

土の粒度の違いが締固めた土のコラプス沈下量に及ぼす影響

亀井健史¹・榎本雅夫²

¹ 正会員 工博 島根大学助教授 理学部地質学科 (〒690 松江市西川津町 1060)

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

締固めた土の水浸に伴うコラプス沈下量は、土の種類と締固め時の含水比・乾燥密度および水浸時の上載圧等に大きな影響を受ける。本研究では、特に土の粒度が水浸に伴うコラプス沈下量に及ぼす影響に着目して、粘土（カオリン）を対象にコラプス沈下試験を実施し、シルト質土（DLクレー）の試験結果との比較検討を行った。その結果、土の粒度および上記諸要因が締固めた土の吸水に伴うコラプス沈下量に与える影響を定量的な観点から明らかにしている。さらに、粒度の異なる試料を対象に締固め度に着目したコラプス沈下量の定量的な評価基準に基づき、締固め施工時における施工管理への室内試験結果の適用性を示唆している。

Key Words : clay, collapse, compaction, compression, partially saturated soil, silt

1. はじめに

アメリカ合衆国、南アフリカ、ロシア等に存在する乾燥した地域では不飽和状態の地盤に水が浸透することにより急激な沈下が生じることがある¹⁾。このような現象はコラプス沈下と呼ばれ、不飽和土に関する大きな工学的問題の一つとされている。例えば、カリフォルニア州の San Joaquin Valley では水の浸透により最大 5 m ものコラプス沈下が生じたという報告例²⁾や水路からの漏水により 2 m 程度の沈下が生じ水路が破壊した事例が報告されている³⁾。また、我が国においてもマサ土により宅地造成された盛土地盤において降雨により地盤が沈下したことが観察され、現場での水浸試験によりコラプス沈下現象が確認されている⁴⁾。

このような不飽和地盤の水浸に伴うコラプス沈下は、土の種類、地盤の状態（飽和度、乾燥密度）およびその地盤に作用している上載圧等に大きな影響を受けており、特にシルトやシルト質砂からなる緩い状態の不飽和地盤でコラプス沈下が生じることが多い^{1), 5)}。

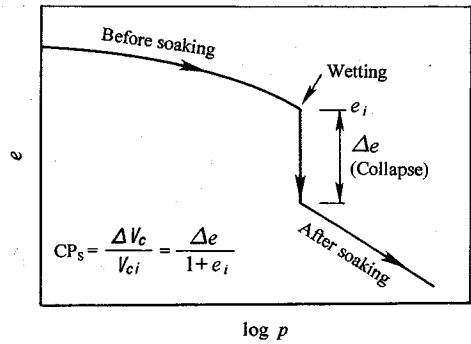
土の種類が地盤のコラプス沈下量に及ぼす影響に着目すると、Lawton et al.⁶⁾は粘土含有率が 10~40% の土で最もコラプス沈下が生じやすく、それ以上の粘土含有率になると逆に膨潤が卓越してくることを示している。また、粒度の良い土は粒度の悪い土に比べてコラプス沈下が生じやすいことが報告されており、その理由として色々な種類の粒径の粒子から構成された土は、大きな間隙が生じやすいことが挙げられている⁷⁾。

上述した水浸に伴うコラプス沈下の問題を実務の観点からみると、不飽和状態で土を締固める盛土等の地盤が対象となりうる。しかしながら、盛土等の締固めの評価に関しては、締固め度（最大乾燥密度に対する比）で規定されている場合が多く^{8), 9)}、最終的に締固め効果の判断基準となるべき締固めた地盤の力学的な特性や最も危険な状態と考えられる水浸時の問題は考慮されていないのが現状である¹⁰⁾。さらに、このような締固め基準は、締固められた地盤の力学的性質に基づいた工学的背景が明らかにされていない¹¹⁾。このようなことから、盛土等の締固めに関しては、より経済的で安全性の高い設計・施工を行うため、不飽和土の水浸時の特性を十分考慮することが必要と考えられる。よって、地盤への水の浸透に伴うコラプス沈下現象の解明および工学的に優れた地盤の締固め条件に関する定量的な検討は、地盤工学上必要不可欠であるものと考えられる。

以上の点から著者らはコラプス沈下の生じやすい材料であるシルト質土を対象にコラプス沈下挙動の研究を行ってきた¹²⁾。しかしながら、一般的にコラプス沈下が生じにくい土である粘土（カオリン）に関しても、コラプス沈下を実験的に再現している研究例もある¹³⁾。このようなことから、本研究では土の粒度の違いが締固めた土の吸水に伴うコラプス沈下量に及ぼす影響を定量的に把握するため、カオリンを対象にコラプス沈下試験を行い、DLクレーの実験結果¹²⁾と比較検討を行った。さらには、締固め度を基準にしたコラプス沈下量の定量的な評価に基づき、締固め施工管理への適用性を検討してい

表一 試料の物理的特性

Soil Sample	DL Clay	Kaolin
ρ_s (g/cm ³)	2.650	2.679
w_L	NP	73.1
w_p	NP	36.7
I_p	NP	36.4
Sand (%)	0	0
Silt (%)	89.6	3.2
Clay (%)	10.4	96.8



