

# 超音波懸濁水浄化装置の試作

吉野貴史, 小山大介, 中村健太郎, 上羽貞行

東京工業大学 精密工学研究所

## 1 はじめに

土木工事の際に排出される泥水中には直径数 $\mu\text{m}$ 程度の非常に小さい粒子が多量に含まれこれは自然沈降しない。そこで、粒子の沈降促進のために凝集剤が用いられているが、凝集剤は汚染源となるため、特に清流の源近くでは問題となっている。筆者らは、問題の解決策として、無注液でかつ大量の処理を可能にする超音波懸濁水浄化装置の試作を行っている<sup>[1]</sup>。本研究では多数の浄化装置ユニットの並列処理により処理量 5 l/sec.の実現を目標とし、単一ユニットの処理能力の向上をめざす。

## 2 実験装置及び懸濁水

### 2.1 懸濁水について

実験で用いた懸濁水は、実際の土木工事現場で排出されたものであり、含まれる粒子は砂、シルト、粘土である。粒度分布の 99 % が直径 75  $\mu\text{m}$  以下で、52 % は 5  $\mu\text{m}$  以下である。

### 2.2 実験装置及び振動子

使用した振動子は、40 mm $\times$ 120 mm $\times$ 2 mm の PZT 振動子を 125 mm $\times$ 80 mm $\times$ 3 mm のステンレス板に接着したものであり、共振周波数 1 MHz で厚み方向にほぼ一様に振動する。

Fig.1 は試作した凝集装置の模式図である。105 mm $\times$ 160 mm $\times$ 15 mm のガラス板を、中央部分がくりぬかれた 125 mm $\times$ 180 mm $\times$ 20 mm のステンレス板にはめ込んだものを反射板としており、振動子に対する反射板の傾斜角度が調整できる。Fig.2 に示すように、振動子を駆動すると、振動子、反射板間に定在波音場が生じ、音場中にある微小粒子は放射圧により定在波の節に捕捉、凝集される。流路中にこの装置を設置することで濁水の連続処理を行う。

