

産業廃水．下水処理装置の設計について

長 元 龜 久 男
酒 井 信 之

On the Plant Design for the Industrial Waste and Sewage Disposal.

Kikuo NAGAMOTO
Nobuyuki SAKAI

The graphical computation on the designing of the plant for the industrial waste and sewage disposal with the thickner, the oliver filter and the rotary dryer, is described in this paper.

最近工場における廃水廃液，都市の下水し尿処理問題が大きく叫ばれ，一方河川の水質保全に関する諸対策が講ぜられつつあることは衛生の見地より誠に喜ばしきことである。これらの処理方法は処理物質の性状に即応して適当な処理方法を採用すべきであるがこれを分類すると，物理的方法，化学的方法，並びに生物的方法に大別される。何れの方法によるもこれらの処理設備プラントの適切なる設計計画が望ましいものである。筆者等は図らずもこれらの処理についての計画面に参与する機会を得たのでこれらの問題につき若干調査研究することができた。茲では一つの化学処理方式として薬剤添加，沈降分離，濾過，乾燥，消毒，中和，放流という一つのプラントの設計について図式的に考察したところを述べることにしたい。各個々の操作については実験資料を得た上で考察することにし次の機会に報告することにした。

まづプラント全体として単位時間における取扱い量が一定となるよう各操作における装置単位を計画し円滑なる連続作業をなすよう計画しなければならない。以下この方針にそい各操作の単位の計画につき述べることにしたい。最初に沈降分離におけるシックナーの⁽¹⁾計画について考えることにする。まづ薬剤添加の反応液について一応沈降試験を行ってみる必要がある。いま静止沈降試験の結果が図-1 のようであったとする。

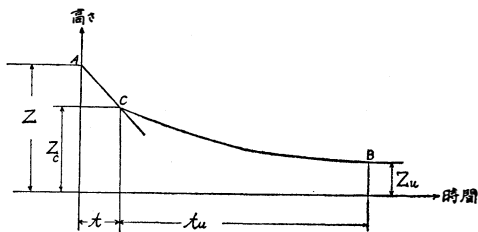


図-1

この場合の沈降速度 V_s m/hrはつぎのように求め得られる⁽²⁾。

$$V_s = \frac{Z - Z_u}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Z は境界面の高さ (cm) で， t は時間 (min) をあらわすが，あとの取扱いの都合上 m/hr の単位に換算する。

D_f を給泥の稀釈度 (t/liq/t-solid)， D_u を排泥の稀釈度 (〃) とし処理固体量を S t/hr とし清澄液の平均上昇速度 R_m (m/hr) は定速区間内にては沈降速度に等しいと仮定し，清澄液の密度を ρ とすれば沈降面積 A (m²/Solid) はつぎのように求められる⁽²⁾。

Δp は濾過圧力差 (kg/m²) , g_c は重力単位換算係数 (kgm/kgsec²) , m は湿潤ケーキ対乾燥ケーキの質量比, w はスラリの濃度 (kg/kg) , ρ をスラリー密度 (kg/m³) , μ を濾液粘度 (kg/msec) , α をケーキの比抵抗 (m/kg) , R_m を濾材の抵抗係数とする。

いま図-4のように直角座標軸 Oxy をとり Oy 軸上にて負の方向に V_0 をあらわす尺度で OA の長さにとる。 A から同じ尺度で Oy 軸上に $V_0\sqrt{1 + (k/NV_0\psi)}$ をあらわす長さ AB をとる。

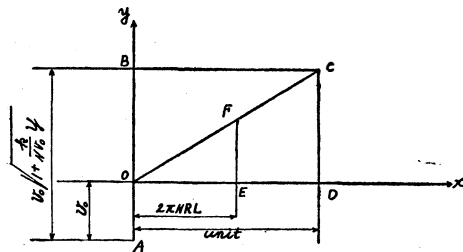


図-4

Ox 軸上に $2\pi NRL$ なる量をあらわす尺度で単位量をあらわす長さ OD をとる。 D から Ox 軸垂線をたて、 B から Ox に平行に引いた線との交りを C とする。 OC を結ぶこの場合 CD は $2\pi NRL$ の単位量のときにおける濾液洗滌液量をあらわすものである。 この濾液洗滌液量をあらわす尺度で例えば Ox 軸上の E 点において Oy に平行線を引き OC との交りを F とし EF の長さにとり、これが濾液洗滌液量 U に等しくなるように E をとれば OE は $2\pi NRL$ を与えることになる。この線図よりフィルター の N, R, L の関係を求めることができる。この設計方式の詳細についてはつぎの機会に報告したい。

