

標準圧密試験結果を用いた泥炭質軟弱地盤の 一次元圧密沈下

白子博明^{*1}・今井誉人^{*2}・杉山太宏^{*3}・赤石勝^{*4}

One-dimensional Consolidation Prediction of Peaty Soft Grounds Using the Oedometer Test Results

by

Hiroaki SHIRAKO, Yoshihito IMAI, Motohiro SUGIYAMA and Masaru AKAISHI

(Received on March 31, 2006 & accepted on July 18, 2006)

Abstract

We present comparisons of test results using oedometers of various sizes and case records of long-term settlement observation in the field for investigating hypothesis of scale and time effects during one-dimensional consolidation. Observational results correspond to hypothesis *A* that the volumetric strain versus $\log(\text{time})$ relationship for a given load increment is simply displaced in proportion to H^2 , as commonly assumed in practice. An example is presented for the prediction of one-dimensional consolidation settlement including a secondary consolidation stage. In this method the rate of secondary consolidation during primary consolidation is expressed by the function for the magnitude of secondary consolidation occurring in the one-dimensional consolidation stage. The necessary soil constants are gained from the consolidation-time curve observed in a conventional standard oedometer test. The calculated results coincide with the observed consolidation-time curves including the primary and secondary consolidations. Also, the proposed secondary compression model is promising for the prediction for using hypothesis *B* based on Suklje's Isotaches concept.

Keywords: Peat, Standard consolidation test, One-dimensional consolidation, Secondary compression, Isotaches method

1. 緒言

標準圧密試験を実施すると、ほとんどの粘性土で二次圧密が観察される。特に、泥炭や黒泥など圧縮性の大きな高有機質土では時間の対数に比例して発生する二次圧密量が、Terzaghi 理論による一次圧密量より大きな場合も少なくない。実際地盤の圧密沈下量予測には、二次圧密の評価が極めて重要である。しかし、二次圧密を考慮した一次元圧密解析には、周知のようにアイソタッチ型と平行移動型の2つの仮説が存在し、両者の妥当性については今なお見解の分かれるところである¹⁾。採用する仮説によって求められる圧密沈下量は大きく異なる。したがって、早急に結論が必要とされる問題である。

二次圧密を考慮した一次元圧密解析法の多くは、Bjerrum の遅延圧縮の概念図に基づいている^{2), 3)}。現場でも室内圧密試験と同じように、時間の対数に比例して発生する二次圧密の存在を仮定するため、圧密前の間隙比速度あるいは圧密時間が重要である。時間の対数に比例して発生する二次圧密を仮定した構成式では、時間原点(origin for time)が不明確であると言われており、間隙比速度を用いた構成式が必要とされている⁴⁾。しかし、実際地盤の二次圧密履歴や圧密前間隙比速度を正確に把握

することは困難であり、この点が間隙比速度に着目した構成式の最大の問題点と思われる。また、圧密前の間隙比速度と間隙比が等しければ、最大排水距離の異なる粘土層の圧密量～時間曲線は、アイソタッチ型になると言われているが、実験や現場調査によってそれを確認できない^{5), 6)}。圧密前の間隙比速度を明確に把握できるのは、一定時間間隔で載荷する室内圧密試験に限定される。

この報告では、泥炭質軟弱地盤上の宅地造成盛土による一次元圧密沈下量の観測結果を対象として、標準圧密試験結果に基づいた慣用的一次元圧密解析法による圧密沈下量予測の適用性を調べている。また、排水距離と圧密期間の異なる粘土の圧密試験から、圧密特性に及ぼす圧密前間隙比速度の影響について検討するとともに、2つの仮説(アイソタッチ型と平行移動型)の妥当性を検証している。

2. 最大排水距離の異なる圧密量～時間曲線

Suklje がアイソタッチ法(Isotaches Method)で描いた最大排水距離の異なる圧密曲線を Fig. 1 に示した⁷⁾。二次圧密は時間の対数に比例して無限に継続し、その直線上に最大排水距離の異なる圧密曲線のすべてが収束することを示している。また、Fig. 1 で圧密量が時間の対数に比例する部分の勾配は二次圧密係数 $C_{\alpha}(=de/d\log(\text{time}))$ と呼ばれ、二次圧密の大きさを表している。しかし、慣用的一次元圧密解析法は、最大排水距離 H (\rightarrow

* 1 構建設企画コンサルタント東北支店副支店長
* 2 工学研究科土木工学専攻修士課程
* 3 工学部土木工学科助教授
* 4 工学部土木工学科教授

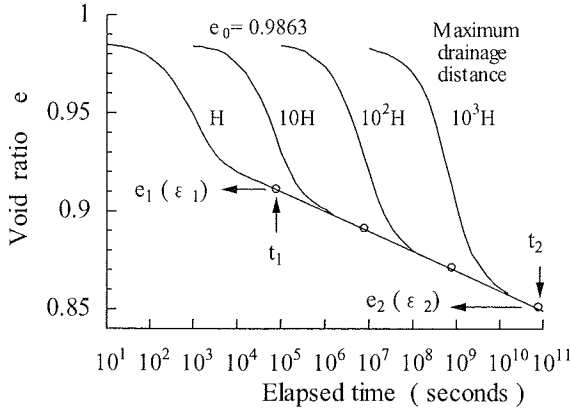


Fig. 1 Consolidation-time curves (L. Suklje 1957; Author's correction is included.)

