

$$C = \sqrt{g} (7.9 - 2.875 \log J),$$

23.7 - 8.625 log J < $\sqrt{gRJR}/\nu < 100$... 遷移領域

$$C = \frac{\sqrt{g}}{3} \frac{\sqrt{gRJR}}{\nu}$$

23.7 - 8.625 log J > \sqrt{gRJR}/ν 層流領域
 が興えられる。ここに U_m は平均流速, R は径深,
 J は勾配, ν は動粘性係数, g は重力加速度である。

(iv) 層流より乱れはじめて, 遷移領域に移るのは
 $\sqrt{gRJR}/\nu \approx 40$, $U_m R/\nu$ であらわすと大凡 500 程度
 遷移領域より完全乱流になるのは $\sqrt{gRJR}/\nu \approx 100$,
 $U_m R/\nu$ で 1500 程度である。

(v) 勾配の非常に緩かなる場合 (0.0021以下の勾
 配の場合は全領域にわたり常流) と水深の浅い場合の
 外は殆んど射流領域である。

(vi) 勾配の急な場合に $\sqrt{gRJR}/\nu \approx 60$ になると
 U_m/\sqrt{gRJR} が急激に減少し, 波列が顕著となる。この
 あたりは道路排水計画の際に注意を要する。

この薄層流の研究は雨や雪などによつておこる排水
 の問題, 土壌浸蝕, 海岸浸蝕の問題の基礎的研究であ
 つて, これは流動する液体薄層を取扱う他の部門にも
 応用されうるものである。

沈 澄 池 の 浄 化 効 率 に つ い て (要 旨)

准 員 合 田 健*

ON THE EXCLUDING EFFICIENCY OF SETTLING RESERVOIR (ABSTRACT)

(JSCE May 1956)

By Takeshi Goda, C.E. Assoc. Member

1. 概 説

沈澄池の沈澱効果については, J. Jslade や Thomas
 R. Camp 等の理論的研究があり, 又我國においては宮
 北敏夫氏の詳細な実測等がある。著者がかねて「乱れ
 の中に浮遊する物質分布の理論」について研究して來
 たが, この理論を矩形沈澄池内に浮遊する floc の沈
 澱に応用したわけであつて, 基礎式は Thomas, R.
 Camp の理論と同一のものであるが, 本文では次元的
 に解析しており, 又境界条件の点でより厳密且實際的
 な取扱ひであると思う。

沈澄池に入つて來る水は混和池でよく攪拌混和され
 それに含まれる泥砂などの夾雜物は硫酸礬土等により
 floc として完全な浮遊状態を保つて存在する。これを
 ある一定勾配, 一定長の水路で沈澱させるわけである
 が, その沈澱浄化の効率には原水の濁度, floc の大き
 さ及び沈降速度, 池の水深及び長さ, 流水の渦粘性な
 どの要素が影響するはずであつて, これらの関係を数
 理的に解明して, 難問とされている沈澄池の浄化効率
 向上の問題に資せんとするものである。

2. 理 論

本論文では矩形池内の 3 次元乱流を考え, 問題の解
 析にあたり次の如く假定している。

- 1) 砂泥即ち floc は一旦池底に到達すると再び浮
 上しない。
- 2) 池内の水の渦粘性はどこでも一樣とする。

3) 浮遊している floc の沈降速度は一定, 又は幾
 つかの段階に分けて夫々一定と見做す。

4) 取入口からの流入及び流出端での溢流は均一で
 ある。

さて一般に, 流水單位体積中の浮遊物の濃度 ϕ は微
 小な項を省略して次の微分方程式を満足する。

$$u_0 \frac{\partial \phi}{\partial x} = \eta \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} \right) + w_0 \frac{\partial \phi}{\partial z} \dots \dots \dots (1)$$

但し, u_0 は流水の平均流速, η は渦粘性, w_0 は floc
 又は粒の静水中における沈降速度で, いずれも一定と
 し, x, y, z は夫々流れの方向, 池の巾及び深さの方向
 を表わし, 原点は起点断面の水底中央にとる。

こゝで境界条件としては,

- 1) 池の中心 $y=0$ で, $\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$
- 2) " 側壁 $y=B$ で, $\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$
- 3) " 水面 $z=h$ で, $\eta \frac{\partial \phi}{\partial z} + w_0 \phi = 0$
- 4) " 水底 $z=0$ で, $\frac{\partial \phi}{\partial z} = 0$
- 5) " 入口 $x=0$ で, $\phi = \phi_0(y, z)$

を考へる, 4) はさきのべた假定の 1) と矛盾しない。

これらの条件によつて上の (1) 式の解を求めると当
 り直接には困難であるから,

$$\phi = \psi \exp \left(-\frac{w_0^2}{4\eta u_0} x - \frac{w_0}{2\eta} z \right) \dots \dots \dots (2)$$

なる変換を行い, まず ψ に関する解を求め, 然る後
 ϕ の解を求め。途中の誘導を全部省略すると解は,

* 京都大学講師, 工学部土木工学教室

$$\varphi = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{S_{m0}}{2} \exp \left[- \left\{ \left(\beta_m^2 + \frac{w_0^2}{4\eta^2} \right) \frac{\eta}{u_0} x + \frac{w_0}{2\eta} z \right\} \right] \gamma_m(z) + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} S_{m,n} \exp \left[- \left\{ \left(\alpha_n^2 + \beta_m^2 + \frac{w_0^2}{4\eta^2} \right) \frac{\eta}{u_0} x - \frac{w_0}{2\eta} z \right\} \right] \gamma_m(z) \cos \alpha_n y \dots \dots \dots (3)$$