図一 コラプス沈下試験の概念

る。

2. 試料および実験方法

試料として、今回は粘土である市販のカオリンを用いた。カオリンと試験結果の比較を行う DL クレー¹²⁾の物理的特性を表一に示す。なお、DL クレーは商品名であり、農業散布時に粉塵が生じないように細粒分を除去したシルト分が大半を占める試料である。また、両試料はその粒度が異なるものの土の成分は両試料とも主に SiO₂ からなっている。供試体は、より均一な供試体を得られ、工学的観点からも優れた締め固め方法として評価されている静的締め固めにより作製した¹²⁾。供試体の内的条件としては、コラプス沈下が生じやすい条件を考慮して、初期乾燥密度 ρ_{di} が最大乾燥密度 ρ_{dmax} の 90% 以下となるように設定した。そのため、カオリンでは初期飽和度 $S_{ri} = 20, 40, 60\%$ 、 $\rho_{di} = 1.00, 1.10, 1.20 \text{ g/cm}^3$ を対象としている。なお、 ρ_{dmax} は締め固め試験 (JIS A 1210 A. 1-b) より求めており、 $\rho_{dmax} = 1.49 \text{ g/cm}^3$ である。

本実験は、標準圧密試験装置を用いて行った。試験方法は、はじめに圧密リング内の供試体に不飽和状態のまま上載圧を負荷して圧縮変形量を測定し、その後圧縮変形が終了した時点で供試体下面からの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吸水させ、この時の供試体のコラプス沈下量および吸水量 (飽和度) の経時変化を測定している。このプロセスを各上載圧条件下で実施した。

コラプス沈下試験の概念を図一に示す。図中の任意の上載圧下における水浸に伴う間隙比の変化がコラプス沈下量に相当し、その水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c / H_{ci}$ は次式で表わされる。

$$\frac{\Delta H_c}{H_{ci}} = \frac{\Delta e}{1 + e_i} \quad (1)$$

ここで、 ΔH_c は水浸による沈下量、 H_{ci} は水浸前の供試体高さ、 e_i は水浸前の間隙比、 Δe は水浸に伴う間隙比の変化量を示している。今回の試験では、同じ S_{ri} 、 ρ_{di}

を有する 7 本の供試体に対して 7 段階の上載圧を載荷させた。また、同様の試験を異なる S_{ri} 、 ρ_{di} を有する供試体に対しても実施した。

3. 実験結果および考察

カオリンから得られたコラプス沈下試験結果を図一 2 (a)~(c) に示す。不飽和状態での上載圧による供試体の圧縮特性をみると、供試体の S_{ri} 、 ρ_{di} によらず圧縮変形量は上載圧の増加に伴い増大している。また、水浸後の間隙比の変化に着目すると $\rho_{di} = 1.10, 1.20 \text{ g/cm}^3$ の供試体では、低い上載圧下で水浸に伴い膨潤が生じている。その膨潤量は、 p の増加に伴い小さくなっており、その後圧縮に転じて、コラプス沈下が発生している。また、 ρ_{di} の大きな供試体ほど膨潤挙動が卓越しており、コラプス沈下は大きな p の領域で生じている。

図一 3 (a)~(c) は、カオリンの初期飽和度 S_{ri} 、初期乾燥密度 ρ_{di} の異なる供試体から得られた上載圧負荷に伴う体積変化量比 $\Delta H_L / H_i$ と上載圧 p の関係を示している。ここで、 ΔH_L は上載圧の負荷に伴う沈下量、 H_i は初期供試体高さを示している。なお、図一 3~7 における縦軸は、正が膨張、負が圧縮を示している。不飽和状態での上載圧による供試体の圧縮変形量は、 S_{ri} 、 ρ_{di} によらず上載圧の増加に伴って大きくなっていく。同様の傾向は、DL クレーを対象にした試験結果でも認められている¹²⁾。なお、以下で比較検討を行っている DL クレーの試験結果は亀井・榎本¹²⁾により示されたものを対象としている。また、 $S_{ri} = 60\%$ 、 $\rho_{di} = 1.0 \text{ g/cm}^3$ の供試体を除き、 $p = 80 \text{ kPa}$ 程度までは上載圧の負荷による圧縮変形量は小さく、その圧力を越えると上載圧の増加に伴い圧縮変形量が増大している。また、カオリンでは、DL クレーに比べ、 $p = 160 \text{ kPa}$ 程度以上で p の増加に伴う $\Delta H_L / H_i$ の増加傾向が大きくなっている。

図一 4 (a)~(c) は、カオリンの水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c / H_{ci}$ と上載圧 p の関係を示している。図よ

