

固形物の除去を目的とした円形槽に加えた仕事率と流速

国土館大学工学部 正会員 ○金成英夫

国土館大学工学部 正会員 伊藤秀夫

1. はじめに

円形槽内で旋回流を発生させることにより、槽底部と水面付近に槽中央部に集まる二次流が発生する。この二次流を利用することによって、沈殿した物質および浮上した物質を槽中心部に集めることができる。特に、沈殿性物質を分離する場合、沈殿物を槽底面の掃流力で中心部に掻き寄せるのが最も簡単で良い方法である。その場合、槽底部の掃流流速が問題となる。

本研究は、円形槽に加えた仕事率が槽内の旋回流の流速に及ぼす影響について実験的に検討を加えた結果をまとめたものである。

2. 実験装置及び方法

図-1 に実験装置の概要を示す。円形槽の内径は0.5mで、その外壁の接線方向から流入できるようになっている。流入孔は、その1つが6cm×6cmの断面で1～4個の流入孔を任意に用いて流入させることができる。一方、槽中央には、直径10cm高さ30cmの亚克力製の回転体がある。回転体の回転数は任意に設定することができ、モーターと回転体との間にトルクメーターを設置している。

槽への流入量は 1, 2 および 3 l s^{-1} とし、流入孔は図-1 に示すように1, 2, および3とした。一方、回転体の回転数は60, 80, 100, 120, 140及び164rpmとした。槽の水深は30cmとした。

流速は槽中心からの距離10, 13, 16, 19および22cmの位置で測定し、各地点の深さ方向の測定点の流速は底面上の1.5cmから高さ方向に1cmずつ29cmまで電磁流速計で測定した。

3. 槽に加える仕事率

円形槽内の水は、外部から加えた仕事率によっ

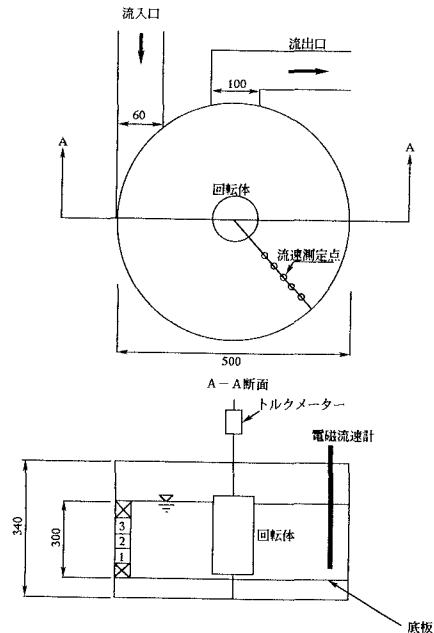


図-1 実験装置の概要

て旋回流が発生する。本研究では、円形槽への仕事率は、槽外周の接線方向から流入させる流入水および槽中心部で回転させる回転体に加えている。流入水の仕事率は

$$P_I = \frac{1}{2} \rho \cdot Q \cdot V_I^2 \quad \text{----- (1)}$$

となる。一方、回転体によって槽に加えた仕事率は、次のように表せる。

$$P_R = 2 \pi \cdot r^2 \cdot L \cdot \tau \cdot N \quad \text{----- (2)}$$

ここで、流入水を流入させた場合に回転体表面に発生するせん断応力は次の式で表せる。

$$\tau = 3.17 U^{1.45} \quad \text{----- (3)}$$

キーワード：沈砂池，円形槽，掃流力

連絡先：〒154-0017 世田谷区世田谷 4-28-1 国土館大学土木工学科，☎ 03-5481-3261, Fax 03-5481-3253

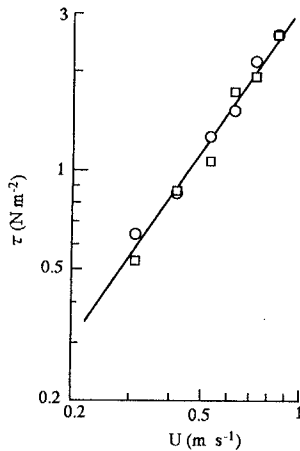


図-2 流入水を流入させたときの回転体表面のせん断力

4. 槽に加えた仕事率と旋回流の流速

外部から加えられた仕事率は、槽の底面と周壁と水との間に発生する摩擦力で消費される。摩擦力によって失われる仕事率は、次の式となる。

$$P = \tau_w \cdot A \cdot v \quad (4)$$

ここで、壁面摩擦応力は **Fanning** の式を用いると、

$$\tau_w = \frac{f}{2} \rho \cdot v^2 \quad (5)$$

とおくと、

$$P = \frac{f}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (6)$$

となる。

5. 実験結果と考察

回転体を回転させながら流入水を流入させると、槽の半径の半分ぐらいから外側の流速は主に流入水の仕事率の影響を受け、一方、内側は回転体の仕事率の影響を受ける傾向が見られる。図-3は回転体付近の平均流速を $r = 10.13\text{cm}$ で、外側の流速を $r = 19.22\text{cm}$ の地点における平均流速およびそれぞれの仕事率との関係をプロットしたものである。ここで、内側の回転体の影響範囲の仕事率は、流入水の仕事率を除き、回転体の仕事率に対して平均流速をプロットしてある。これらの関係次の式で表せる。すなわち、

$$v_a = 0.284 P^{0.181} \quad (7)$$

槽内の流速は外部から加えた仕事率の関数となる。

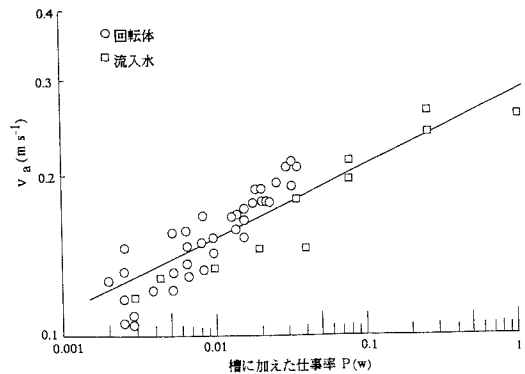


図-3 槽に加えた仕事率と平均流速

6. まとめ

沈殿池や沈砂池を目的とした円形槽内の旋回流の流速と槽に加えた仕事率との関係について実験的に検討を加えた結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 回転体と流入水とで仕事率を加えると、槽半径の中程から内側の流速は回転体の、外側は流入水の仕事率の影響を受ける。
- (2) 槽内の流速は外部から加えられた仕事率で表せる。

[記号]

- A : 円形槽の潤面積 (m^2)
- A_i : 流入孔の面積 (m^2)
- f : Fanningの摩擦係数 (-)
- L : 回転体の水没長さ (m)
- N : 回転体の回転数 (s^{-1})
- P : 外部から加えられた仕事率 ($= P_i + P_R$) 及び摩擦力によって失われた仕事率 (W)
- P_R : 回転体による仕事率 (W)
- P_i : 流入水による仕事率 (W)
- Q : 流入水量 ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)
- r : 回転体の半径 (m)
- U : 回転体表面の円周速度 (m s^{-1})
- V_i : 流入流速 (m s^{-1})
- v : 槽内の流速 (m s^{-1})
- v_a : 平均流速 (m s^{-1})
- ρ : 水の密度 (kg m^{-3})
- τ : 回転体表面のせん断応力 (N m^{-2})
- τ_w : 円形槽の潤面に発生する摩擦応力 ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$)

[参考文献]

- 1) 金成英夫, 伊藤秀夫: 回転円筒を持つ円形槽に加えた仕事率と流速, 第52回年講Ⅶ, pp. 420-421, 1997