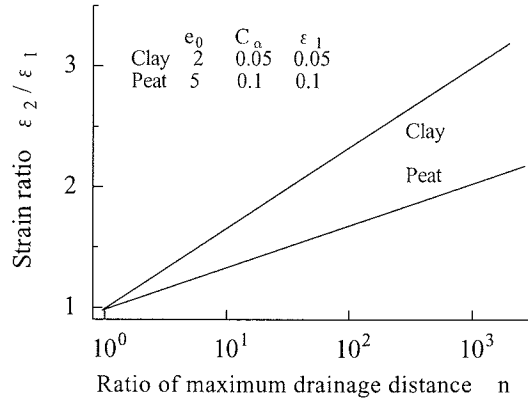


Fig. 2 Strain ratio and ratio of maximum drainage distance

1cm)の標準圧密試験における1日(= t_1 時間とする)後の圧密によるひずみ量 ϵ_1 (= $(e_0 - e_1)/(1 + e_0)$; e_0 =初期間隙比, $e_1 = \epsilon_1$ に対応する空隙比)と同じ大きさのひずみ量が現場でも発生することを前提としている。現場の最大排水距離を 10^3H とすれば,標準圧密試験の t_1 に対応する現場の圧密時間 $t_2 = 10^6 t_1$ での現場のひずみ量は $\epsilon_2 = (e_0 - e_2)/(1 + e_0)$ となる。Fig. 1において,ひずみ量の比 ϵ_2/ϵ_1 はおおよそ1.8となる。現場でもアイソタッチの成立を仮定すれば,標準圧密試験結果に基づく慣用的一次元圧密解析では,現場の沈下量を過小に見積もることになる。

標準圧密試験と現場の最大排水距離をそれぞれ H と nH (n は定数)とすれば,現場と標準圧密試験におけるひずみ量比 ϵ_2/ϵ_1 は式(1)で表せる。現場と標準圧密試験の ϵ_2/ϵ_1 は,二次圧密係数 C_a ,最大排水距離の比 n ,初期間隙比 e_0 と ϵ_1 に依存する。

$$\epsilon_2/\epsilon_1 = 1 + \frac{C_a \log n^2}{\epsilon_1(1 + e_0)} \quad (1)$$

Fig. 2は,粘土と泥炭を対象として式(1)に含まれる定数を仮定し, ϵ_1/ϵ_2 と最大排水距離の比 n との関係を求めたものである。最大排水距離 10^3H cmでは ϵ_1/ϵ_2 が2~3,すなわち現場の圧密量が室内試験の2~3倍となる。このように大きな誤差が現場の沈下予測に生じるのであれば,標準圧密試験結果の利用は実務に適さないことになる。

このような圧密問題に関する多くの研究は粘性土に対するものが多く,泥炭の圧密問題に粘性土で得られた多くの知見をそのまま適用できるのかについて検討した事例は少ない。松尾は,泥炭の弾粘塑性モデルに基づくF E解析から,最大排水距離の異なる泥炭の圧密挙動は粘性土と同様泥炭の初期状態に依存し,アイソタッチ型と平行移動型いずれの可能性もあると報告している⁸⁾。また,能登は泥炭の圧密試験結果と泥炭性軟弱地盤の沈下実測データの比較検討から,式(2)で示される実用的沈下予測法を提案している^{9),10)}。

$$\epsilon = \epsilon_f / (1 + C_p \cdot t^{-\delta}) \quad (2)$$

ここに, ϵ は圧密によるひずみ量, ϵ_f は一次圧密の最終ひずみ量, C_p は一次圧密の速度に関わる係数, t は時間, δ は荷重と含水比で決まる係数である。式(2)の $\delta = 0.5$, $a = C_p/\epsilon_f$, $b = 1/\epsilon_f$ とすれば,ひずみ ϵ は式(3)のように \sqrt{t} 双曲線として表される。

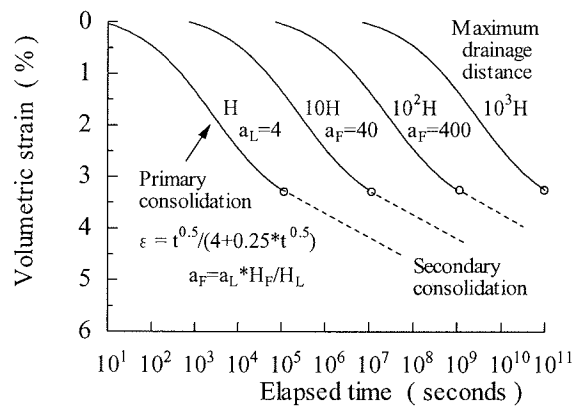


Fig. 3 Consolidation-time curves (Noto method)

$$\epsilon = \frac{\sqrt{t}}{a + b\sqrt{t}} \quad (3)$$

また,能登の提案法では一次圧密量を式(2)で表現し,その後の二次圧密は時間の対数に比例すると仮定している。

室内圧密試験を想定したFig. 1の最大排水距離 H のデータに式(2)を適用して,圧密量の経時変化を計算した結果をFig. 3に示した。能登法では,式(2)の定数 a を最大排水距離倍すれば,最大排水距離の異なる圧密量-時間曲線が得られる。一次圧密終了時間を表す図中の白丸印から時間の対数に比例する二次圧密が発生すれば,能登法は平行移動型の圧密量-時間曲線を与えることになる。