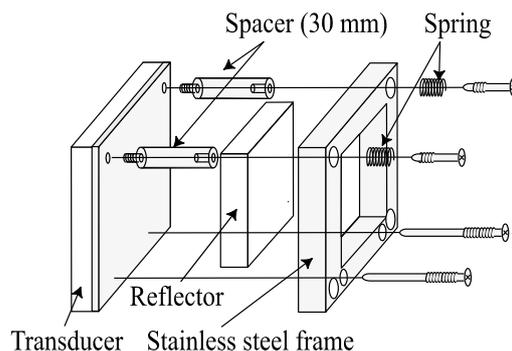


Fig.1 Configuration of the apparatus

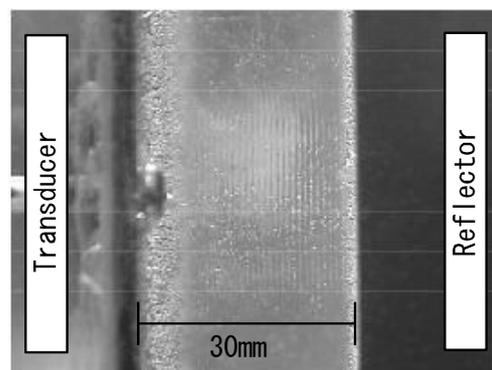


Fig.2 Agglomeration of the particles

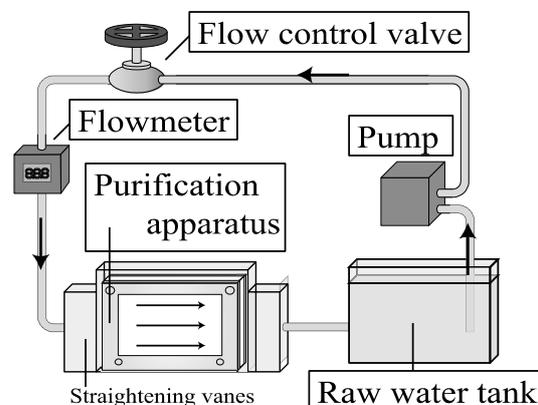


Fig.3 Experimental setup

### 3 問題点とその対策

予備実験において、凝集の効果を確認したが、以下の問題点などが明らかになった。

- (1)粒子捕捉の飽和による処理能力の低下
  - (2)入力電力増加による音響流の発生に伴う処理能力低下
  - (3)装置単体での処理能力の不足
- 以下、これらの対策について述べる。

#### 3.1 飽和の防止

粒子捕捉の防止のために、定在波音場内の粒子の捕捉点分布の検討を行い、反射板に数度の傾斜をつけて音圧分布を変える方法を考案した。これにより、重力方向への微弱な進行波を利用することができ、粒子捕捉の飽和を防止して連続処理を可能とした。

#### 3.2 音響流の抑制

反射板の材質や寸法、構造により反射係数を調整して音響流の発生頻度や発生電力の閾値を制御した。

#### 3.3 処理能力の向上

諸パラメータが処理能力に与える影響を実験的に検討したところ、濁水の粒度分布に合わせた駆動周波数の選択、傾斜角度、流量、流路幅の適正值の決定、反射係数の向上、複数の圧電振動子による照射面積の拡大などによって処理能力の向上が見込めることが明らかになった。Fig.4 に諸パラメータの影響の一例として、振動子に対する反射板の傾斜角度を 0.1°、1.0°、4.0°として処理能力への影響を検討した結果を示す。処理能力は、凝集装置を Fig.3 の流路中に沈め、振動子と反射板間に励振される定在波音場中に懸濁水を放出し、原水槽の濁度を 5 分おきに 30 分間モニタすることで評価し

た。なお、濁度は初期値を 100 %としている。濁度の減少量は 4.0°の時に最も大きく、最大濁度減少率 46 %を得た。この反射板の傾斜による処理能力の向上は、傾斜による音圧分布の変化と重力方向への微弱な進行波による影響であると考えられる。また、実験結果から処理量を算出したところ、傾斜角度 4.0°、流量 1.5 l/min.のとき、大きさ 125 mm×40 mm の振動子一枚について、入力電力 40 W において、最大 0.09 l/min.の処理能力を得た。

### 4 おわりに

今回、試作した超音波懸濁水浄化装置による実験を行い、問題点を明らかにし、その対策を検討した。粒子捕捉の飽和には、反射板に傾斜をつける方法が有効であること、音響流は反射板の反射係数の調整により発生頻度や発生電力の閾値を制御できることがわかった。

また、処理能力向上の検討を行い、傾斜角度 4.0°、入力電力 40 W、流量 1.5 l/min.のときに最大処理能力 0.09 l/min.を得た。

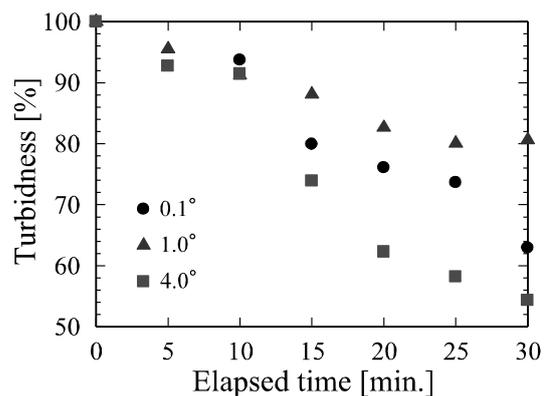


Fig.4 Influence of the tilting angles  $\theta$  on the reduction rate of turbidness

[1] 吉野貴史ほか, 2007年秋季日本音響学会講演論文集, pp 1145-1146, 2007.9