=70\%$ 程度ではほとんど発生しないが、 $P_{s \max}$ は $S_{ri}=70\%$ 程度でもある程度の膨潤圧

を示していることがわかる。このことより、供試体の体積変化特性は膨潤変形量より膨潤圧の場合に鋭敏に表れる傾向があるものと考えられる。また、同じ S_{ri} を有する供試体では、 $P_{s \max}$ は ρ_{di} の増加に伴い増大する傾向が認められた。

膨潤変形試験から求めた膨潤量比 ($\Delta H_f/H_i$) と膨潤圧試験より得られた最大膨潤圧 $P_{s \max}$ の関係を図-13 に示す。図より、 $\Delta H_f/H_i$ の増加に伴い $P_{s \max}$ も増加する傾向を示しており、その増加率は $\Delta H_f/H_i$ が増加するほど大きくなることわかる。この傾向は、Sikh⁹⁾ が種々の不攪乱粘性土に対して行った実験結果と一致している。彼の実験は任意の条件に対してのみ実施したものであり、供試体の内的条件の変化に関しては不明であった。しかしながら、今回の実験結果により供試体の内的条件が膨潤量と膨潤圧に及ぼす影響が定量的に明らかとなった。また、 $\Delta H_f/H_i$ と $P_{s \max}$ の関係における初期乾燥密度 ρ_{di} の影響は、 $\Delta H_f/H_i$ が 5% よりも小さな供試体においては、 ρ_{di} の増加に伴い $P_{s \max}$ も大きな値を示すが、 $\Delta H_f/H_i$ が 5% よりも大きな供試体では、 ρ_{di} が $P_{s \max}$ に及ぼす有意な影響は認められなかった。

4. まとめ

本研究より不飽和シルト質土の水浸時の膨潤特性がある程度明らかとなった。以下に本研究より得られた主要な結論を列記する。

1) 供試体の初期飽和度、初期乾燥密度によらず、膨潤現象は吸水後供試体の飽和度が 80% 程度に達するまではほとんど認められず、その後飽和度が 81~85% 程度に達すると急激に発生する。また、膨潤圧は膨潤変形よりわずかに早く発生する。

このことは、不飽和地盤の力学的挙動を評価する場合、地盤が水浸に伴い上記飽和度を有する状態に達したとき、その挙動が急激に変化する可能性を示唆している。

2) 不飽和土の膨潤変形量は、供試体の初期飽和度が 30% 程度まではほぼ一定値を示しているが、30% を越えると初期飽和度の増加に伴い直線的に減少し、70% 程度に達するとほとんど膨潤変形が生じなくなる。また、

供試体の初期乾燥密度が大きいほど水浸に伴う膨潤変形量も大きくなる。

3) 供試体の初期乾燥密度によらず、水浸に伴う膨潤終了時の乾燥密度はほぼ一定値に収束する。また、その収束した ρ_d は初期飽和度の増加に伴い増大していくユニークな関係が認められた。

4) 同じ初期乾燥密度の供試体では、水浸による土要素の最大膨潤圧は初期飽和度が大きいものほど小さな値となる。また、初期飽和度によらず最大膨潤圧は初期乾燥密度の増加に伴って増大する。

5) 不飽和シルト質土における、水浸に伴う最大膨潤圧と膨潤量比の関係は、膨潤量比が増加するのに伴い最大膨潤圧も増加する傾向が認められ、膨潤圧の増加率は、膨潤量比が増加するほど大きくなる。また、両者の関係は供試体の内的条件に依存することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 土壌物理研究会編：土の物理学，森北出版，pp.97~120，1979.
- 2) Yong, R.N. and Warkentin, B.P. 著，山崎不二夫・山内豊聡監訳：土質工学の基礎，鹿島出版会，pp.150~164，1972.
- 3) Gromko, G.J. : Review of Expansive Soils, Proc. ASCE, Vol.100, No.GT6, pp.667~687, 1974.
- 4) 齊藤孝夫・箭内寛治：締固めた土の二、三の膨潤特性について，土木学会論文報告集，第172号，pp.11~18, 1969.
- 5) Day, R.W. : Swell versus Saturation for Compacted Clay, Proc. ASCE, Vol.118, No.GT8, pp.1272~1278, 1992.
- 6) Sikh, T.S. : Swelling Soils, Proc. ASCE, Vol.119, No.GT4, pp.791~792, 1993.
- 7) Seed, H.B., Woodward, R.J. and Lundgren, R. : Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, Proc. ASCE, Vol.88, No.SM3, pp.53~87, 1962.
- 8) Day, R.W. : Expansion Potential According to Uniform Building Code, Proc. ASCE, Vol.119, No.GT6, pp.1067~1071, 1993.
- 9) Venkatarama Reddy, B.V. and Jagadish, K.S. : The Static Compaction of Soils, Geotechnique, Vol.43, No.2, pp.337~341, 1993.

(1993.9.17 受付)

SWELLING CHARACTERISTICS OF PARTIALLY SATURATED SILT DURING SOAKING

Takeshi KAMEI and Masao ENOMOTO

This paper deals with a study of effects of initial degree of saturation and the initial dry density on the swelling characteristics of partially saturated silt during soaking. The observed effects of the initial degree of saturation and the initial dry density before soaking are discussed by a detailed look at the variations of the amount of swelling and the degree of saturation during soaking with elapsed time.