3. 泥炭の一次元圧密沈下

3.1 試料および実験方法

伊勢原市内でブロックサンプリングした泥炭を用い,荷重増分比や最大排水距離 H の異なる供試体の一次元圧密試験を実施した。深さ2 m付近から採取した泥炭の自然含水比300~450%,強熱減量 $Li = 53\%$,標準圧密試験による圧密降伏応力 p_c は,30kPa付近である。試験は, H の異なる供試体を圧密試験機にセットし,正規圧密領域と思われる圧密圧力39.2kPaで, $H=1$ cmの供試体は1日, $H=2.25$ と5cmの供試体はそれぞれ5日と25日間圧密した後,圧密圧力増分 $\Delta\sigma$ を載荷して圧密量の経時変化を測定した。

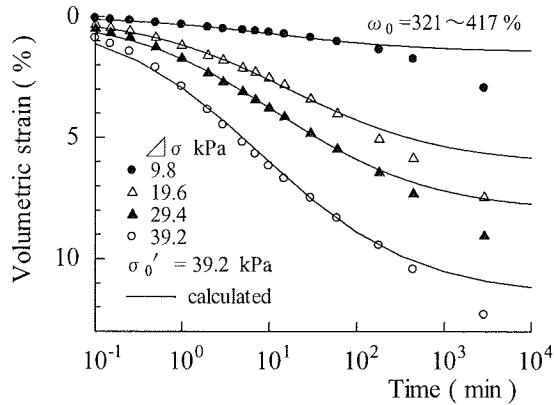


Fig. 4 Consolidation-time curves

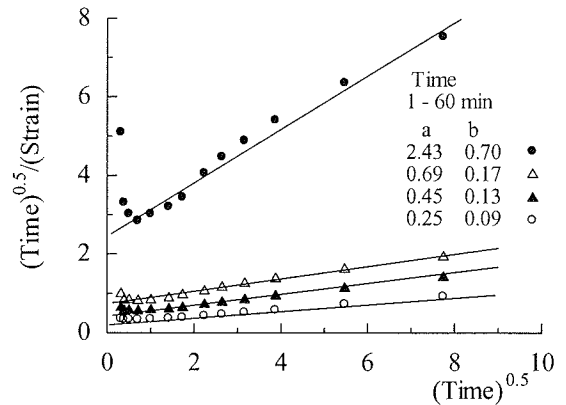


Fig. 5 Applications of the square-root-time hyperbolic curve method

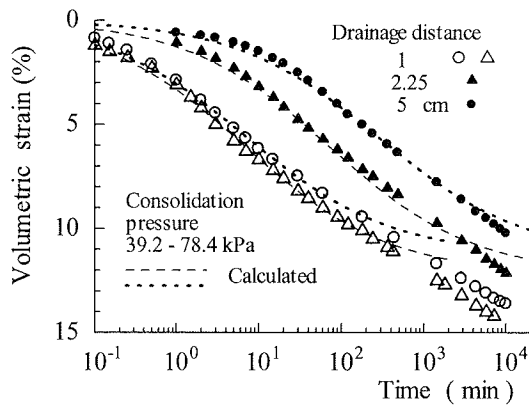


Fig. 6 Consolidation-time curves

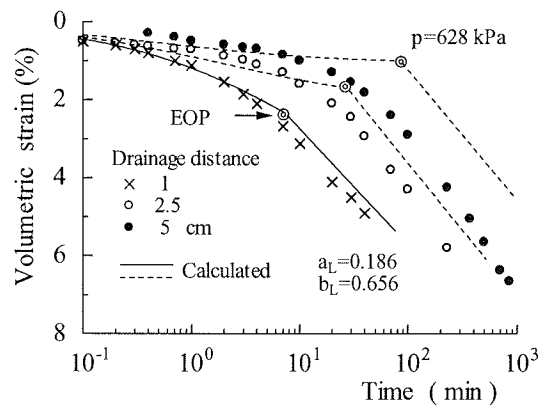


Fig. 7 Consolidation-time curves

3.2 試験結果と考察

Fig. 4は、最大排水距離 $H=1\text{cm}$ の泥炭供試体を 39.2kPa で1日間圧密後、荷重増分を変化させた試験の圧密量～時間曲線である。圧密時間 $60\sim 100$ 分以降、時間の対数に比例する二次圧密が観察される。体積ひずみで定義した二次圧密係数は $1.33\sim 2.37\%$ であり、荷重増分の大きなものほど大きくなる傾向にある。この室内試験結果に対し、能登の \sqrt{t} 双曲線法を適用して求めた定数 a, b の結果が Fig. 5、その定数を用いて計算した一次圧密量の経時変化が Fig. 4の実線である。能登法の一次圧密量に対する計算結果は、実測値と良く一致している。一次圧密終了以降、時間の対数に比例する二次圧密を付加すれば、二次圧密を含む一次元圧密量予測法として能登法の適用性は高い。

Fig. 6は著者ら、Fig. 7は利藤ら⁹⁾が行った最大排水距離 H の異なる泥炭供試体の圧密量～時間曲線である。Fig. 4の試験結果と同様に、 $H=1\text{cm}$ の試験結果に能登法(式(3))を適用して求めた定数によって計算した圧密量～時間曲線を両図中に破線と実線で示した。今回の実験で得られた Fig. 6では、一次圧密量の経時変化に関する計算結果と実験結果はよく一致している。一次圧密終了時から時間の対数に比例する二次圧密の計算結果を追加すれば、能登法は二次圧密を含む H の異なる泥炭の全圧密量の経時変化を十分正確に予測できると思われる。ただし、その計算結果は平行移動型である。

一方、利藤らによる Fig. 7の試験結果と計算結果には、かなり大きな食い違いが生じている。図の EOP は一次圧密終了時で、それ以降の直線は二次圧密を示す直線として書き加えたものである。Fig. 6の圧密量～時間曲線と類似した形状の試験結果で

