

鳥取大学工学部 正員 ○ 清水正喜  
鳥取大学大学院 学員 有本弘孝

はじめに 黒ぼくに過酸化水素水処理を施し腐植を除去したものを(処理土; Treated)と無処理(黒ぼく; Non-Treated)のものについて、一次元圧密試験を行い、圧密試験結果に対する Terzaghi 理論の適用性を検討するとともに、圧密係数や二次圧密速度ならびに長期クリープ特性に対する腐植含有効果について調べた。表1に用いた試料の物理的性質を示す。

黒ぼくに対する圧密理論の適用性 図1に、一例として初期厚 $H_0=9$  cmの場合の沈下量～時間曲線を示す。 $H_0=2$  cmの場合には見られなかった所謂一次圧密と二次圧密の境界が見られ、図に示すような、理論曲線とのフィッティングが可能である。図2は、 $H_0=6$  cm, 9 cmの場合について、曲線定規法から決定した100%圧密時間 $t_{100}$ (実際は99.95%で代用)を圧密圧力 $p$ の対数に対してプロットしたものである。図中○印は、圧密時間が初期厚の2乗に比例するという関係:  $t_{100}(H_0=6)=(6/9)^2 \times t_{100}(H_0=9) \dots (1)$ より求めた $H_0=6$  cmに対する $t_{100}$ であり、曲線定規より求めた値(●印)とよく一致している。これから、 $H_0=2$  cmの場合の $t_{100}$ を  $t_{100}(H_0=2)=(2/9)^2 \times t_{100}(H_0=9) \dots (2)$ より求め、図にプロットした(■印)。図2の $t_{100}$ を用いて $H_0=2$  cmの圧密試験データに曲線定規をあてはめると図3が得られ、実験値とめあてに結びつけることがわかる。図3は $H_0=2$  cmの場合には、 $p > 39.2$  kPaにおいて一次圧密部分のデータが $\Delta t=6$ 秒以降にはあてはまらずに得られにくいことを示す。図4は、以上の方法により求めた圧密係数 $C_v$ と $p$ の関係と黒ぼくと処理土について比較したものである。図中、破線で示した $C_v$ の値は、 $d_{90}=15\%$ 、排水距離2 cmの条件に対応する値であり、この値より $C_v$ が大きい場合には、 $H_0=2$  cmの圧密試験結果に曲線定規法を適用すること

が事実上不可能であることを表わす。黒ぼくの場合、 $p=739.2$  kPaで $C_v$ がその限界値を越えているのに対して、処理土の場合

表1 試料の物理的性質

|                                          | Non-Treated | Treated |
|------------------------------------------|-------------|---------|
| Organic Matter Content (%)               | 15.5        | 1.25    |
| Specific Gravity $G_s$                   | 2.532       | 2.72    |
| Specific Gravity of Organic Matter $G_o$ | 1.79        | --      |
| Liquid Limit $w_L$ (%)                   | 65.2        | 48.5    |
| Plastic Limit $w_p$ (%)                  | 49.1        | 32.7    |
| Plasticity Index P.I.                    | 16.1        | 15.8    |

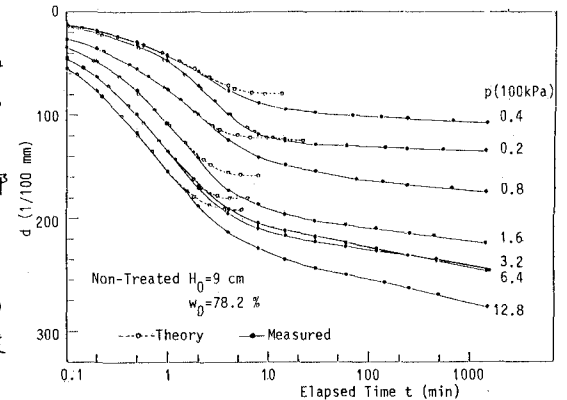


図1 沈下量～時間(対数)曲線; 実験値と理論値(黒ぼく)

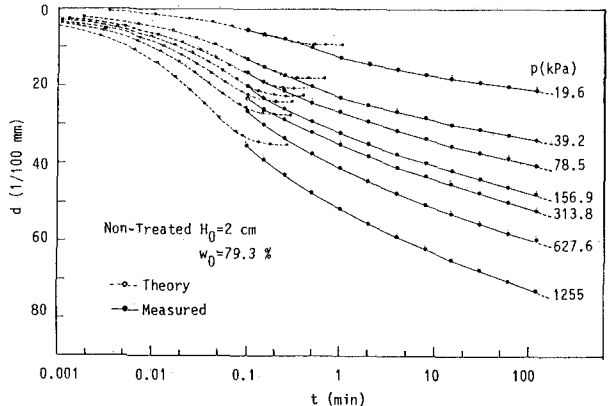


図3 (左) 沈下量～時間曲線 実験値と理論値(黒ぼく;  $H_0=2$  cm)

図2 (右)  $t_{100}$ の実測値と推定値(黒ぼく)

合にはその限界値以下にある。尚、本法を  $\log U \sim \log T_v$  法の場合には限界  $C_v$  値はさらに小さくなることも指摘しておく。

**二次圧密速度** 図5は、1440分載荷試験における  $\Delta t = 60$  分での二次圧密速度 ( $C_{\alpha} = d\epsilon/d \log \Delta t$ ) と  $p$  の関係を黒ぼく<sup>[1]</sup>と処理土で比較したものである。