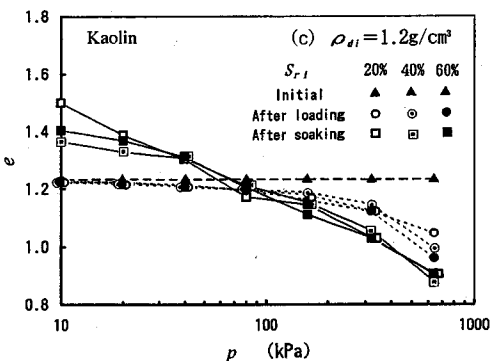
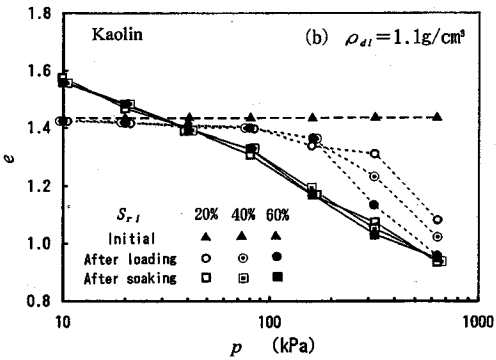
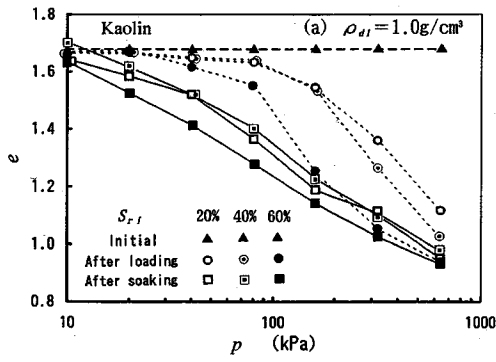


図-2 初期状態、載荷後および水浸後の間隙比 e と上載圧 p の関係

り、上載圧が低い領域においては、膨潤挙動が卓越しており、 ρ_{d1} の大きな供試体ほど、膨潤量が大きくなっている。また、 p の増加に伴い膨潤量は減少し、その後体積変化は圧縮変形（コラプス沈下）に転じる。コラプス沈下挙動を示す上載圧 p の範囲では、 p の増加に伴ってコラプス沈下量は大きくなり、ピーク値を示した後減少しており、コラプス沈下量のピーク値は、供試体の S_{r1} によらず ρ_{d1} が小さいほど大きくなっている。この様に、カオリンより得られた試験結果においても、DLクレールで認められたように、上載圧に対するコラプス沈下量の限界値が存在していることがわかる。

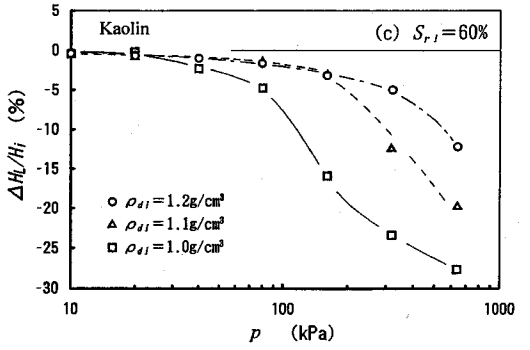
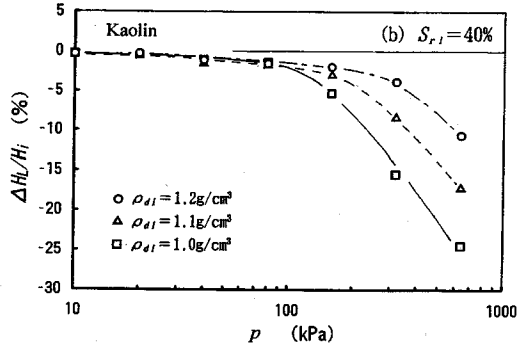
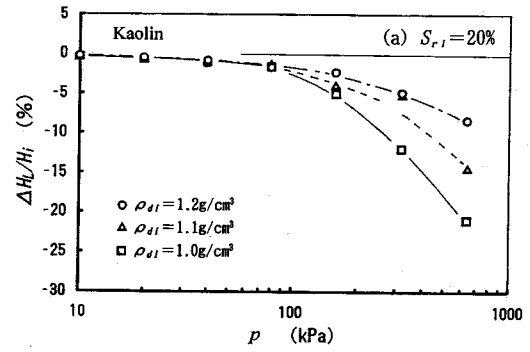
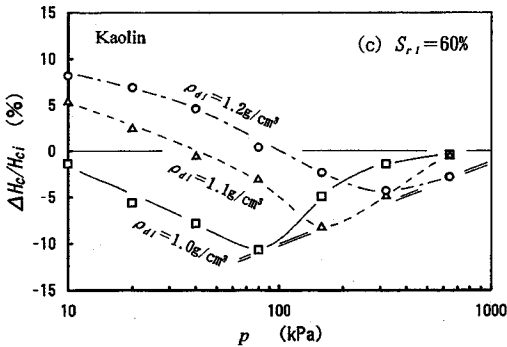
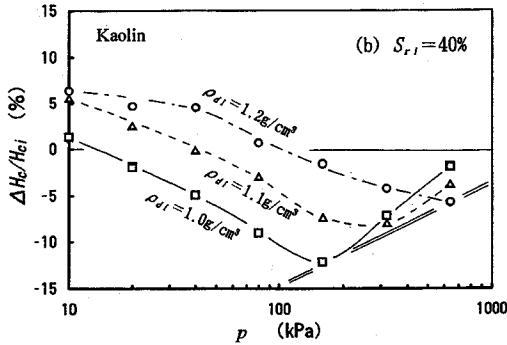
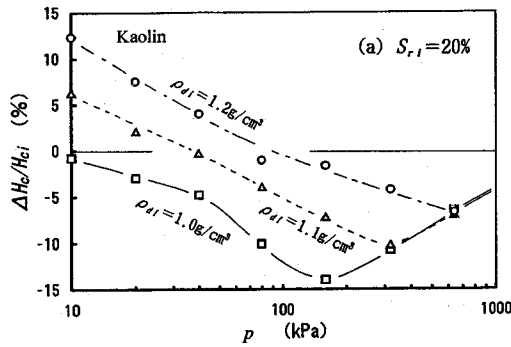


