

早稲田大学理工学部 正員 遠藤郁夫

〃 〃 学生員 〇茂木浩一

1. 緒言

薬品混和は、凝集沈殿の前処理として極めて重要で、浄水効率に大きく影響する。水道施設基準解説によると、混和池の混和方法、混和時間および混和時の流速等について、凝集剤と原水とは急速に混和させる方法によらなければならないと規定しており、一般には数種の方法が採用されている。いずれにしても、混和池は凝集剤を原水中に均一に攪拌混和するもので、フロック形成池で均質なフロックの形成を得るためには、混和の均等性が極めて重要である。混和方式の選定に当っては、導水方式、混和池として利用し得る土地面積および落差、混和池形状、効率、施設費、経常費、維持管理の難易など合理的浄水施設の設計に関連して種々考慮することが所要である。

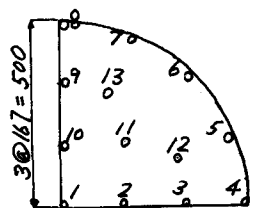
本実験は原水自身の持つエネルギーによって攪拌混和する場合（導水管中の乱流拡散および噴流による攪拌混合）と、ジェット水流により攪拌混和する場合について、CampのG値およびGT値ととも、とずき理論的考察を加えると共に、トレーサーとして食塩および蛍光染料ウラニンをを用いて基本的諸問題を実験的に解析しようとするものである。

2. 実験方法および実験条件

混和水槽は透明塩化ビニル製で、図1に示した様に半径50cm、有効混和水深136cmの1/4円筒形である。阻流板は仕意の位置に取り付けられる様になっている。原水は混和水槽の下部の原水流入管より流入する。又上部には越流部を設け、排水管から計量用水槽に流入する。原水流入管と混和水槽との接続部にはバルブを設け、原水流入量の調節を行なった。混和水槽の限界レイノルズ数が525の場合の流速は0.48 cm/sである。すなわち臨界状態の流量は56.4 l/minとなる。本実験の議論の対称となる領域は乱流領域であるから、ポンプの揚量と実験装置の構造上の制約を勘案して100 l/min, 300 l/min, および600 l/minとした。各流量における攪拌混合の程度を議論するため、蛍光染料ウラニン或は食塩などをトレーサーとして用い、攪拌混合の程度、阻流板の効果、滞留時間など諸特性を求め、G値及びGT値から実際に生ずる攪拌混合の状態を検討した。

3. 実験結果と考察

飽和食塩水にウラニンを溶解した溶液約50ccを通水中の混和水槽に注入し、写真を撮ると同時に各点における塩素イオン濃度を測定した。塩素イオン濃度は図1に示してあるように、混和水槽の最上面の13点より採取した試料について測定した。攪拌混



槽上面図及び採水点

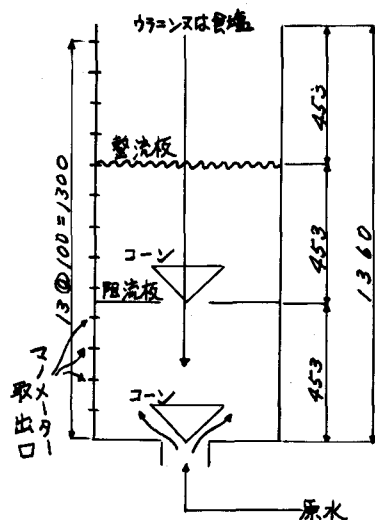


図 1

合の良否は13測点から等濃度曲線を求めて吟味した。阻流板及びコーンの位置を種々変えて混合及び滞留時間にいかなる影響を与えるかを検討した結果、等濃度曲線による最も均一性にすぐれた条件は流量が100, 300 および 600 g/min の各流量とも図1に示す場合で、図2のような濃度分布であった。

噴流により攪拌混和する場合G値およびGT値は次の様に考える事が出来る。すなわち図3において直径 d_1 なる導水管から流入する原水に原水流入方向と逆方向から直径 d_2 なるガラス管より噴射して直径Dの混和水槽で攪拌混和する場合を考え、その剪断力によりなされる仕事量を二次元的に考えて計算すると、

