

現在、下水汚泥やし尿消化汚泥などのろ過試験のデータ解析は、もっぱら Carman 及び Ruth によって確立された平均ケーキ比抵抗 (average specific cake resistance) の概念にもとづいてなされているが、こゝではそれを汚泥ろ過機構の解析に応用された Terzaghi の圧密理論と比較対照して考察してみよう。

乾ケーキ質量を基準とした平均ケーキ比抵抗は、次式によって表わされる。

$$r_1 = \frac{2bP_{g_0}A^2}{\mu c} \dots\dots\dots (1) \quad \text{または} \quad r_1 = \frac{r_0 S_0^2 (1-X)}{\beta_s X^3} \dots\dots\dots (2)$$

こゝに、 $r_1$  = 平均ケーキ比抵抗 [ $\text{cm./gm.}$ ]、 $b = (\theta/V - V)$  フロットの傾き、 $P$  = ろ過圧力 [ $\text{g. force/cm.}^2$ ]、 $g_0$  = 重力系から質量系への換算係数 [ $980 (\text{gm.})(\text{cm.})/(\text{g. fore})(\text{sec.}^2)$ ]、 $\mu$  = ろ液粘性 [ $\text{gm./}(\text{cm.})(\text{sec.})$ ]、 $c$  = 単位ろ液量当りの乾ケーキ堆積量 [ $\text{gm./cm.}^3$ ]、 $r_0$  = Kozeny の定数 [—,  $5.0 \pm 10\%$ ]、 $X$  = ケーキ空隙率 [—]、 $S_0$  = ケーキ粒子の比表面積 [ $\text{cm.}^2/\text{粒子容積}(\text{cm.}^3)$ ]、 $\beta_s$  = ケーキ粒子密度 [ $\text{gm./cm.}^3$ ]。

平均ケーキ比抵抗は、ケーキ内部の圧力分布は生成ケーキ量によらず一定であり、従って (2) 式における  $X$  が一定値まゝという仮定にもとづいており、これを図示すれば、図-1 のようになる。

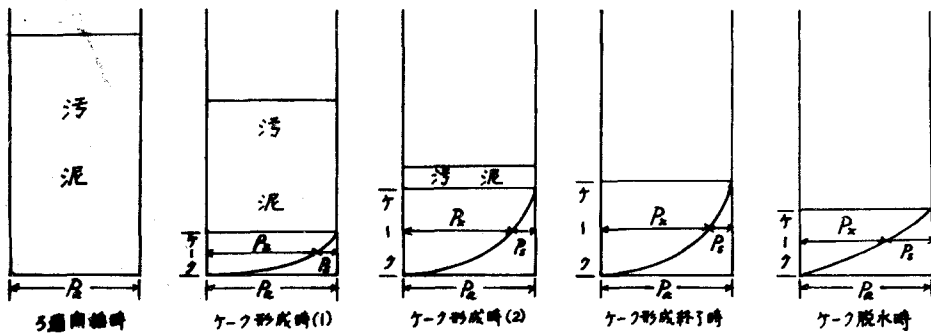


図-1. 平均比抵抗の概念の基本となるケーキ内圧力分布

これに対し、圧密理論によると、汚泥層内の hydraulic pressure,  $P_x$  [ $\text{g. force/cm.}^2$ ] は、ろ過時間、 $\theta$  [ $\text{sec.}$ ]、または無次元時間因子、 $T$ 、及び汚泥層内の底面よりの高さ、 $z$  [ $\text{cm.}$ ] の関数として、

$$P_x = \frac{4R_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin\left(\frac{(2n-1)}{2l_1}\pi z\right) e^{-\frac{(2n-1)^2}{l_1^2}\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 C_f \theta} = \frac{4R_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin\left(\frac{(2n-1)}{2l_1}\pi z\right) e^{-\frac{(2n-1)^2}{l_1^2}\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 T} \dots\dots\dots (3)$$

と表わされる。ただし、 $T = C_f \theta / l_1^2$  であって、こゝに  $P_0$  = applied pressure [ $\text{g. force/cm.}^2$ ]、 $l_1$  = 汚泥層の初期厚 [ $\text{cm.}$ ]、 $C_f$  = 圧密係数 [ $\text{cm.}^2/\text{sec.}$ ] である。また、圧密百分率、 $F$  [%] は、

$$F = \left(\frac{P_0}{P_x}\right) \times 100 = \left(\frac{P_0 - P_x}{P_0}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{P_x}{P_0}\right) \times 100 = \left(1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} e^{-\frac{(2n-1)^2}{l_1^2}\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 T}\right) \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