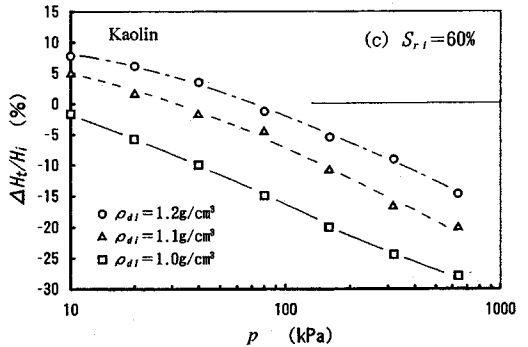
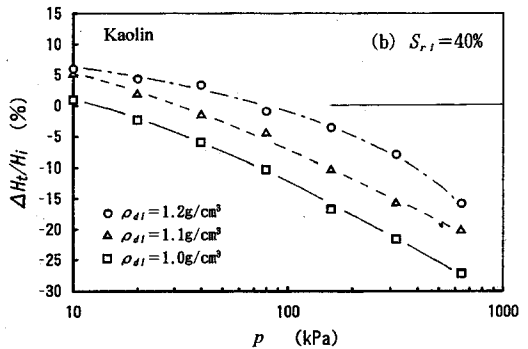
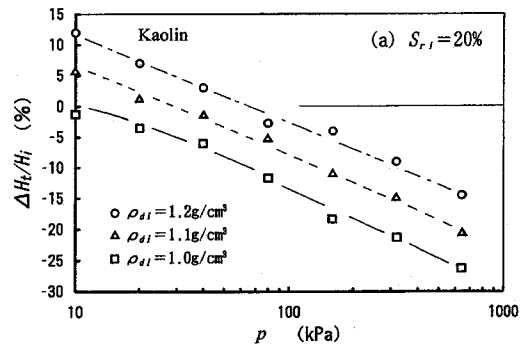
図-3 上載圧負荷に伴う体積変化量比 $\Delta H_L/H_i$ と上載圧 p の関係

この様な水浸時の体積変化挙動に着目すると、カオリンの膨潤性が卓越しているのに比べ DLクレールではカオリンよりも大きな ρ_{d1} の供試体でも膨潤が生じておらず、小さな ρ_{d1} を有する供試体では、低い上載圧下においても大きなコラプス沈下量を示している。このことより、既往の研究^{1),6)}で報告されているように、シルト質土に比べ粘性土はコラプス沈下を生じにくい材料であることが認められた。

カオリンから得られた上載圧の負荷および水浸に伴う総体積変化量比 $\Delta H_i/H_i$ (ΔH_i : 総沈下量) と上載圧 p の関係を図-5 (a)~(c) に示す。 $\Delta H_i/H_i$ は、 p の増加に伴い膨張から圧縮にわたり連続的に変化しており、 ρ_{d1} , S_{r1} によらずほぼ一様な変化傾向を示している。ま



図—4 水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_{ci}$ と上載圧 p の関係



図—5 上載圧負荷および水浸に伴う総体積変化量比 $\Delta H_i/H_i$ と上載圧 p の関係

た、DL クレーに比べカオリンでは、 p の増加に伴う $\Delta H_i/H_i$ の変化量が大きく表われており、上載圧の影響を強く受けている。さらに、同じ上載圧下では、 ρ_{di} が小さいほど膨潤量は小さくなり、逆に圧縮量が大きくなっている。このように、 $\Delta H_i/H_i$ に与える ρ_{di} の影響は大きいですが、これに比べ S_{ri} の違いによる顕著な傾向は認められない。

カオリンでの上載圧負荷に伴う体積変化量比 $\Delta H_i/H_i$ と初期 Relative Compaction の関係を図—6 (a), (b) に示す。なお、比較のため DL クレーの試験結果も併せて示している。ここで用いている Relative Compaction (R.C.) は締固め度を示しており、 $R.C. = \rho_{di}/\rho_{dmax}$ である。同じ上載圧下における上載圧負荷に伴

う体積変化量比 $\Delta H_i/H_i$ は、両試料とも初期 R.C. の増加に伴い減少している。このように、締固めるほど上載圧負荷に伴う体積変化は生じにくくなる。また、試料の違いによらず両試料とも供試体の内的条件 (S_{ri} , 初期 R.C.) が同じ場合には、上載圧が大きいくほど $\Delta H_i/H_i$ も大きくなる。さらに、同じ上載圧下の初期 R.C. が同じ供試体では、 $S_{ri}=20\%$ に比べ $S_{ri}=40\%$ の場合の $\Delta H_i/H_i$ が僅かに大きくなっている。このように、飽和度の低い供試体ほど上載圧による変形が小さいことは、飽和度が低いほど供試体の負の間隙水圧が大きく、それにより粒子間の結合力も強くなっているためと推察される。