剪断力 $\tau = \rho_2 \nu_2$, 仕事の距離 $l = D/2$, 仕事量 $W_2 = \rho_2 \nu_2 D/2$, となる。この仕事を受ける流体の体積は、 $V = Q\tau = QD/\nu_2$, ここでQは原水流入量, τ はガラス管よりの噴流の剪断力による仕事を受ける時間で、 $\tau = D/2/\nu_2/2$ となる。これより単位体積当り単位

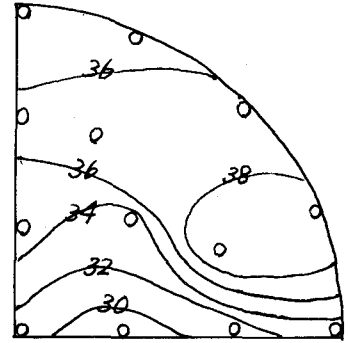


図-2

時間内に剪断力によってなされる仕事は $W_2 = \rho_2 \nu_2^3 / 2QD$ -----(1) であらわされる。又導管からの噴流による仕事量 W_1 は混和水槽の損失水頭を h_{L1} とすると、 $W_1 = \rho g Q h_{L1} / V$ -----(2) となり h_{L1} は次の(I)および(II)の様に考える事が出来る。(I)導水管から混和水槽への急拡大による損失水頭 $h_{L1} = f_w \nu_1^2 / 2g = \alpha [1 - \frac{A_1}{A_2}] \nu_1^2 / 2g$ (II) 混和水槽の側壁の摩擦損失 $h_{L2} = f' l \nu^2 / 2gR$, 但し $f' = 2g n^2 / R^{1/3} = 0.0050$ ($n = 0.011$), 及び ν は混和水槽内上昇流速となるから実験用混和水槽の側壁による摩擦損失水頭は無視することが出来る。結局(2)式は(3)式の様になるからG値は(4)式であらわされる。 $W = \rho g Q h_{L1} / V$ -----(3), $G = \sqrt{\Sigma W / \mu}$

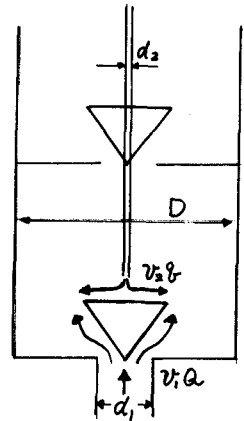


図-3

$= \sqrt{g Q h_{L1} / \nu V + \rho_2 \nu_2^3 / 2QD V}$ -----(4), 各流量について(4)式を用いてG値及びGT値を求めた。Q=100 g/min ではGT値は59/22である。これはCampによる好ましい攪拌条件23,000~2,000の範囲内でもある。又図2に見られるように均一性が認められ、十分な攪拌混和が得られたと見るべきであろう。Q=100 g/min の場合のGTは、9477である。この値はCampの提唱する範囲外であるが、やはり均一性が認められ、Q=100 g/min の場合と同様十分な攪拌混和の状態が得られたものと考えられる。図4は模型の倍率を1/10, レイノルズの相似則を適用した場合のGT値と流量との関係である。GT=10000とすれば流量は10000 $\text{m}^3/\text{日}$ となる。従って本実験の範囲内では10000 $\text{m}^3/\text{日}$ 以上の流量で十分な攪拌混和の状態が得られる。最後に、本実験は薬品無添加の場合の攪拌混合を中心に行なったものであり、フロックの形成を考慮した諸要素が加味されていない。現在引きつづき硫酸バン土を注入して実験的検討を加えている。

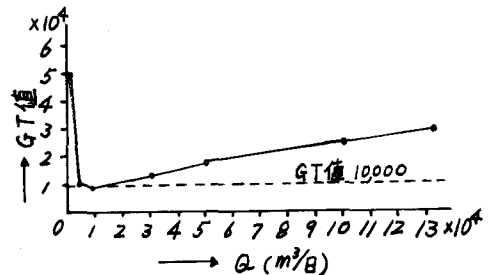


図-4