あるが、計算結果の精度は低いと言える。ただしこれは、あくまでも式(3)の \sqrt{t} 双曲線法で計算した結果である。層厚の異なる泥炭試料の沈下曲線が平行移動型に近いことは、著者らの結果と類似している。

松尾の理論的研究によれば、室内圧密試験で H の異なる泥炭供試体の試験前の間隙比が同じであれば、アイソタッチ型の圧密量～時間曲線が得られるとされている⁹⁾。不均質な泥炭では、試験前の予圧密期間を H^2 に比例させてもアイソタッチ型の圧密量～時間曲線を得るのは困難なのか、能登法の背景に存在する現場の観測結果のように実地盤の圧密量～時間曲線は平行移動型なのか、今後更に検討する必要がある。

3.3 泥炭質軟弱地盤の沈下挙動

泥炭地盤に盛土などの荷重を加える場合、その高い圧縮性から対策工法の施されることが多い。本項では、道路盛土による沈下事例と較べて事例報告の少ない宅地造成のために行われた盛土による沈下事例を取り上げ、沈下量の特徴と室内圧密試験の結果との対比について検討する。

(1) パーチカルドレーン施工地盤

前項の圧密試験に用いた泥炭試料採取地点近くで、宅地造成に伴うパーチカルドレーンによる圧密促進効果を確認するための試験盛土工事が実施されている。地層は上部からシルト混じり泥炭層(層厚 2.4m)、泥炭層(層厚 2.4m)、シルト層(層厚 1.2m)で構成される。各層には層別沈下計が設置されており、 1.3m 間隔でドレーンが打設された地点の層別沈下量～時間曲線を示したのが Fig. 8である。400日以降で、時間の対数に比

