

河床構造物からの剥離流の再付着点距離

大同工業大学	学生員	○川瀬	祐志
大同工業大学大学院	学生員	中山	貴士
建設省中部地方建設局	正員	九津見	生哲
大同工業大学	正員	久保田	稔

1 はじめに

近年、河道に設置された床固め下流部が洗掘等によって、破壊されている事例が散見され、床固め工高さと水叩き工長さとの関係を検討する必要があると考えられる。

そこで著者らは、床固め頂部からの剥離流が路床に到達する距離、すなわち再付着点の長さに着目して、移動床と固定床の場合について、床固め工の高さと再付着点距離との関係を検討している。

2 実験条件

高さ50cm、幅50cm、長さ24m、勾配を1/500に設定したコンピュータ制御の可変勾配式実験水路を用い、固定床実験の場合は、水路中央部に平均粒径0.192mmの標準砂を張り付けた長さ3m、幅50cmのアクリル板を敷き、移動床の場合は水路に標準砂を敷いて実験を行った。床固め高さ H_d は、固定床の場合は1cmから5cmまで1cm毎および7cmの6種類、移動床の場合は1, 3, 4, 5cmの4種類であり、流量は全ての実験で $Q=25 \text{ l/s}$ とした。

3 流速分布の測定と補正手法及び流れ関数

プロペラ流速計による流速分布の測線は、床固め頂部の中心を原点($X=0$)として、上流へ $X=-1\text{cm}$ 、 -3cm 、 -5cm 、 -10cm 及び -30cm 、下流へは原点より5cm間隔とした。

流速分布の補正について、流速測定に用いたプロペラ流速計の検出部は逆流も測定可能であるが、流速計からの出力電圧はすべて正の電圧で出力されるため、流速分布の逆流域を決定するのは困難である。

そこで、著者らは流速計が逆流域に入り込む際には順流と逆流とでそれぞれプロペラの順・逆回転とが打ち消し合って、極めて小さな出力電圧になると考え、以下のように流速の補正を行った。

まず各測線の流速分布を、スプライン関数で補間した後、流速が最小となる路床からの距離、つまり最小流速点 y_{min} を求め、最小流速点より路床側の測点では逆流が生じていると考え、流速の符号を負に変えた。その後、再度スプライン関数を用いて、各測線の流速を補間した。図-1は $H_d=7\text{cm}$ の固定床及び $H_d=5\text{cm}$ の後述の移動床での補正後の流速分布であり、路床付近では逆流が観測される。

流れ関数について、床固め頂部から再付着点までの距離 X_r を求めるために補正した流速分布

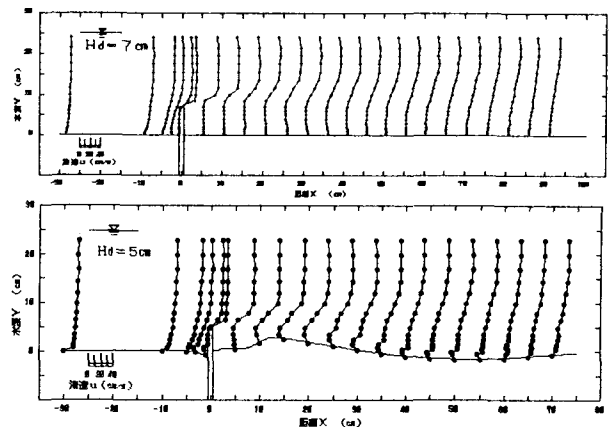


図-1 流速分布

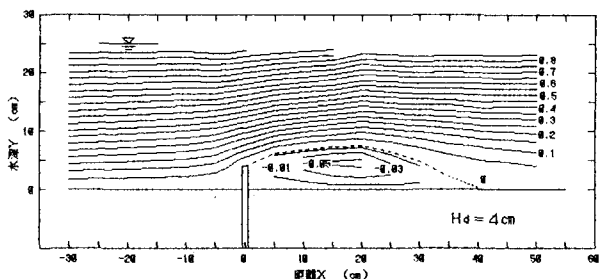


図-2 流れ関数 (固定床)

を用いて流れ関数 ψ を求めた。図-2は $Hd=4$ cmの場合の単位幅当りの流量で無次元化した流れ関数 ψ_* であり、同図中の破線は $\psi_*=0$ である。同図より、逆流域が良く再現されており、再付着点を決定した。