黒ぼくの  $C_{\alpha}$  は処理のそとに比べて大きいことは既に指摘<sup>[1]</sup>してあるが、この図で興味深いのは、とくに黒ぼくにおいて圧厚が大きいほど  $C_{\alpha}$  が小さくなることである。土壌化学的所見によれば、腐植はその大部分が無機物質(鉱物粒子)と様々の形態で結合し、その中へ、黒ぼくには顕著な団粒構造が発達している。二次圧密現象は、一般にレオロジー的な変形とよんでいるが、排水を伴う現象である以上、局所的な水圧の勾配が土中に存在する等であり、黒ぼくのような団粒構造のものは局所的水圧勾配が団粒内部と外部にかけて生じていると考えられる。団粒自体のクリープの変形に伴う排水は、圧厚が大きいほど時間がかかるものと予想される。処理土については、団粒構造が黒ぼくほど発達していないために、 $C_{\alpha}$  が圧厚とともに小さくなるという傾向は示すものの、その程度は小さい。

**長期圧密特性** 図6に黒ぼくの、図7に処理土の長期圧密試験結果を示す。1440分載荷試験において、沈下～時間曲線が黒ぼくと処理土で大きく異なり、<sup>[1]</sup>黒ぼくは、長期圧密の場合にも、両者の曲線形状には明瞭な相違が見られる。すなわち、処理土の場合(図7)  $10^4 \Delta t < 10^5$  (分) においてかなり良好な直線関係が見られるのに対して、黒ぼく(

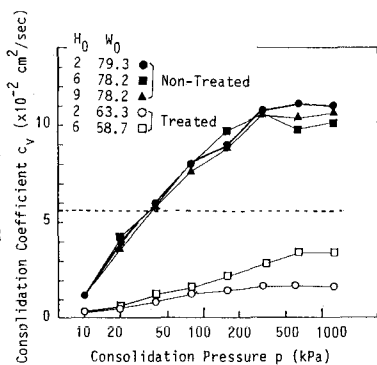


図4 圧密係数  $C_v$  ～ 圧密圧力  $p$  (対数)

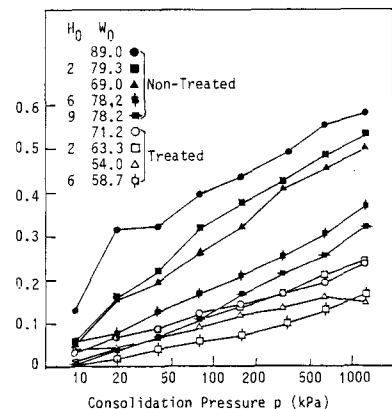


図5 二次圧密速度  $C_{\alpha}$  ～ 圧密圧力  $p$  (対数)

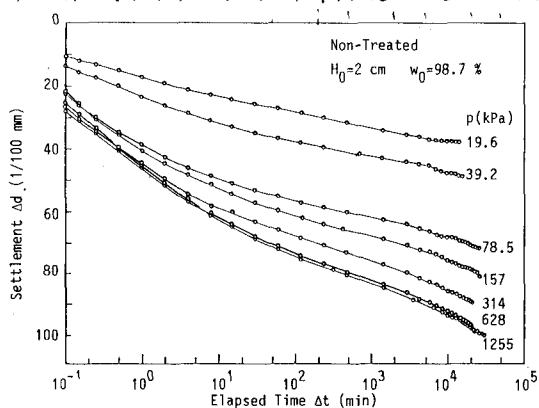


図6 黒ぼくの長期圧密試験結果

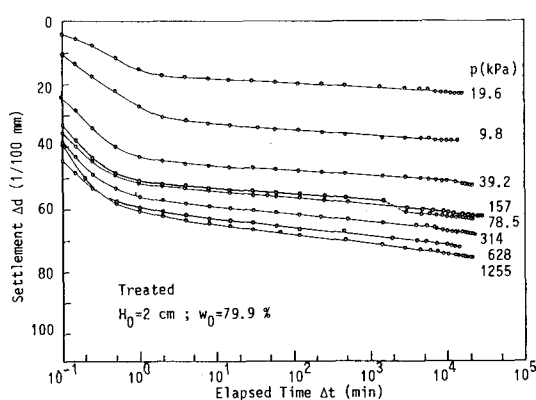


図7 処理土の長期圧密試験結果

図6)は、 $\Delta t > 10^3$  (分) においてむしろ下に凹む形状を示している。このことは、三軸排水クリープ試験によって求めた Mitchell のクリープ速度  $\log \dot{\epsilon} \sim \log \dot{\epsilon}$  ( $= -d \log \dot{\epsilon} / d \log \dot{\epsilon}$ ) が黒ぼく<sup>[3]</sup>で 0.6～0.7、処理土で 1.0 となり、前者が指数型クリープを、後者が対数型クリープを示すという結果と関連があると思われる。

おわりに、低有機質土の標準圧密試験結果に Terzaghi の圧密理論を適用することの困難さが指摘されて久しいが、それを定量的に示すことができた。二次圧密速度と圧厚の関連性に対する考察は、直観の域を出ていないと思われ、黒ぼくに強く存在する団粒構造と無縁ではなからうと思われる。

**参考文献** [1] 清水 有年・藤野 (1983) 土壌工学研究報告 [2] Ezzamel M.H. コワ (1963) 土壌有機物 [3] J.K. Mitchell (1976) "Fundamentals of Soil Behavior" [4] 清水 藤野 (1983) 土壌学会中国四国支部大会年次集