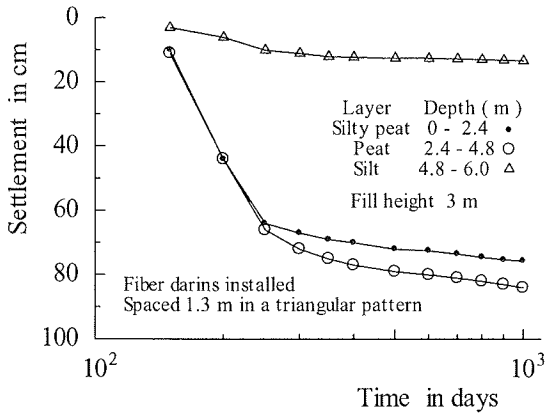


Fig. 8 Settlement-time curves of test fills

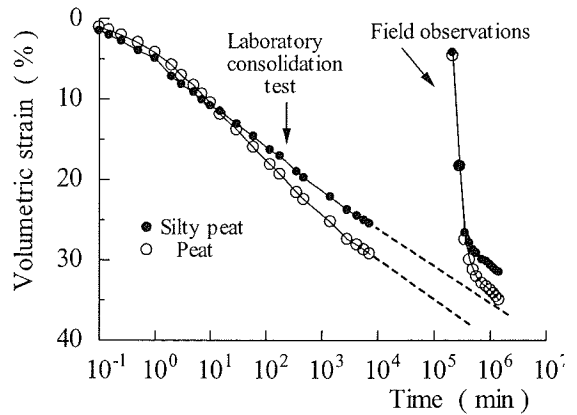


Fig. 9 Consolidation-time curves

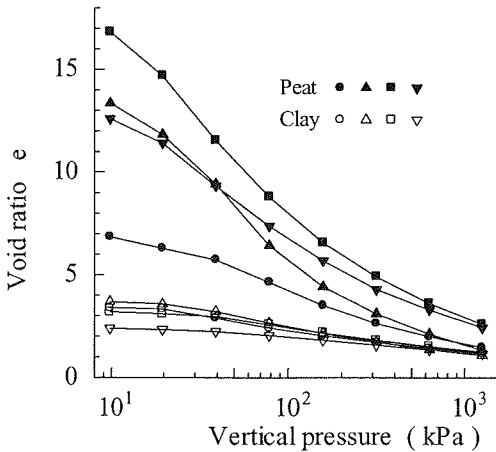


Fig. 10 e -log p curves

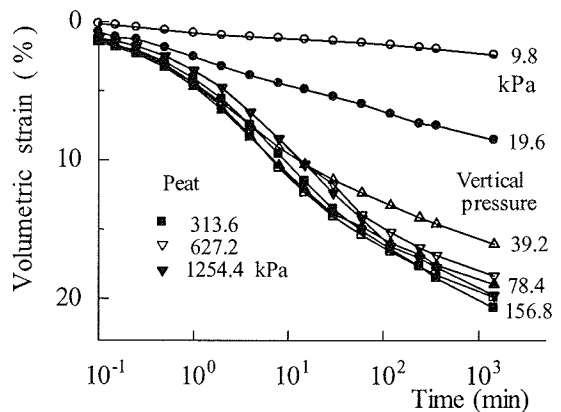


Fig. 11 Consolidation-time curves

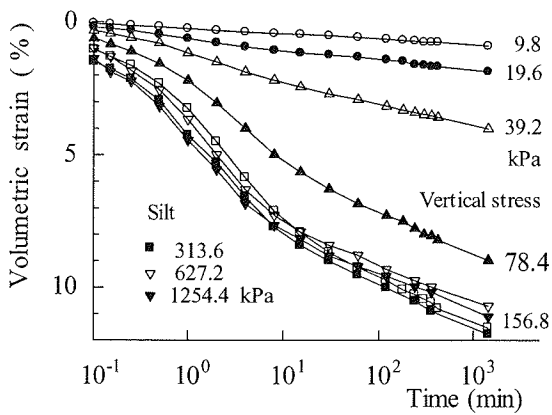


Fig. 12 Consolidation-time curves

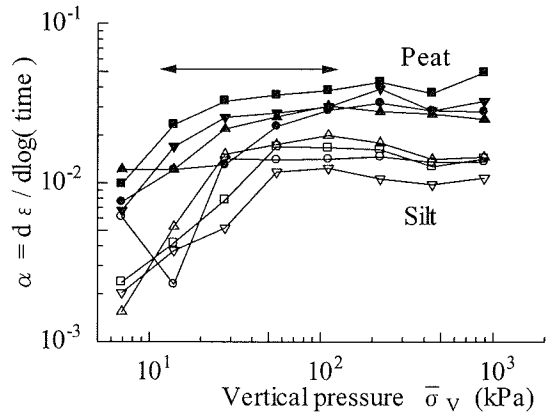


Fig. 13 Relationships between α and mean consolidation pressure

例する二次圧密的な沈下が継続している。500日から1000日の沈下量を体積ひずみに換算して計算した二次圧密係数 $\alpha (= d\epsilon / d \log t)$ は約6%となる。

Fig. 9は、採取試料に土被り圧 p_0 を載荷後、現場の盛土厚さに相当する圧密荷重増分 44kPa を加えた室内圧密試験の結果と、層別沈下計により無処理地盤で測定されたシルト混じり泥炭ならびに泥炭層の経時変化を比較して示したものである。室内圧密試験から得られた両層の二次圧密係数は、現場のそれと同じ約6%である。そこで、室内試験の二次圧密が時間の対数に比例して継続すると仮定し、図の破線のように延長線を記入した。室内圧密試験と現場の圧密量-時間曲線にアイソタッチが成立

すれば、すなわち、各層の現場データがこの破線上にプロットされれば、現場の圧密量は室内試験結果の1.7倍となる。しかしながら得られた現場の圧密量は、室内試験による1日後の圧密量の約1.4倍程度である。泥炭層は極めて不均質であるため、実際の泥炭地盤と室内圧密試験の供試体の状態を等しくすることは困難であるが、Fig. 9の現場データが今後もこの破線上に重なる可能性は極めて低いと思われる。つまりアイソタッチが成立する可能性は低いと言えよう。

(2) 無処理地盤

静岡県袋井市内の軟弱地盤を全面的に盛土して工場用地が造成された。この現場は、太田川および原野谷川の沖積デルタ地

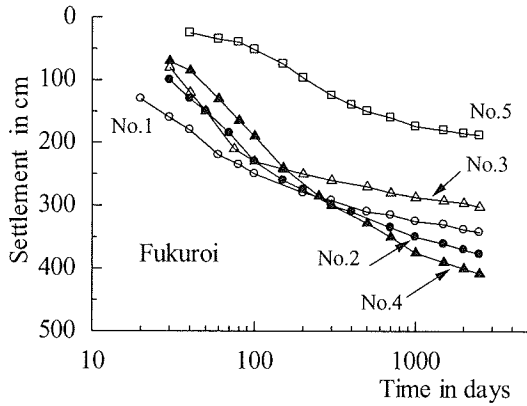


Fig. 14 Results of the observed settlement on site

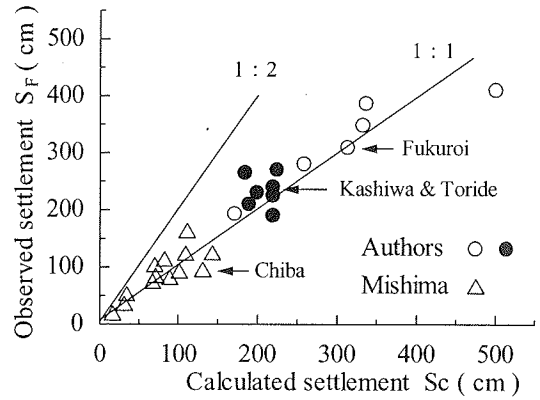


Fig. 15 Comparisons between the observed and calculated settlement

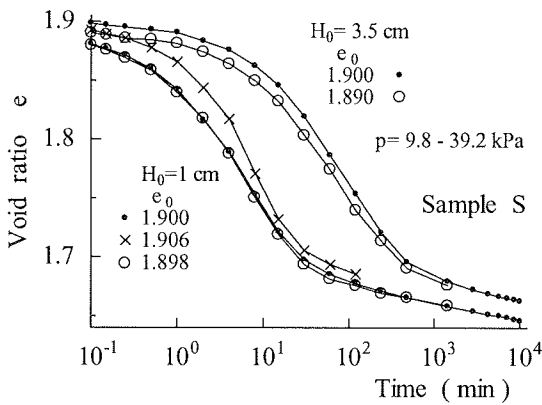


Fig. 16 Consolidation-time curves

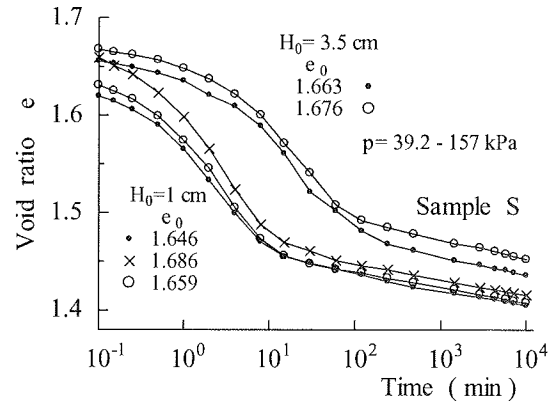


Fig. 17 Consolidation-time curves

Table 1 Results of the calculated and observed settlement

Point No.	1	2	3	4	5	6	7*	8*
H (cm)	580	675	575	650	500	950	1350	1300
S _C (cm)	333	337	314	501	172	259	583	577
S _F (cm)	348	386	309	430	180	280	510	572
α (%)	7.9	7.8	8.3	8.2	7.1	11.1	3.9	3.4