図—7 (a), (b) はカオリンおよび DL クレー両試

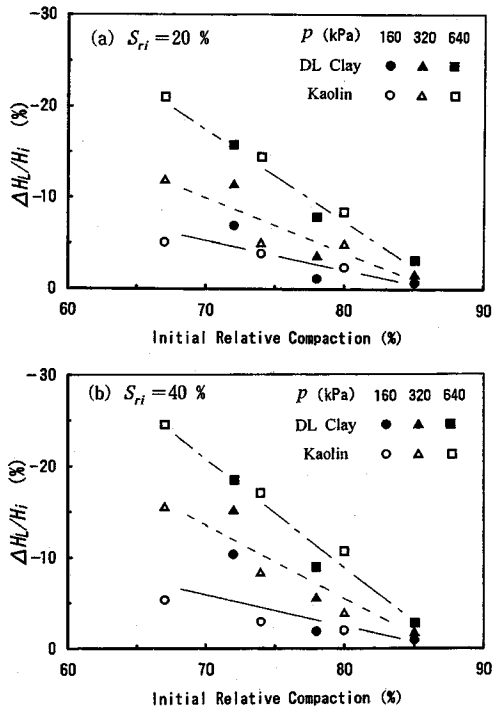


図-6 上載圧負荷に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_i$ と初期 Relative Compaction の関係

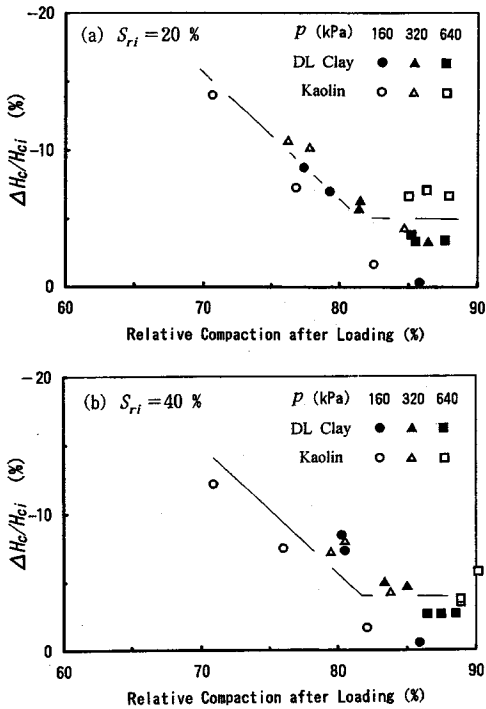


図-7 水浸に伴う体積変化量比 H_c/H_{ci} と上載圧負荷後の Relative Compaction の関係

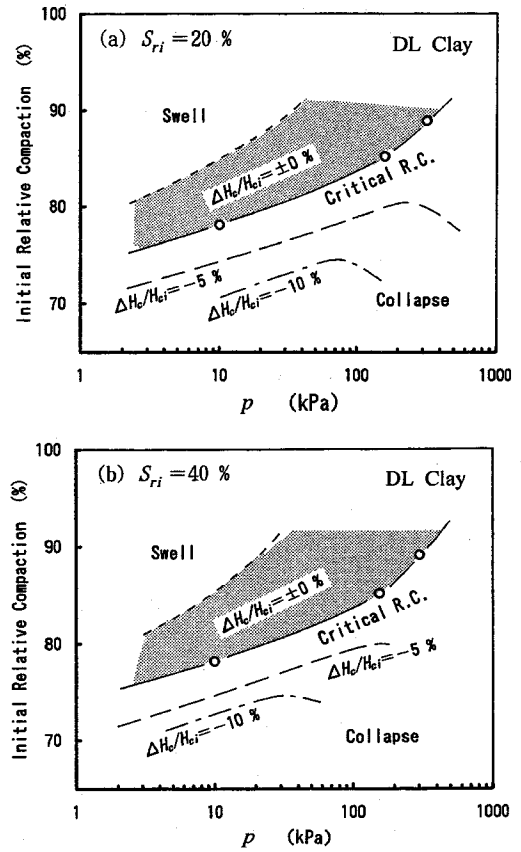
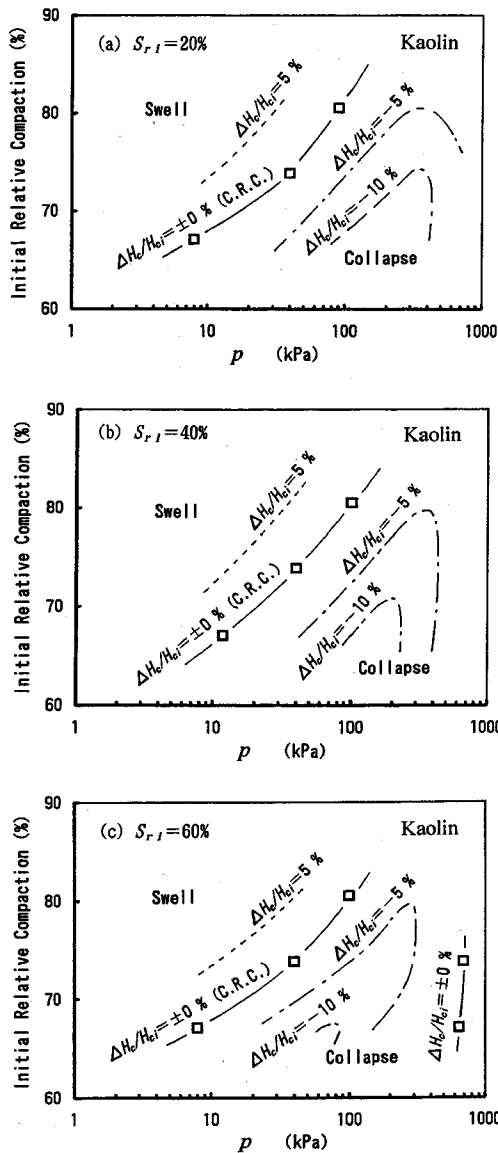


