

東京都立大学工学部

学会員

山田好一

東京都立大学工学部

正会員

川口士郎

東京都立大学工学部

正会員

小林慶夫

1. まえがき

浄水場へ送られきた原水を沈殿池と3過池により清浄な水にするととき多量の排泥が生じる。排泥は濃縮、脱水され、固形状の泥土(ケーキと呼ぶ)と1埋立処分される。

今後とも原水の水質悪化や水使用の増大に伴い、発生汚泥量が増加し、含有機物量も増加していく傾向の中で汚泥自身の物性の報告はあまりない。本研究は上水汚泥の性質を知る上での基礎的研究であり、若干の知見を得たのでここに以下報告をする。

実験に用いた汚泥は横浜市内のA,B,C処理場から採取したもので特徴は表-1に示す。

表-1

処理場	A	B	C
土色	浅黄 light yellow	暗灰黄 dark grayish yellow	黄灰 yellowish gray
含水比 (%)	131	213	422
凝集剤	消石灰 (高分子凝集剤は使用していない)	高分子凝集剤	高分子凝集剤

2. 強熱減量と比重との関係 (1, 2, 3)

土粒子の比重は構成成分により影響され、一般に次式により与えられる。

$$\frac{1}{G_s} = \frac{1 - \frac{O_m}{100}}{G_m} + \frac{\frac{O_m}{100}}{G_o}$$

Gs: 土粒子比重

Gm: 鉱物の比重(2.80)

Go: 有機物の比重(1.60)

Om: 有機物量

A,B,C処理場の汚泥について測定した有機物量、そして他の有機質土の有機物量と比重の関係を図-1に示す。上水汚泥も上式の曲線上にのることが確認された。

なみ、有機物量を重クロム酸法により測定するとA(16.1%→2.6%), B(18.2%→10.3%) C(13.0%→4.6%)となり、強熱減量試験での値より低い値が得られた。

3. コンシステンシー (4, 5)

上水汚泥の塑性図上の位置を図-2に示す。図に示すように試料を自然乾燥するか、そのまま用いるかでその結果は大きく異なる。

統一分類法によれば、生試料の液性限界と110℃±5℃の乾燥炉に24時間おいた試料の液性限界とは比較し、炉乾燥後の液性限界が生試料の値の0.75以下ならば、有機質シルトまたは粘土②と分類される。上水汚泥の場合、自然乾燥の状態ですべて0.24, 0.41と0.75以下となり、②と分類される。

4. 粒度

C処理場の自然乾燥汚泥と生活泥について粒度試験を行った。結果を図-3に示す。

自然乾燥汚泥の場合、三角座標による土の分類によると、砂質ロームに分類されるが、生活泥の場合は粘土に分類される。これから、試料を乾燥すると、土粒子が固まり、粗い粒子であるかのような性質を示すようである。

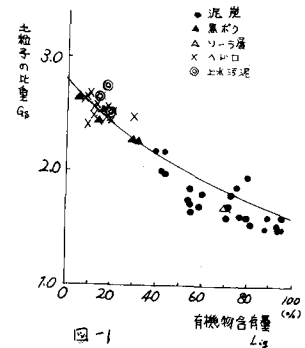


図-1

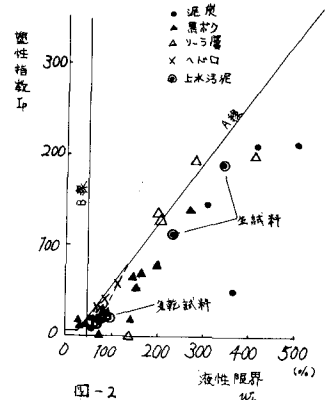


図-2

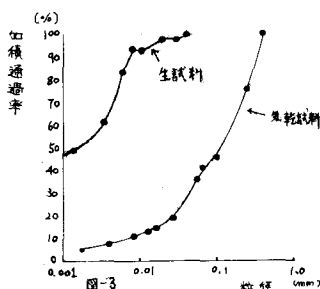


図-3

5. 圧密特性 (6), (7), (8), (9)

C処理場の汚泥を表-2に示す実験方法により、7圧密試験を行った。圧縮量の整理はベグ公称ヒズミで行った。それぞれの方法での ε と $\log t$ との関係は図4に示すとおりである。7-7-7の整理は載荷直後の初期圧縮量が大きく圧法曲線規定法がうまく適用できないため、 $\log t$ 法を用いた。載時間後から ε と $\log t$ は、直線関係にあり、長期でもベグと同じ割合で ε が増加する。1がもどる方法で実験を行、7も二次圧密係数は等しかった。表-3に他の有機質土の二次圧密係数との比較を示す。