Notes. No.7* and No.8* :Packed-drain areas
No.6~ :Two layers (peat and silt)

帯に続く台地をかなりの深さで南北に刻み込んだ沖積谷であり、下流に走る東名高速道路付近、沖積谷中央の軟弱層は最大約14mの厚さである。自然含水比500~1000%の泥炭層が最大約8mの厚さに堆積し、その下に自然含水比90~150%の有機質粘土層が堆積する。また、谷の一部には下部シルト層の欠如した泥炭層のみ堆積した場所があって、泥炭単一層の圧密沈下量が観測されている。この造成地に隣接した地点で土質調査を行った。本節では、シンウオールサンプリングした泥炭と有機質シルト試料の標準圧密試験結果を用いて一次元圧密沈下量を計算し、観測結果と比較する。

Fig. 10はe-log p曲線、Fig. 11とFig. 12はそれぞれ泥炭とシルト試料の圧密量~時間曲線である。泥炭層は圧縮性が大きく、極めて不均質である。両試料の圧密量~時間曲線からは、典型的な二次圧密が観察される。体積ひずみで定義した二次圧密係数αと平均圧密圧力の関係を示したFig. 13から、正規圧密領域におけるαはほぼ一定であることがわかる。Fig. 13中には現場の圧密圧力に対応する範囲を両矢印で示したが、この範囲における平均αは泥炭で2.8%、シルトで1.2%である。

Fig. 10に示した両試料のそれぞれ4つのe-log p曲線を平均

して設計計算用e-log p曲線を描き、式(4)による慣用的予測手法で一次元圧密沈下量を求めた。

$$S_c = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} H \quad (4)$$

ここに、Hは軟弱層厚である。

沈下が計測された8地点のS_Cを計算し、現場で観測された沈下量S_Fと併せてTable 1に示した。また、Fig. 14には無処理の泥炭層で盛土の施工後、約10年間測定された沈下量の経時変化を示している。約10年後の現場沈下量S_Fは、標準圧密試験結果を用いて算定したS_Cに近い大きさである。Table 1の実測最終沈下量S_Fと計算沈下量S_Cを因で比較したのがFig. 15である。図中には、袋井以外の宅地造成地で比較したデータを併せて記している¹²⁾。沈下量は広く数十cmから500cmに分布し、実測値S_Fと計算値S_Cの比S_F/S_Cは0.9~1.5の範囲にあるがS_F/S_C≒1との判断も可能で、Fig. 2の計算例のようにこの比率が2を越えるような現場は存在しなかった。Fig. 15に示した27箇所の結果を見る限りでは、アイソタッチ法で予測するように標準圧密試験結果に基づく沈下量予測が現場のそれを過小に予測する傾向は見出されない。

ところで、Table 1のαは、現場で観測された圧密沈下量が時間の対数に比例している部分の勾配(1ログサイクル当たりの沈下量)を単純に層厚で除した値である。なお、No. 6, 7, 8地点のαは2層地盤の長期沈下に対する値である。Table 1からαはFig. 5に示した標準圧密試験の2倍弱程度であるが、現場でも二次圧密的な長期沈下が発生していると考えられる。