4 移動床での路床形状

路床形状の測定にはポイントゲージを用い、測定範囲は床固め頂部の原点より上流へ10 cm、下流へは発達した河床波の直後までとし、この範囲で水路中心とその両端±5 cmの計3測線について5 mm間隔で測定した後、3測線の値を算術平均して、各時間ごとの路床形状とした。図-3は、このように測定した $Hd=5$ cmの路床形状の時間変化である。同図より、96時間経過するとほぼ平衡河床形状に達している。

平衡状態に達した路床形状を得た後、その路床形状での流速分布を固定床の場合と同様の測定断面位置で、プロペラ流速計を用いて測定し、速度を補正した後に

流れ関数より再付着点距離を求めた。図-4は補正後の流速分布から求めた流れ関数であり、固定床の場合と同様に、逆流域が良く再現されている。

なお著者らは、移動床実験の場合、平衡状態に達した路床形状を用いて、床固め頂部からメチレンブルーを放出する可視化実験も行っており、再付着点を決定した。

5 実験結果

著者らは、床固めの場合の再付着点距離 X_r の特徴をより鮮明に把握するため、 X_r が河床構造物の形状によってどのように変化するかを段落ち流れや河床波上の流れにおける他の研究者の実験結果を用いて比較検討する。

図-5はレイノルズ数 $Red (=U_0 \cdot Hd/\nu)$ に対する無次元再付着点距離 X_r/Hd であり、同図中には段落ち流れ及び河床波上の流れでの他の研究者の値も図示している。同図より、段落ち流れや河床波上の流れでは、 Red が大きくなるとほぼ、 $X_r/Hd \approx 3$ に収束する様であるが、著者らの固定床実験(○印)では、 Red の増加と共にほぼ $X_r/Hd \approx 10$ に収束する傾向が観察され、また移動床実験(●と●印)では、 Red と共に X_r/Hd は固定床の場合よりもいくぶん増加する傾向を示している。

以上より、床固め上流部に土砂が堆砂していない場合は、再付着点距離 X_r は10 Hd程度の長さであるが、床固め上流部に土砂が満砂した場合は、断落ち等での値に漸減するものと考えられる。

6 おわりに

近年、景観を考慮した床固め工も作られ始めているが、著者らは、これまでの床固め工の特徴を十分に把握した後に、景観を加味した床固め工を考えていく所存である。

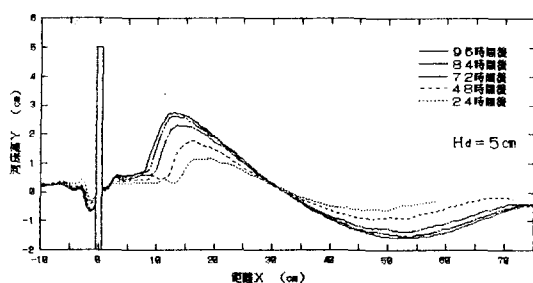


図-3 路床形状

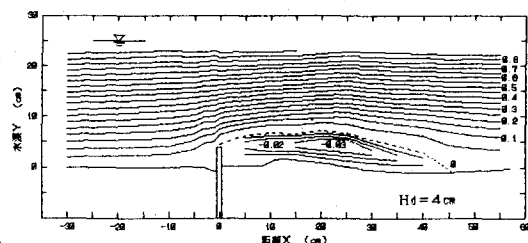


図-4 流れ関数(移動床)

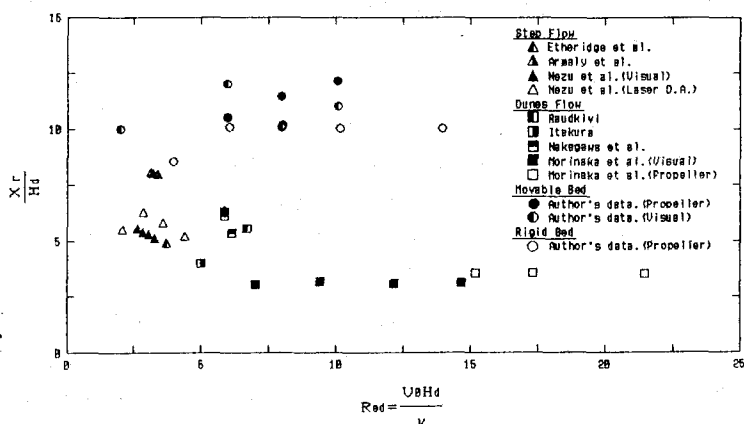


図-5 再付着点距離