によって、無次元時間因子、 $T$ 、に關係づけられる。 $F$  と  $T$  の數値關係を示すと、表-1 のようになる。

(3) 式によると汚泥層内部の圧力分布は、図-2に示されるごとくなる。図-1及び図-2から、平均比抵抗の概念は、等しい抵抗をもつケーキ層が増大して行くことにより、また圧密理論では、一定厚と仮定された汚泥層内での圧縮圧力の増大から、ケーキまたは汚泥層全体としての抵抗の増大を説明しようとしていることがわかる。前者はフィルタープレスの、後者は回転式真空ろ過機のろ過機構の解析に適していることは、ケーキまたは汚泥層最上面での $P_0$ の値を比較することによって知られる。

次に圧密理論の一応用例として、*Buchner funnel test*により、(1)式を用いて比抵抗を求める場合に、最も問題となる量である $C$ の値の求め方について述べる。

表-1から、図-3の $T/F$ の値を $F$ に対応させてプロットすると、図-3のごとくになって、 $F$ が60%より大きくなると直線性が失われる。この $T/F$ - $F$ プロットは、一般の $\theta/V$ - $V$ プロットと同値のものであり、通常経験する $\theta/V$ - $V$ プロットのろ過後半における上昇と非常によい一致を示している。 $C$ の求め方については、*Ruth, Coackley & Jones*, 及び徳平と島田らによって種々の公式が提案されているが、いずれも結局は、 $C = (\text{堆積した乾ケーキの全質量}) / (\text{ろ過された全ろ液量})$ なる形に帰着する。よかるに実際の*Buchner funnel test*のデータによる $\theta/V$ - $V$ データは、図-3に示されたと同様の形状を示してプロットされるのが常であるから、当然比抵抗はケーキの最終含水率またはろ過測定終了時によって左右されてしまう。そこで、演者は圧密理論による裏づけにもとづいて、次のような $C$ の値の求め方を提案する。

$$C = (\text{堆積した乾ケーキ固形質の全量}) / V_1$$

ここに $V_1$ は、図-4に示されているように、 $\theta/V$ - $V$ プロットが直線である向にろ過されたろ液量である。実験結果は講演時に示す。

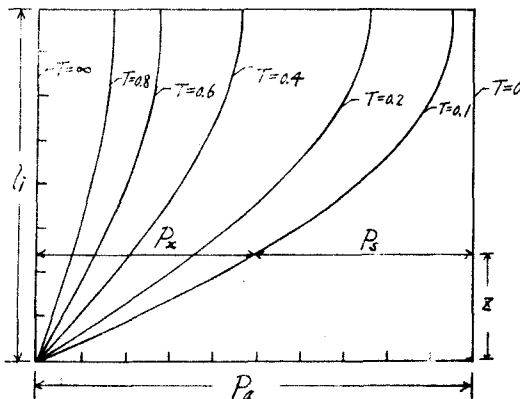


図-2. 汚泥層内圧力分布

表-1.  $T$ と $F$ の関係

| $T$<br>(無次元) | $F$<br>(%) |
|--------------|------------|
| 0.00         | 0.00       |
| 0.005        | 8.11       |
| 0.01         | 11.4       |
| 0.02         | 15.9       |
| 0.03         | 19.5       |
| 0.05         | 25.3       |
| 0.07         | 27.9       |
| 0.10         | 35.7       |
| 0.15         | 43.7       |
| 0.20         | 50.4       |
| 0.25         | 56.2       |
| 0.30         | 61.3       |
| 0.35         | 65.8       |
| 0.40         | 69.8       |
| 0.45         | 73.3       |
| 0.50         | 76.4       |
| 0.60         | 81.6       |
| 0.70         | 85.6       |
| 0.80         | 88.7       |
| 0.90         | 91.2       |
| 1.00         | 93.1       |

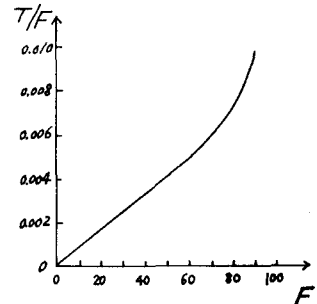


図-3.  $T/F$ - $F$ プロット

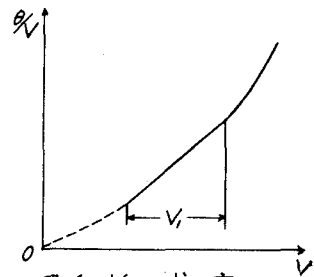


図-4.  $V_1$ の求め方

参考文献 *Carman*; *Trans. Inst. Chem. Eng.*, **16**, 168, (1938), *Ruth* 他; *I.E.C.*, **25**, 76, 153 (1933), *Coackley & Jones*; *S.I.W.*, **28**, 963 (1954), 徳平・島田; *水処理技術*, **2**, 29, 46 (1961), *Haltz*; *S.I.W.*, **28**, 962 (1952), 川島; *水処理技術*, **1**, 33, 46 (1960).