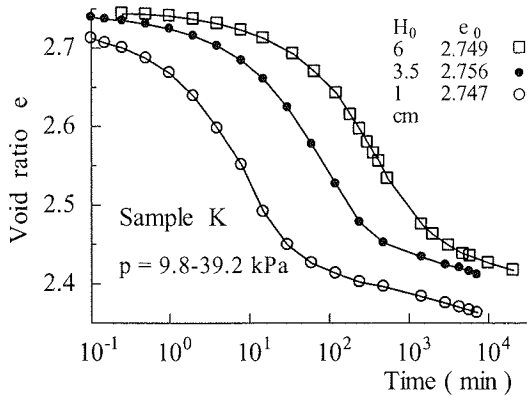


Fig. 18 Observed consolidation-time curves

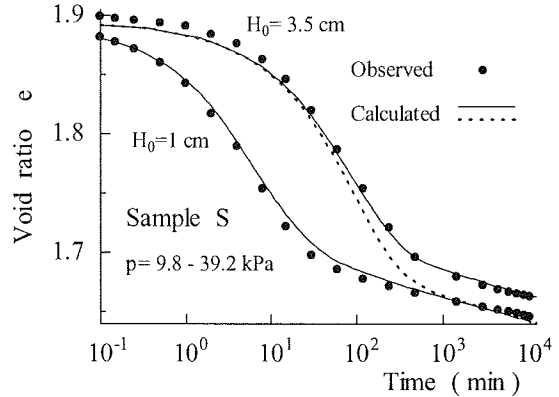


Fig. 19 Observed and calculated consolidation-time curves

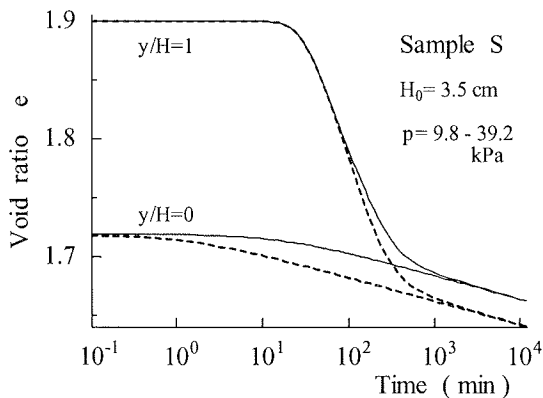


Fig. 20 Calculated consolidation-time curves

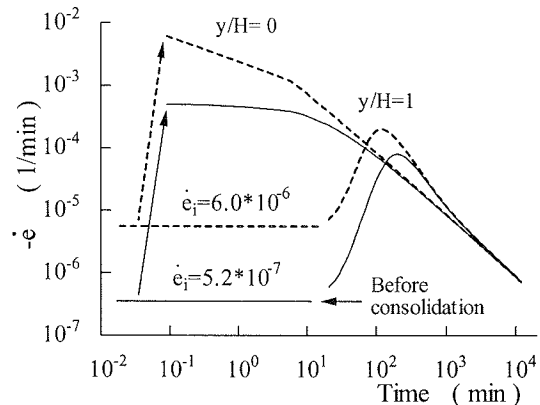


Fig. 21 Calculated void ratio rate -time curves

Table 2 Physical properties of tested clays

Sample	ρ_s	$\omega_L(\%)$	$\omega_p(\%)$	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)
K:	2.67	82.6	20.8	54.0	41.0	5.0
S:	2.64	112.0	50.5	47.0	38.4	14.6

4. 室内試験による粘土の一次元圧密沈下

4.1 試料および実験方法

実験には2種類の粘土を使用し、物理的性質はTable 2に示した。液性限界以上の含水比で十分練り返した試料をリング直径6cmと20cmの圧密試験機に詰め、予圧密荷重9.8kPaでそれぞれ1日、13日間圧密した。予圧密期間を最大排水距離 H の二乗倍にするため、予圧密終了後、試料上端をわずかにカットし、それぞれ試料高さ2cmと7cmになるよう初期高さを調節した。圧密荷重増分29.4kPaと117.8kPaを加え、圧密沈下量の経時変化を測定した。一部の供試体は、圧密時間120分、1440分あるいは10080分後に圧密荷重を39.2kPaから157kPaに変化させ、圧密時間が次の載荷段階の圧密特性に及ぼす影響を調べた。

4.2 圧密試験結果と数値計算

Fig. 16は、最大排水距離 H と載荷前圧密時間の異なる試料Sの圧密量～時間曲線である。最大排水距離の異なる供試体の圧密量～時間曲線は、互いに最大排水距離の比の二乗倍だけ時間軸方向に平行移動すればほぼ重なり合う。また、両者の二次圧密係数 C_α はほぼ同じ大きさである。圧密前の圧密時間と初期間

隙比 e_0 が等しければ、最大排水距離の異なる供試体の圧密量～時間曲線はアイソタッチ型になると言われているが、Fig. 16に示した圧密量～時間曲線は、アイソタッチ型よりも平行移動型に近い結果である。

Fig. 16から求めた C_α の平均値(=0.016)を各圧密時間で除した間隙比速度の範囲は $1.3 \times 10^{-4} \sim 1.6 \times 10^{-6} \text{ (min}^{-1}\text{)}$ で、2桁の開きがある。Fig. 17はFig. 16の次の載荷段階、すなわち初期間隙比と圧密時間(あるいは圧密前間隙比速度)の異なる圧密量～時間曲線であるが、Fig. 17の圧密量～時間曲線も平行移動型と見なし得る結果である。

Fig. 18は、試料Kの圧密量～時間曲線である。図中の $H=6\text{cm}$ は、別途行った分割型圧密試験(2cm \times 3)により求めた結果である¹³⁾。更に長期間の測定も必要であるが、得られた圧密量～時間曲線を見る限りは、試料Sと同じように平行移動型に近い結果と言える。

ところで、著者らは式(5)で表される二次圧密の間隙比速度 \dot{e}_i を利用した二次圧密モデルを提案している¹³⁾。

$$\dot{e}_s = \dot{e}_i \times 10^{-\chi/C_\alpha} \quad (5)$$

ここに、 χ は新たな圧密荷重増分によって発生した二次圧密量、 \dot{e}_i は $\chi=0$ における二次圧密による間隙比速度で、前の載荷段階における圧密終了時の間隙比速度 \dot{e}_f を利用すると式(6)のように表される。

$$\dot{e}_i = \dot{e}_f \times 10^{(C_c - C_c^*) \log(\sigma'/\sigma_0')/C_\alpha} \quad (6)$$