ケーキの乾燥問題については回転乾燥機を使用するものとすれば、 空気入口の温度 $t_1^\circ C$ 出口の温度 $t_2^\circ C$, 空気の湿球温度を $t_w^\circ C$ とし移動単位数を Nt とすればつぎのような関係がある。

$$Nt = \log \left(\frac{t_1 - t_w}{t_2 - t_w} \right) \dots\dots\dots(7)$$

ケーキの伝熱量 q_p は比熱を C (kcal/kg^oC) とし取扱量を s^t/hr とし材料入口の温度を $t_0^\circ C$ とすれば伝熱量はつぎのように求められる。

$$q_p = CS (t_w - t_0) \dots\dots\dots (i)$$

水分蒸発に要する熱量 q_v は蒸発水分量を W_0 (kg/kg) とし蒸発潜熱を 570kcal/hr とすれば蒸発熱量はつぎのように求められる。

$$q_v = W_0 [(t_w - t_0) + 570 + 0.45 (t_2 - t_w)] \dots\dots\dots (ii)$$

故に全伝熱量 q_t はつぎのように求められる。

$$q_t = CS (t_w - t_0) + W_0 [(t_w - t_0) + 570 + 0.45 (t_2 - t_w)] \dots\dots(8)$$

この場合所要空気量 K (kg/hr) はつぎのように求められる。但し f は余剰係数で普通 1.1 位にとっている。

$$K = \frac{q_t}{0.24 (t_1 - t_2)} \times f \dots\dots\dots(9)$$

空気の質量速度を G (kg/m²hr) とすれば乾燥器内径 D (m) はつぎのように求めることができる。

$$D = \sqrt{\frac{K}{\frac{\pi}{4} \times G}} \dots\dots\dots(10)$$

直熱式単一回転乾燥機の (LTU) は C_H を加熱ガスの比熱 (kcal/kg (drygas) ^oC) とし近似的につぎの式で与えられている。

$$L_t = 0.026 C_H G^{0.84} D \dots\dots\dots(11)$$

回転乾燥機の長さ L (m) はつぎのように求められる。

$$L = L_t Nt \dots\dots\dots(12)$$

円筒内における材料の通過時間 θ (min) は X を円筒の傾斜 (m/m) , F を材料の供給速度 [kg (乾燥材料) / m²hr] , 材料粒子の平均径 (m) β , を (14) できまる係数, D_p を材料粒子の平均径 (m) ,

とすればつぎのように求められる。

$$\theta = \frac{0.23L}{XN^{0.9}D} + 2 \frac{\beta LG}{F} \dots\dots\dots(13)$$

$$\beta = 5 \times 10^{-3} (Dp)^{-0.5} \dots\dots\dots(14)$$

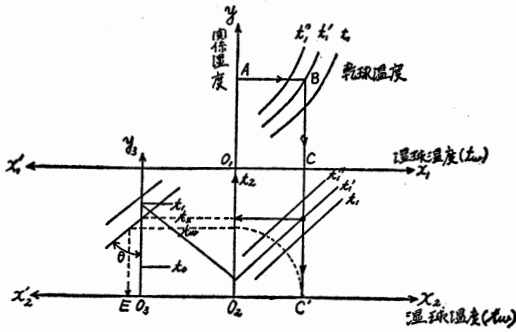


図-5

いま図-5のように互に平行な直線 $x_1'Ox_1, x_2'Ox_2$ とこれに直交する $O_2O_1y_1$ なる直線を引く。 $y_1O_1x_1$ なる直交座標軸にて Oy_1 軸に湿度をとり、 Ox_1 軸に湿球温度 t_w をとり空気入口の温度 t_1 をパラメータとして図のような線図を画くことができる。つぎに移動単位数を2とすれば、空気出口の温度 t_2 はつぎの式で求められる。