図-8 初期 Relative Compaction と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_{ci}$ の関係 (DL Clay)

料の水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_{ci}$ と上載圧負荷後の R.C. の関係を示している。土の種類、上載圧の違いによらず上載圧負荷後の R.C. が 80% 程度までは、 $\Delta H_c/H_{ci}$ は上載圧負荷後の R.C. の増加に伴い減少する傾向を示し、その後 R.C. が 80% 以上に至ると供試体の R.C. の変化による顕著な傾向は認められなかった。このことは上載圧が大きい場合には、不飽和状態で載荷した際の変形が大きく上載圧負荷後の R.C. が大きくなるため $\Delta H_c/H_{ci}$ の影響を受けにくいものと考えられる。

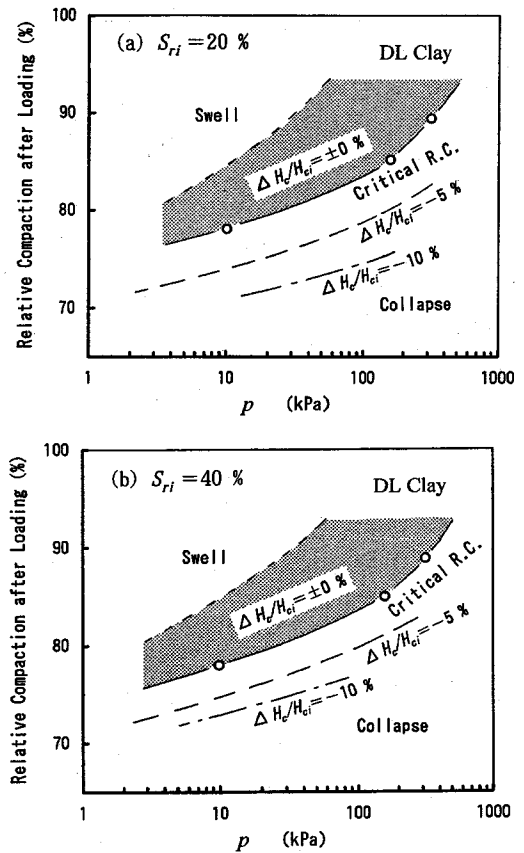
Lawton et al.⁶⁾ が示したコラプス沈下が生じない限界の締固め度 (Critical Relative Compaction) に着目し、DL クレーの初期 R.C. と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_{ci}$ の関係を図-8 (a), (b) に示す¹²⁾。図より、 S_{ri} によらず Critical Relative Compaction (C.R.C.) は、 p の増加に伴って大きくなることを示している。また、DL クレーでは、図中の斜線で示したように、体積変化を生じない締固め度 (R.C.) の範囲が存在し、R.C. がこの範囲を越えると供試体は膨



図—9 初期 Relative Compaction と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_e/H_{ei}$ の関係 (Kaolin)

潤挙動を示し、C.R.C. よりも小さい場合には、供試体は水浸に伴いコラプス沈下を生じる。さらに、コラプス沈下を生じる領域では、 $\Delta H_e/H_{ei}$ が一定値を示す R.C. は C.R.C. と同様に p の増加に伴い大きくなり、ピークを示した後わずかに減少する。このことは、初期 R.C. が小さな供試体では、 p が大きくなると上載圧の負荷による圧縮変化量が増大して、土が安定した構造となり、その結果コラプス沈下が生じにくくなるものと考えられる。

同様にカオリンについても、初期 Relative Compaction (R.C.) と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化



図—10 上載圧負荷後の Relative Compaction と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_e/H_{ei}$ の関係 (DL Clay)

量比 $\Delta H_e/H_{ei}$ の関係を図—9 (a)~(c) に示す。図より、DL クレーと同様に、 $S_{r,i}$ によらず Critical Relative Compaction (C.R.C.) は、 p の増加に伴って大きくなっており、膨張を生じる領域の $\Delta H_e/H_{ei}$ についても同様の傾向が認められる。一方、コラプス沈下を生じる領域では、 p の増加に伴い $\Delta H_e/H_{ei}$ が一定値を示す R.C. は増加し、ピークを示した後再び減少する。同様の傾向は DL クレーでも認められたが、カオリンでは低い上載圧の範囲では膨潤挙動が卓越するため、高い上載圧の領域でコラプス沈下が発生しており、 $\Delta H_e/H_{ei} = -5, -10\%$ を示す線は、DL クレーに比べ急激な変化を示している。さらに、カオリンでは低い上載圧の範囲で、膨潤が発生しやすいことから、上載圧が低い条件下において、締め固度を必要以上に高くすると、膨潤による問題が生じることが示唆される。

