

早稲田大学 大学院 学生員 丹羽 克彦
 神奈川県庁 正会員 高岡 達也
 (株)千代田化工建設 正会員 中島 学
 早稲田大学 理工学部 正会員 関根 正人
 早稲田大学 理工学部 正会員 吉川 秀夫

1. はじめに

現在、筆者らは、河道内に底面より圧搾空気を注入し、強制的に二次流を発生させ、都市河川において問題となっている河床に堆積したヘドロや土砂等を、効率よく流送することを目的とした一連の研究を進めている。前報¹⁾では、空気注入管を水路中央部底面上に一本設置し、空気を注入した場合の主流速分布およびせん断力分布特性や二次流の特性等を明らかにしたが、本報では、その続報として、主に空気注入管一本の場合の流れの乱流構造および空気注入管を二本とした場合の流れの内部構造について報告する。

2. 実験の概要

実験は、全長 650cm、幅 20cm、高さ 40cm のアクリル製長方形断面開水路を使用し、水路底面中央上に外径 16mm の空気注入管を縦断方向に一本設置した場合と、同様の注入管を縦断方向に水路底面中央より左右 5cm の位置にそれぞれ一本ずつ、合計二本設置した場合について行った。空気注入孔の内径は、0.1mm で 5cm 間隔で設けている。本報で報告するのは、主に注入管一本の場合の三次元乱流計測の結果についてのもので、注入管二本の場合の主流速およびせん断力測定の結果についてのものである。なお、測定方法については前報で述べているので、ここでは省略する。実験条件については表-1 に示してあるが、ケース1 およびケース2 は空気注入管一本の場合、ケース3 は注入管二本の場合である。

表-1 実験条件

CASE	流量 (l/sec)	空気量 (ml/s)	水深 (cm)	水面 勾配
1	4.98	0.00	3.53	1/374
		9.59	4.03	1/330
		25.0	4.12	1/333
2	16.8	0.00	8.52	1/362
		9.59	8.63	1/235
		25.0	8.77	1/246
3	16.8	25×2	9.10	1/232

3. 気泡上昇を伴う流れの乱流構造

3.1 レイノルズ応力分布特性

図-1 にアスペクト比が約 2 の場合で空気を注入した場合としない場合のレイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ の鉛直方向分布を示す。この図より空気注入することによって、レイノルズ応力分布は、二次流が存在しない二次元流れの場合に考えられるレイノルズ応力の直線分布より外れ、最大主流速を生じる高さ付近で最小値をとるほぼ放物線型分布となること、また、空気を注入しない場合と比較してその値が大きくなっていることがわかる。図-2 は、レイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ の等値線図を示している。この図より、図-3 に示す二次流ベクトルが、底面にあたる付近で大きな値となっていることがわかる。

3.2 乱れ強度分布

図-4 は、乱れ強度 v' の鉛直方向分布を、空気を注入した場合としない場合とで比較したものである。この図から、空気を注入することにより乱れ強度が水面までさほど減衰しないことがわかる他、特に水路中央部付近では強い上昇流が存在し、これが自由水面に当たった後に横断方向への表面流に変換されるため、この領域の水面付近では値がむしろ増大する傾向が見られる。また、空気を注入した場合の方が、乱れ強度の値が大きくなることも考慮に入れると、上昇気泡が土砂の拡散にとっても有効であることが予想される。

4. 空気注入管二本の場合の流れの内部構造

せん断力分布特性について示したのが、図-5 である。この図より、空気注入により上昇流が生じている注入管付近において底面せん断力が減少し、二次流ベクトルが底面あるいは側面にあたる付近で、それぞれのせん断力が増大するということが、空気注入管二本の場合でも確認された。また、空気注入管一本の場合と二本の場合とを比較してわかることであるが、側面でのせん断力分布は、注入管の位置と側壁との距離によっては変化しないことがわかる。空気注入管の本数を変えたことによる主流速分布の変化を表したのが図-6

であり、主流速の等値線図を示している。単一孔当りの注入空気量について、ケース3とケース2は同一であるが、ケース2の方がより一様化した流速分布となっていることが認められる。

5. おわりに

本報および前報より、流水中に空気を注入した場合の、乱流構造も含めた固定床上流れの内部構造が解明できたと考える。今後は今まで得られた基礎的知見に基づき、空気注入管の本数やその間隔、空気注入孔の間隔、注入空気量等を変化させ、最も効率良く土砂を流送させる条件について検討していくつもりである。

【参考文献】

- 1) 関根・吉川ら：流水中の気泡上昇に伴う流砂量の増加に関する研究，第32回水理講演会，1988
- 2) 丹羽・関根・吉川ら：気泡上昇に伴う流れの二次流特性に関する研究，第15回関東支部技術研究発表会，1988
- 3) 富永・江崎：長方形断面開水路の三次元乱流構造に関する実験的研究，土木学会論文集，第357，1985

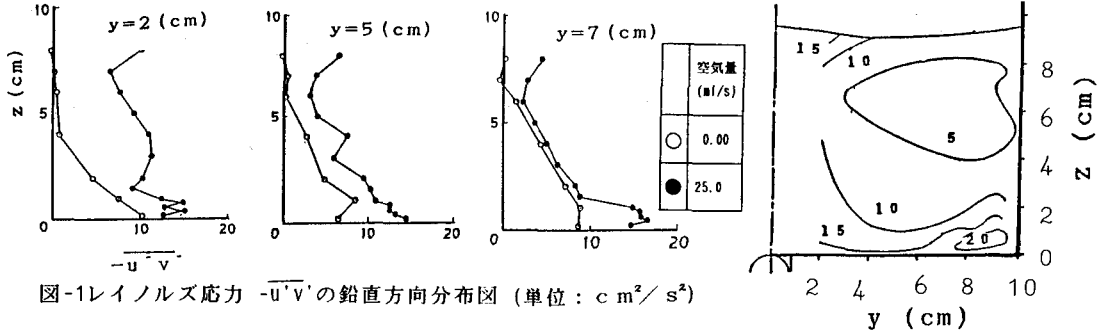


図-2レイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ の等値線図
（単位： cm^2/s^2 ）

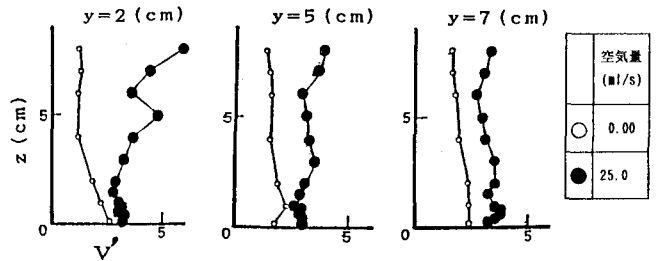
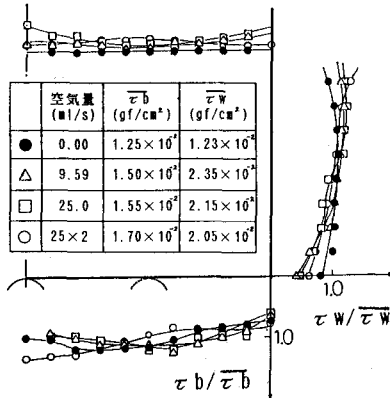


図-5せん断力分布図