$$t_2 = \frac{e^2 - 1}{e^2} t_w + \frac{t_1}{e^2} \dots\dots\dots(15)$$

そこで O_2O_1 軸に O_1x_1 軸の温度尺度と同じ尺度で O_2x_2 軸に O_1C をその儘移動して t_w をとり t_1 をパラメータにとつて(15)式の関係を書けば $O_1O_2x_2$ 座標に示されるような線図が得られる。この線図から例えば空気入口の温度 t_1' の場合における出口温度 t_2 が求められる。 O_2x_2' 線上任意点 O_3 をとり O_2x_2' に垂直に O_3y_3 をとる。 O_3y_3 軸上に O_2O_1 軸の温度尺度と同じ尺度で温度をとる。この軸上に t_2, t_w をとるのであるがこれは $O_1O_2x_2$ 軸より移す。 $O_1O_2x_2$ 線図の t_1'/e^2 に対応する t_1' を O_3y_3 軸上にとる。また材料入口の温度 t_0 もこの O_3y_3 軸上にとる。 $x_2'O_3y_3$ 座標において $\tan\theta = 0.45$ なる平行線を引いておく。 t_2 を通るこの直線と t_w を通り O_2x_2' に平行に引いた直線との交りを D とし D から O_3x_2' に垂線に DE を下せば O_3E は作図により $0.45 \times (t_2 - t_w)$ を与えることになる。

図-6は S を単位量として $(t_w - t_0)$ を x 軸に、伝熱量 q_p を y 軸にとり C をパラメータとして q_p と $(t_w - t_0)$ との関係を示したものである。図-5から得られた $(t_w - t_0)$ と例えば比熱 C' とから単位量を取扱う場合の伝熱量は図-6から求め得られる。これに S をかければ q_p が求め得られる。

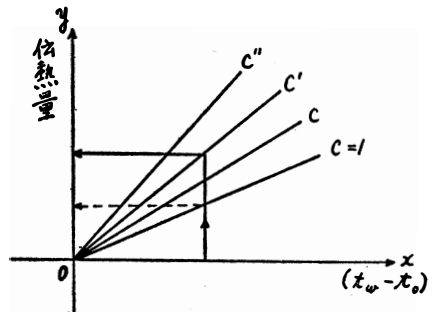


図-6

第7図は単位水分量に対し $q_y = 570 + 0.45(t_2 - t_w)$ なる関係をあらわすのに、 x 軸に $0.45(t_2 - t_0)$ をとり y 軸に q_y をとつて示した線図である。水分を $(t_w - t_0)$ とする熱量は図-6にて $C = 1$ の場合で伝熱

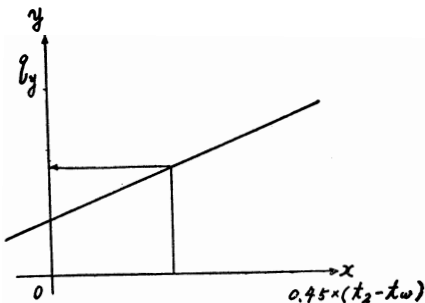


図-7

量は直ちに求められる。これらを加え合せたものに蒸発水分量 W_0 をかければ q_v が求められる。然らば $q_t = q_v + q_p$ として求められる。

図-8にて Oxy 座標は $0.24(t_1 - t_2)$ をパラメータとして y 軸に q_t を x 軸に空気量 K をとりこれらの関係を書いた線図である。 Oy 軸上に $OA = q_t$ ととりこれから x 軸に平行に引き例えば $0.24(t_1 - t_2)'$ の線と交つた点 B から垂線を下し x 軸との交りを C とすれば $OC = K$ として空気量が求まる。 Oxy' 座標で