盛土施工後の状態を考慮するため、カオリンおよび DL クレーを対象に得られた図—8, 9 を上載圧負荷後の R.C. で整理しなおすと図—10, 11 が得られる。図—8, 9 と比較すると、図—10, 11 はコラプス沈下を生

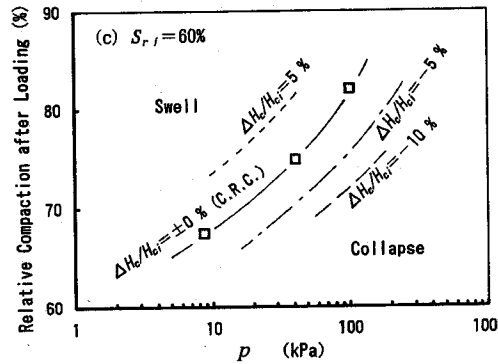
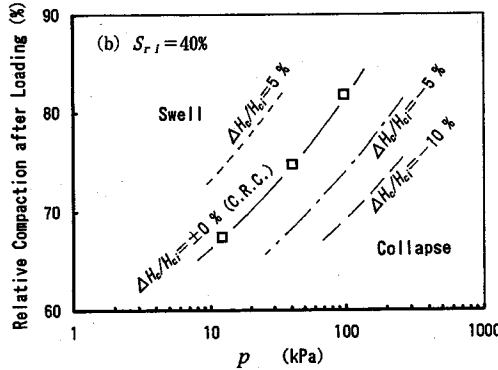
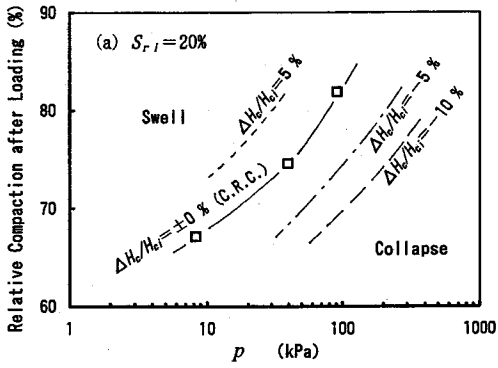


図-11 上載圧負荷後の Relative Compaction と上載圧 p に対する水浸に伴う体積変化量比 $\Delta H_c/H_{c,i}$ の関係 (Kaolin)

じる領域においても $\Delta H_c/H_{c,i}$ が一定値を示す R.C. が p の増加に伴って増大しており、その増加傾向も $\Delta H_c/H_{c,i}$ によらずほぼ同程度を示している。なお、カオリンおよび DL クレーともに、C.R.C. はどちらの整理方法でも一致している。

粘性土とシルト質土および砂質土¹⁴⁾について、水浸に伴うコラプス沈下が生じない C.R.C. と上載圧 p の関係を図-12 に示す。なお、砂質土の物理的特性は、最大粒径 2.0 mm, $D_{50}=0.15$ mm, 粒径 0.002 mm 以下の質量百分率が 15% および $w_L=34\%$, $w_p=19\%$, $I_p=15$ である。土の種類の違いおよび $S_{r,i}$ によらず C.R.C. は

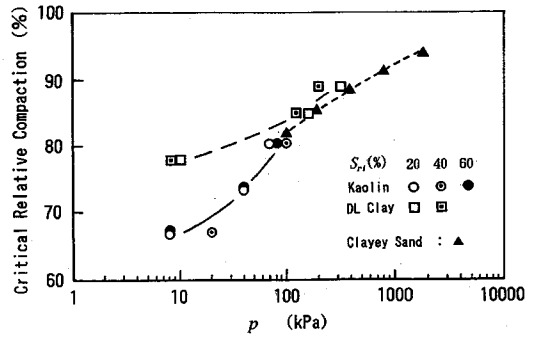


図-12 コラプス沈下に対する Critical Relative Compaction と上載圧 p の関係

p の増加に伴って大きくなっており、水浸に伴うコラプス沈下を防ぐには、上載圧が大きいくほどよく締固める必要があることがわかる。さらに、 $p=100$ kPa 程度以下では C.R.C. は土の種類に依存し、コラプス沈下が生じやすいとされているシルト質土²⁾ (DL クレー) で C.R.C. は高くなっている。このことは、シルト質土では、粘性土に比べ同じ上載圧条件下であっても、コラプス沈下が生じやすいことを示しており、シルト質土の締固め施工に際しては締固め度を高くする必要性を示唆している。このように体積変化を生じない C.R.C. は土の種類に影響を受けることから、締固めの基準を検討する際には土の種類を考慮する必要があるものと考えられる。

一般に、盛土施工時の締固め度は 90% 以上と規定されている^{8),9)}。しかしながら、その基準の工学的背景は明らかではなく、実際の盛土においても、上載圧や締固め時の飽和度等により土が水浸に伴い膨潤を生じたり、オーバーコンパクションの結果不経済な設計となる場合も少なくない。今回の試験結果から、この基準は上載圧が 200~500 kPa 程度では十分妥当性のある指標と考えられるが、上載圧が小さくなると、低い締固め度でもコラプス沈下に関しては工学的に大きな問題とならないことが推察できる。このことから、コラプス沈下試験結果が、より工学的な施工管理を行うために有用であることが示された。また、今回の結果からコラプス沈下量と R.C. の関係を締固め施工管理に適用する場合には土の種類 (粒度の違い) の影響を十分考慮しなければならないことがわかった。