但しここに、 $\alpha_n = \frac{n\pi}{B}$, $\tan \beta_m h = \frac{w_0 \beta_m / \eta}{\beta_m^2 - w_0^2 / 4\eta^2}$
 ($n, m = 1, 2, \dots \dots \dots$)

$$\gamma_m(z) = \cos \beta_m z + \frac{w_0}{2\beta_m \eta} \sin \beta_m z$$

$$S_{mn} = \frac{4\beta_m^2}{\left[\left(\beta_m^2 + \frac{w_0^2}{4\eta^2} \right) h + \frac{w_0}{\eta} \right] B} \int_0^h \int_0^B \varphi_0(y, z) e^{\frac{w_0}{2\eta} z} \cos \alpha_n(y) \gamma_m(z) dy dz$$

である。これから初期濁度と最終濁度の比、即ちこゝ

(40頁)より

を行つた。(学会誌第 35 巻第 1 号) 橋脚用のコンクリートであつたため当初骨材は 50mm 以下 60%, 50~100mm のもの 40% を含むものをそのまま輸送した処パイプ内で分離がみられ、ホッパのアヂテータを破損する等運轉は相当困難であつた。又、ミキサの容量不足(14 S1 台)と骨材運搬不円滑等のため運轉は断続せざるを得ない等のことが起つた。骨材を 50mm 以下に篩分けて行つた場合は比較的好調であつた。

2. 昭和 24 年 11 月 29 日~12 月 15 日迄第 2 回実地試験を東京都金町浄水場沈澄池増設工事に於いて、都水道局並に納富建設株式会社の協力によつて実施した。沈澄池の基礎及導水壁コンクリート打設について実施し、ウオセクリータ及び 21S ミキサを使用した。骨材の最大径は 23mm 平均 15mm であつた。この試験に於いては作業の工程と同調して、概ね毎日 1 時間乃至 2 時間で連続運轉を行つた。(最大連続運轉 5 時間) 試験終期に到つてパッキングの緩みとクロスヘッド部に浸入したモルタルによりクロスヘッドのメタル磨耗を生じ、ブランジャ周囲より空気の浸入を來たし不調を生じた。特に降雨の翌日含水量の多い骨材を使用した、軟か過ぎるコンクリートの場合に著しかつた。

7. 實地試験によつて得た教訓

(43頁)より

剪断、圧密迅速剪断抵抗を求めるには 1 面剪断各試験機とゆうことになつている。

試料の大キサは 1 面剪断では 5~15cm 角、厚サ 1~2.5cm、振り剪断では内径 8~16cm、外径 14~24cm、高サ 2cm、3 軸圧縮では径 5~7.5cm、高サ 10~15cm のものが多いようである。

試験の方法は次の種類に分けている。

- 迅速剪断試験 (quick shear test)
- 圧密迅速剪断試験 (consolidated quick shear test)
- 圧密低速剪断試験 (consolidated slow shear test)

これは同じ剪断強サと云つても、例えば工事中に盛

で云う効率 E や、総沈澱量或いは $x=l$ における残留濁度などを求め、 $\varphi_0 = \text{const}$ の場合を例にとつてこれらの三角級数の収斂性及び効率曲線などについて検討した結果、収斂性はかなり良好であり、又 φ_0 を一定とすることにより計算が相当簡易化されて充分実用に供しうることが分つた。

なお本結果によれば ln/u_0 及び w_0/η の値が効率等に及ぼす影響が最も重要であり、1 例として池の長さ l について云うならば、 l をある程度以上大にしても効率 E は殆ど上昇しないと云う結果が得られた。これらは宮北氏が行われた実験的研究の成果を裏付けるものと考えてよいと思われる。

1. 工事の大キサ、使用するコンクリートの性質によつて、ポンプの大きさの適当なものを選定使用する。骨材の大きい場合には更に大型のコンクリートポンプを製作することがよい。

2. 骨材の使用に當つては充分注意し、コンクリートの配合は厳格に行うことを要する。

3. パイプの極端な彎曲はパイプ中のコンクリート分離ひいてはポンプ運轉中止を惹起し、多大の能率低下を來たすから、なるべく 45° 以下の彎曲に止める。尚ポンプ吐出口に直接屈曲管を接属することは避けた方がよい。直管 10m 程度を径で後に設けるべきである。

4. パイプは 6' 管の場合 2.5m 単位にした方が取扱いが便利である。

5. ホッパのアヂテータを改良する必要がある。

6. ポンプ各部のパッキング(硬質ゴム製のものを用いてある)に欠点が認められ、モルタルの漏洩、空気が、水の浸入を來たし、連続運轉を不可能にする原因となつた。今後研究改良を要する。

7. ポンプ自体の改良と共に、コンクリートポンプを使用する場合には、コンクリートの配合及びパッキングプラント等施工段取りの研究改良を同時に必要とする。(奥野正和)

土が消落する場合(quick shear)と、活荷重で既成盛土が崩壊する場合(consolidated quick shear)。或は建物の基礎が長年月の間に徐々に剪断破壊する場合(consolidated slow shear)等種々異つた場合があつて、夫々剪断強サが違つているからである。これらは早晚何等かの形で統合されるものであるが、現在は別々の試験によつて求めている。それ故使用目的に合致した試験方法によらなければ、正しい値は求められないわけで、従つて試験機械も一通り必要となつて來るのである。これが揃わない場合は、使用する目的を考慮に入れて、あまりかけ離れた試験方法によらないように心掛けるべきである。