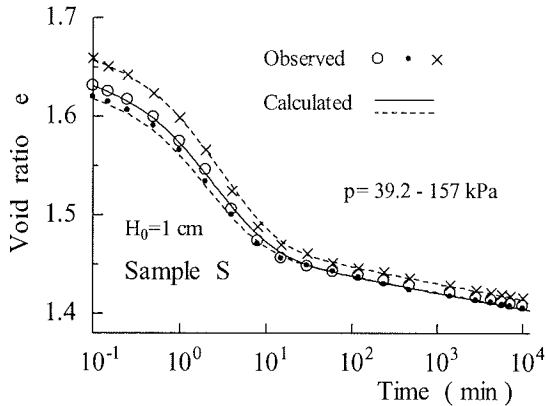


Fig.22 Observed and calculated consolidation-time curves

ここに、 C_c と C_c^* は、それぞれ全圧密量と一次圧密量で定義される圧縮指数である。

Fig. 19は、提案法による計算結果とFig. 16に示した実験結果を比較したもので、計算に用いた土質定数は圧縮指数 $C_c=0.4$ 、 $C_c^*=0.3$ 、圧密係数 $c_v^*=0.04$ cm²/min、二次圧密係数 $C_{\alpha}=0.016$ である。圧密前の間隙比速度 \dot{e}_f は二次圧密係数/圧密時間として求めたが、排水距離 H_0 によって異なる \dot{e}_f を使用した実線の計算結果(圧密量～時間曲線)は平行移動型となる。これに対して、排水距離3.5cmにも1cmで使用した \dot{e}_f を用いて計算した点線の結果はアイソタッチ型である。著者らの提案法では、圧密前間隙比速度の設定次第で平行移動型、アイソタッチ型いずれの圧密量～時間曲線も計算することができる。

Fig. 19に実線と破線で示した最大排水距離 $H_0=3.5$ cmの計算結果から、排水面($y/H=0$)と非排水面($y/H=1$)の圧密量～時間曲線を比較したのがFig. 20である。両者の二次圧密の差は、排水面の圧密挙動から明らかである。また、排水面と非排水面の圧密量の大きさは二次圧密領域で等しくなるのがわかる。Fig. 21は同じく排水面と非排水面の間隙比速度～時間曲線を比較したもので、圧密前間隙比速度の違いは一次圧密中の二次圧密による間隙比速度の大きさに影響することがよくわかる。この結果として、圧密量～時間曲線は平行移動型とアイソタッチ型のいずれかになる。

圧密前間隙比速度が異なるFig. 17の実験結果を提案法で再現計算したのがFig. 22である。計算に用いた土質定数は、Fig. 19と同じである。圧密前間隙比速度、初期間隙比、そして最大排水距離はそれぞれの実験結果を用いたが、計算結果と実験結果は良く一致しており、計算法の妥当性を示す結果が得られている。

5. 結 言

標準圧密試験結果を利用した、慣用的一次元圧密解析法による圧密沈下量予測の適応性と二次圧密の影響を検討した。得られた結果は次のように要約される。

1) 標準圧密試験結果に基づく一次元圧密沈下量は、宅地造成地における実測最終沈下量にほぼ等しい。泥炭質軟弱地盤は極めて不均質であり、圧密に要する時間も極めて長い

めアイソタッチ法が成立するか厳密に確認することは困難であるが、層厚の異なる土の圧密量～時間曲線はアイソタッチ型でなく、平行移動型の可能性が高い。また、平行移動型に基づく標準圧密試験結果を利用した沈下量予測が、著者らの調べた限りにおいて現場の沈下量を過小に予測する傾向は見出されない。

2) 粘土の圧密量～時間曲線は、二次圧密を含む一次元圧密解析の構成式に圧密時間でなく間隙比速度を利用して、圧密前間隙比速度の設定次第で平行移動型、アイソタッチ型いずれの結果も得られる。

間隙比速度に着目した二次圧密モデルを実際地盤の圧密解析に利用する場合、圧密前間隙比速度や二次圧密の影響を受けない土質定数をどのように設定するかが、今後に残された大きな課題である。

参考文献

- 1) Ladd, C. C. :Stress deformation and strength characteristics, Proc., 9th ICSMFE, pp. 421-494, 1977.
- 2) Berre, T. and Iverson, K. :Oedometer tests with different specimen heights on a clay exhibiting large secondary compression, Geotechnique, 22, No.1, pp. 53-70, 1972.
- 3) Nash, D. :Modeling the effects of surcharge to reduce long term settlement of reclamations over soft clays, Soils and Foundations, Vol.41, No.5, pp. 1-13, 2001.
- 4) Leroueil, S., Kabbaaj, M., Tavenas, F. :Stress-strain-strain rate relation for the compressibility of sensitive natural clays, Geotechnique, Vol.35, No.2, pp. 159-180, 1985.
- 5) Aboshi, H. :An experimental investigation on the similitude in the consolidation of a soft clay, including the secondary settlement, Proc., 8th ICSMFE, Vol.4, No.3, pp. 88-89, 1973.
- 6) 今井五郎：わかりやすい土質力学原論，土質工学会，pp. 73, 昭和 62 年。
- 7) Suklje, L. :The analysis of the consolidation process by the Isotaches method, Proc., 4th ICSMFE, pp. 200-206, 1957.
- 8) 松尾啓，大平至徳，網干寿夫：弾・粘塑性モデルによる泥炭の一次元圧密 FEM 解析，土質工学会論文集，Vol.32, No.4, pp. 193-202, 1992.
- 9) 能登繁幸：泥炭地盤の沈下量の予測に関する考察，土質工学会論文集，Vol.27, No.2, pp. 107-117, 1987.
- 10) 能登繁幸：泥炭性軟弱地盤の沈下予測，土と基礎，Vol.38, No.4, pp.29-34, 1990.
- 11) 利藤房男，岡井大八，目堅智久，楠見正人，持田文弘：大型供試体(径 300mm)による高有機質土の圧密特性の評価，土木学会論文集，No.694, III-57, pp.131-140, 2001.
- 12) 稲田倍徳，赤石勝，山田道男，深見史郎：泥炭地盤に生じる二次圧密速度の推定，土と基礎，Vol.25, No.12, pp.33-38, 1977.
- 13) 白子博明，杉山太宏，赤石勝，外崎明：一次元圧密中の二次圧密挙動，土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM) Vol.59th, No.Disk 1, 2004.