4. まとめ

締固めた粘土の水浸に伴うコラプス沈下挙動に及ぼす主要因をある程度定量的に明らかにし、工学的な観点から実務における締固め施工管理への室内試験結果の適用

性を示唆した。本研究より得られた主要な結論を以下に列記する。

1) 水浸に伴うコラプス沈下量は、供試体の初期乾燥密度 ρ_{di} の影響を大きく受け、 ρ_{di} の増加に伴いコラプス沈下量は減少する。また、体積変化が生じないような ρ_{di} が存在し、供試体の ρ_{di} がその値を越えると土の挙動は膨潤に転じる。

2) 供試体の ρ_{di} 、 S_{ri} によらず、水浸に伴うコラプス沈下量は上載圧の増加に伴い大きくなり、ピークを示した後ユニークな線に沿って減少する傾向がある。このことは、 ρ_{di} によらず上載圧に対するコラプス沈下量の限界値が存在することを示している。

3) カオリンは DL クレーに比べ膨潤性が卓越しており、逆に、DL クレーは小さな ρ_{di} の場合には、低い上載圧下においても水浸に伴って大きな沈下を示しており、既往の研究¹⁾で報告されているように、シルト質土はコラプス沈下が生じやすいことが明らかとなった。

4) 供試体の初期乾燥密度および上載圧がコラプス沈下挙動に及ぼす影響は大きく、それと比較して初期飽和度の影響は相対的に小さいものと考えられる。

5) 水浸に伴うコラプス沈下の生じない限界の締固め度が存在し、その限界締固め度 (Critical Relative Compaction) は上載圧の増加に伴って大きくなる。また、C. R. C. は土の粒度の違いにより異なる。

6) コラプス沈下試験より、水浸に伴うコラプス沈下を防止するには、土の種類を考慮して上載圧に応じた締固め度を設定する必要性を示し、より安全性・経済性に優れた施工管理への室内試験結果の適用性を示唆した。

参考文献

- 1) Dudley, J.H. : Review of Collapsing Soils, *Proc. ASCE*, Vol.96, No.SM 3, pp.925-947, 1970.
- 2) Lofgren, B.E. : *Land Subsidence due to the Application of Water*, Publication by USGS, 1969.
- 3) Gibbs, H.J. and Bara, J.P. : Stability Problems of Collapsing Soil, *Proc. ASCE* Vol.93, No.SM 4, pp.577-594, 1967.
- 4) 西垣 誠 : マサ土系材料による盛土地盤の浸水に対する安定性, *地盤と建設*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-9, 1986.
- 5) Barden, L., McGown, A. and Collins, K. : The Collapse Mechanism in Partly Saturated Soil, *Engrg. Geol.*, 7, pp.49-60, 1973.
- 6) Lawton, E.C., Fragaszy, R.J. and Hetherington, M.D. : Review of Wetting-Induced Collapse in Compacted Soil, *Proc. ASCE*, Vol.118, No.GT 9, pp.1376-1394, 1992.
- 7) Basma, A.A. and Tuncer, E.R. : Evaluation and Control of Collapsible Soils, *Proc. ASCE*, Vol.118, No.GT 10, pp.1491-1504, 1992.
- 8) 日本道路公団 : 設計要領 第一集 第一編土工, pp. 35-60, 1983.
- 9) 日本道路協会 : 道路土工—施工指針, pp.180-211, 1986.
- 10) 久野悟郎 : 締固めと力学特性の相関, *土と基礎*, Vol. 22, No. 4, pp. 5-10, 1974.
- 11) 久野悟郎 : 設計・施工の留意点をさぐる, 7. 土の締固め, *土と基礎*, Vol. 33, No. 7, pp. 57-64, 1985.
- 12) 亀井健史, 榎本雅夫 : 締固めたシルト質土の水浸に伴うコラプス沈下挙動, *土木学会論文集*, No. 505/III-29, pp. 97-103, 1994.
- 13) Sridharan, A., Venkatappa Rao, G. and Samudra Pandian, R. : Volume Change Behaviour of Partly Saturated Clays During Soaking and The Role of Effective Stress Concept, *Soils and Foundations*, Vol.13, No.3, pp.1-15, 1973.
- 14) Lawton, E.C., Fragaszy, R.J. and Hardcastle, J.H. : Collapse of Compacted Clayey Sand, *Proc. ASCE*, Vol.115, No.GT 9, pp.1252-1267, 1989.

(1995.4.4 受付)

THE INFLUENCE OF SOIL TYPE ON COLLAPSE SETTLEMENT OF COMPACTED SOILS DURING INUNDATION

Takeshi KAMEI and Masao ENOMOTO

To investigate the influence of soil type on collapse settlement during inundation of compacted silty and clayey soil. Compacted soils wetted under load can both swell and collapse depending on soil type, their conditions (initial dry density, initial degree of saturation) and the magnitude of the effective overburden stress. For any given set of conditions, the amount of collapse increases with decreasing the initial degree of saturation, decreasing the initial dry density, and increasing effective overburden pressure. In addition, collapse could also be eliminated by compacting the soil to a relative compaction equal to some critical value.