

開水路浮遊砂流の実験における2, 3の問題点について

京都大学防災研究所 正員 今 本 博 健
 京都大学大学院 学生員 大 年 邦 雄
 京都大学大学院 学生員 O二 宮 純

著者らは、従来より主として滑面上の開水路流れを対象として、抵抗係数、カルマン定数および乱れ特性量と浮遊砂濃度との関係について実験的検討を行い¹⁾、種々の興味ある結果が得られているが、そのうちのいくつかは従来の研究成果とは異なるものとなっており、実験の有効性についての再検討が必要と考えられるに至った。このため本報告では、粗面上の浮遊砂流を含め、実験技術上の2, 3の問題点について検討し、今後の研究に役立てようとしたものである。

1. 非循環式水路の有効性

Vanoni²⁾による実験をはじめとして従来の開水路浮遊砂流に関する実験は主として循環式水路を用いて行われているが、流水の定温性および浮遊砂濃度の制御がより容易であるという観点から、著者らは非循環式水路を採用することにした。この場合とくに問題となるいくつかの点について検討すると次のようである。

非循環式水路を用いる場合、水路上流端において乾燥砂が流れに供給されるため、連行空気量および砂粒の吸水率についての検討が必要である。まず、砂粒を落下させることによる連行空気量は、1%重量濃度のとき土砂体積の20%程度とかなり大きいことが実測により確かめられるが、この気泡は数秒でほとんど浮上・消滅するため計測点付近では問題とされない。また乾燥砂の吸水率は1%程度であるが、実際には表乾状態の砂粒を使用しているため、吸水率は無視して差支えないと考えられる。

つぎに、給砂地点からの助走区間の不足に起因する流れの非一様性が問題となる。図-1は給砂地点からの種々の距離 x における鉛直方向の濃度分布を示したものであって、図より、 x が大きくなるとともに濃度分布はRouseの分布式に漸近し、さらに計測区間に相当する $x=8$ m以前で既にRouseの分布式に適合していることが知れる。したがって、水路上流端で給砂を行う非循環方式とした場合にも、ある程度の助走区間を確保すれば流れは一様となり、循環方式の場合と同様な流れの状態が得られているものと考えられる。

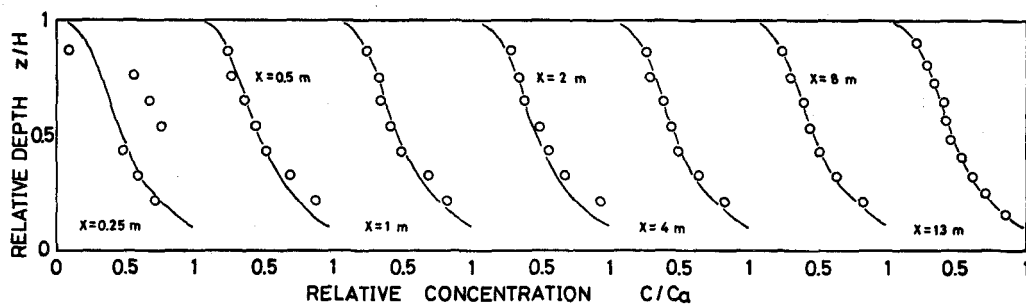


図-1

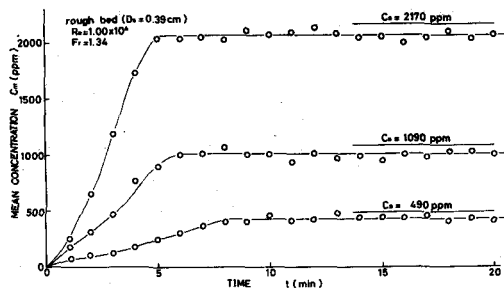


図-2

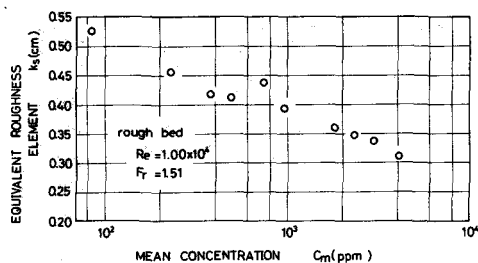


図-3

また、流れが平衡状態に達するまでに要する時間を検討すると次のようになる。図-2は粗面固定床(粗度高 $D_s=0.39\text{ cm}$)の場合における水路上流端からの給砂濃度 C_s と下流端での採水による平均濃度との時間的關係を示したものであり、 $C_s=490\text{ ppm}$ の場合には給砂開始後約8分で浮遊砂濃度が定常状態に落着き、 $C_s=2170\text{ ppm}$ の場合には約5分であることが知れ、いずれの場合にも比較的短時間のうちに平衡状態に達している。したがって、各種水理条件について浮遊砂濃度が平衡状態に達するまでの時間を予じめ調べておけば定常状態での計測が可能である。

2. 砂粒堆積による相当粗度高の変化

図-2で検討したように、浮遊砂濃度が平衡状態に達するまでには遅れ時間を伴うが、この原因として路床面粗度要素間に砂粒が堆積することが挙げられる。したがって、この場合相当粗度高も当然変化すると考えられる。このような相当粗度高の変化に関し、清水流における相当粗度高 k_s が浮遊砂流の粒径 d_m に較べて極端に大きい場合、浮遊砂流における相当粗度高 k_s は不変もしくは多少の減少を示すといわれているが³⁾、図-2と同様の水理条件のもとで、 $k_{s0}=0.51\text{ cm}$ 、 $d_m=0.016\text{ cm}$ の砂粒を用い、ホットフィルム流速計を用いて計測された平均速度分布に対数則を適用し、積分定数を $Ar=8.5$ として k_s を逆算すると図-3のようになる。図より、 k_s は浮遊砂濃度 C_m の増加とともに減少し、 $C_m \approx 4000\text{ ppm}$ においては清水流における k_{s0} の約60%にまで減少していることが知れる。すなわち、相当粗度高は浮遊砂を含むことによってかなり減少するものと考えられ、浮遊砂流の水理特性を検討する場合には相当粗度高の変化ということと十分に考慮した取扱いが必要であろう。

3. おわりに

浮遊砂を含む流れの水理特性を実験的に解明しようとする際に、事前に検討しておく必要はない問題について若干の考察を加えてきたが、以上の考察をふまえた上での抵抗特性および乱れ特性に関しての実験については別の機会に発表する予定である。

参考文献

- 1) 今本・浅野・大年：開水路浮遊砂流の抵抗特性に関する実験的研究，昭和52年度関西支部。
- 2) Vanoni, V.A.: Transportation of Suspended Sediment by Water, Proc. ASCE., Vol. 70, 1944.
- 3) 日野幹雄：粗面水路における工砂流の抵抗法則およびその応用，土木学会論文集，第95号，pp. 1~8, 1963.