	①	②	③	④
載荷方式	段階式 載荷	段階式 載荷	段階式 載荷	瞬時 載荷
載荷日数	1日	8日	16日	1日
層厚(cm)	2.00	2.00	21.11	2.00

表-2

圧密荷重 (0.5 kg/cm ²)	上水汚泥	泥炭	ハロロ	黒子ク	マ-ラ層
2次圧密 係数	2.2×10^{-2}	3.7×10^{-2}	1.3×10^{-2}	3.6×10^{-3}	3.5×10^{-2}

表-3

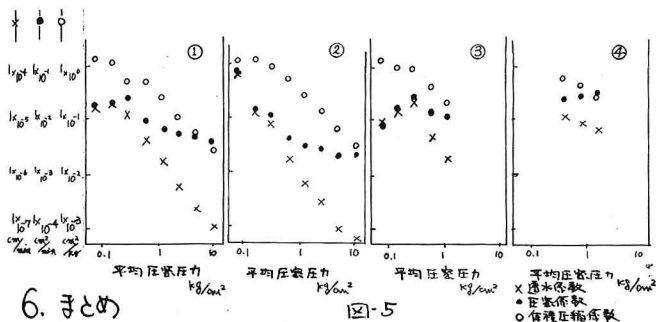
また、標準と大型の供試体では、圧密の進行は相似であると、層厚2乗則を仮定して $\varepsilon - \log t$ と描くと図4の曲線③になり、曲線①と重なる。これより、上水汚泥の場合、圧密領域にあっては、層厚2乗則が成り立つと考えられる。

各荷重段階で試験を打ち切る時間を長くとも、短くとも、 $e - \log p$ 曲線はほぼ人と等しく、圧縮指数は3.13となった。有機質土について土質試験法では次式を与えている。

$$C_c = 0.009 \sim 0.013 (w_L - 10)$$

液性限界と17生試料の液性限界 $w_L = 33.7\%$ を用いると C_c は2.04~4.25となり、有機質土に相当している。

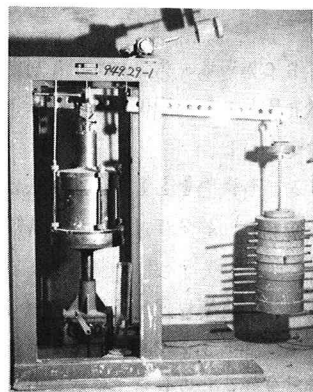
それぞれの方法による C_v, M_v, k 値を図5に示す。 M_v については、どの方法をとっても値は変化しなかった。 C_v, k については、層厚を変えても(③方法)、①、②の方法の値と変わらないが、瞬時載荷(④の方法)において、大きな値が得られた。



6. まとめ

上水汚泥について、前圧の土質試験を行な、た結果、コンシステンシー、粒度への試料の乾燥状態の影響が大きいこと、圧密試験においては、圧縮指数が大きく、二次圧密量も大きい。圧密領域においては、層厚の2乗則が成り立つことがわかった。上水汚泥の脱水という観点からすると、大きな荷重を瞬時にかけるとよいことがわかった。今後は原水について同様の試験と実行するとともに、汚泥の化学分析と実行し、高分子凝集剤や他の有機物が汚泥に与える影響と観察するつもりである。未単ながら、御指導御忠告を下さった、湯浅敏史助教授に心から深く感謝致します。

- [参考文献] 1) 喜田, 江, 久保, 炭田, ハロロの有機物に内圧各種試験法(図4)の適用, 巻内, 数本抄集, 九州の有機質土について(2), 近畿, 圧密試験法と結果の整理, 第24回土質学会シンポジウム, 1979, P111
土と基礎 Vol.21, No.2, 1973, P37~P38 有機質土の試験法とシンポジウム論文論文集, 1979, P85~P88
2) 小川, 花, 久保田, 有機質土と泥炭(主として黒子ク)の性質について 5) 提, 乾燥条件に見る有機質土の圧密性 8) 三笠, 乾燥粘土の圧密, 鹿島出版会, 1979, P145, M.9, 1979, P641~P642 9) H. Aboshi (1973) An Experimental Investigation on the Similarity in the Consolidation of a Soft Clay, Including Secondary Creep Settlement Proc. 8th. ICSMFE (Moscow) Final vol
土と基礎 Vol.21, No.2, 1973, P48
3) 渡辺, 有機質軟弱地盤上の過剰圧土の施工 4) 坪川, 泥炭の圧密試験法と圧密特性についての一考察, 有機質土の試験法とシンポジウム論文論文集, 1979, P59~P62



大型圧密試験機