

II-55 レーザ流速計を用いた粒子濃度計測法に関する実験

○中国工業技術試験所 山崎宗広
中国工業技術試験所 正会員 埜口英昭

1. はじめに

レーザ・ドップラー流速計は、最近、計測技術が確立された新しい流速計であり、海洋計測への応用が期待されている。本報告は、レーザ流速計の出力信号を利用して、流速、懸濁粒子濃度の同時計測の可能性について検討したものである。水中懸濁粒子の濃度を計測するためには、レーザ流速計の測定点を通過する粒子の個数及び粒径の情報を同時に得ることが必要であるが、ここでは粒子濃度の増加と粒子通過個数の変化との関係について調べた。

2. 実験装置と実験方法

図-1に、実験装置の概略図を示す。実験は、2 l ビーカーの中の蒸留水に散乱粒子として関東ローム土(JIS. Z8901試験用ダスト、中粒径 $2 \mu\text{m}$ 、比重3)を加え、マグネットスターラーで攪拌しながら流速及び通過粒子数の同時計測を行った。光ファイバー式レーザ・ドップラー流速計(FLDA)は、光源として出力15 mWのHe-Neガスレーザ(波長632.8nm)を用いており、ファイバー・プローブのレンズ前方25mmの位置に測定点(測定体積 $dx=dy=58 \mu\text{m}$ 、 $dz=580 \mu\text{m}$)を形成する。FLDAの測定点を通過する粒子個数の計数は、フォトマルからの出力信号をバンドパスフィルターを通して、256 k バイトのデータメモリーに10 μsec のサンプリング間隔で収録した後、それをXYプロッターで作画して通過する粒子により発生するバースト波をカウントする方法によった。1回の計測時間は0.32secであった。実験条件を表-1に示す。粒子体積濃度は、実験水を採水して0.45 μm のミリポアフィルターでろ過し、粒子の重量を計って重量濃度を求め、それを比重で割って体積濃度に換算した。

3. 実験と考察

図-2にCase. 1, 5で出力された、通過粒子によるバースト波形の一例を示す。レーザ流速計の出力信号から得られる通過粒子数は、粒子濃度とともに増加するが、ある濃度以上になるとその関係が壊れて出力信号が得られなくなるものと考えられる。図-2のCase. 1はノイズが少なく適正なドップラー信号である。一方、粒子濃度の高いCase. 5ではノイズレベルが上がり、ドップラー信号とノイズの区別がつきにくい状態が起こる。

図-3に粒子濃度と出力信号から得られる通過粒子個数の関係を示す。流体の単位体積当りの平均粒子体積濃度は、粒子1個の体積と単位体積当りに含まれる粒子の平均個数 N (個/ cm^3)との積として求められる。また、単位時間にレーザ測定体積を通過する粒子平均個数 n (個/ sec)は、粒子速度に垂直なレーザ測定断面積を A とすると、次の関係が成立つ。

$$n = N \bar{v} A \quad (1)$$

ここに、 \bar{v} は粒子の平均速度である。粒子径を $2 \mu\text{m}$ とし、(1)式によって計算した理論個数を○印で示す。図-3の各実験値で、通過粒子数に幅があるのは、図-2のバースト波が小さい場合にノイズと区別できない場合があり、そのための計数誤差を考慮したためである。図によれば、体積濃度5ppm程度までは、通過粒子数は濃度とともに増加する傾向にあり式(1)と同じ勾配を示すが5ppm以上の高濃度になると急激に減少する傾向を示した。

4. おわりに

ここではFLDAの出力を利用して、流速と懸濁粒子濃度の同時計測の可能性をさぐるため、まず粒子濃度の増加と通過粒子個数の変化を調べた。その結果、現在のFLDAのシステムでは体積濃度5ppm程度までは、濃度と通過粒子数との間には一定の関係があることが明らかとなった。今後は、データ処理手法の改良とともに

に粒径の情報を得る手法について検討したい。

表-1 実験条件

	Case. 1	Case. 2	Case. 3	Case. 4	Case. 5	Case. 6	Case. 7	Case. 8	Case. 9	Case. 10
平均流速 cm/sec	19.1	22.4	21.9	22.7	20.2	19.6	20.8	21.8	22.8	22.4
粒子体積 濃度 ppm	2.56	5.32	5.36	9.90	15.59	3.13	2.43	1.59	0.72	0.32

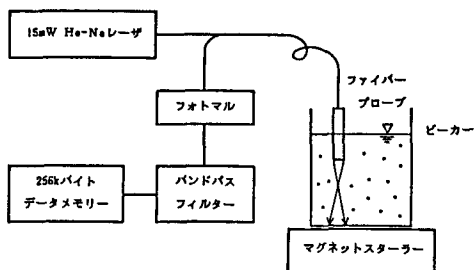


図-1 実験装置

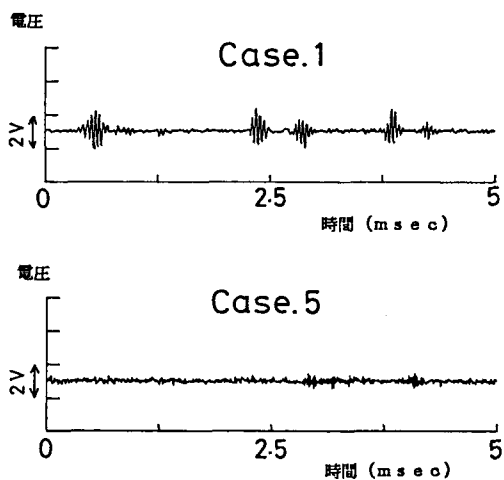


図-2 通過粒子によるバースト波形

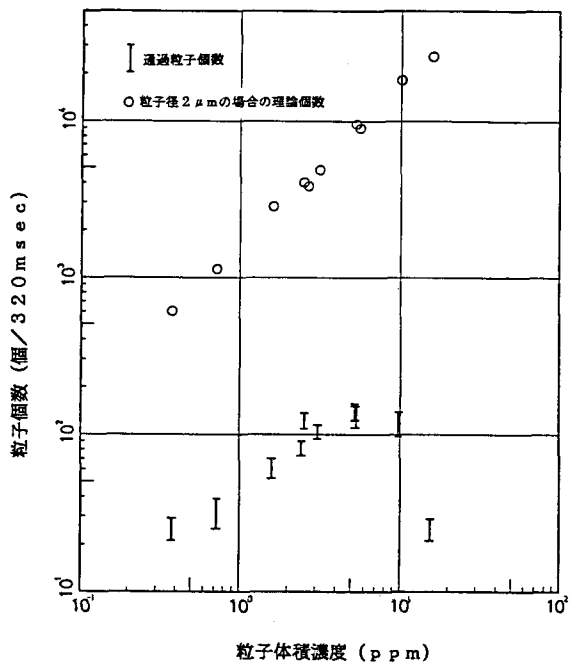


図-3 粒子濃度と通過粒子個数の関係