

平成13年鶴川洪水観測データによる水理特性の考察

Consideration of the flow characteristics by the 2001 flood observation data of Mukawa river.

北海道開発土木研究所河川研究室 正員 桑村貴志(Takashi Kuwamura)
 正員 園山裕士(Hiroshoi Sonoyama)

1. はじめに

洪水時における水理構造の実態を解明するために、当研究室では北海道胆振地方の鶴川(流域面積1,270km²、幹川流路延長135km)において平成9年より洪水観測を実施している。ここでは、平成13年8月に鶴川で発生した洪水時に実施した流速分布調査と河床形状調査の結果について考察を加えながら報告する。

2. 観測地点

観測は図-1、写真-1に示す中流部の穂別橋地点(KP40.9)で実施した。穂別橋上流右岸には水位観測所が設置されており、定期流量観測に使用している橋の直下流の第1断面と第2断面の間を、今回の洪水観測でも測定空間としている。上流では穂別川が右岸側から鶴川に合流している。橋梁下流部の出水直前の状態としては、河道中央の橋脚沿いに中州が発達し、左右岸に分かれた二股の流れとなっていた。

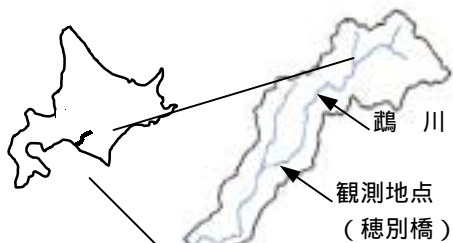


図-1 鶴川流域図



写真-1 観測地点(穂別橋地点を下流側からH11年9月撮影。H13年の観測開始時点では中央の橋脚沿いに中

州があり、流れは左右岸に沿って二股に流れていた。)

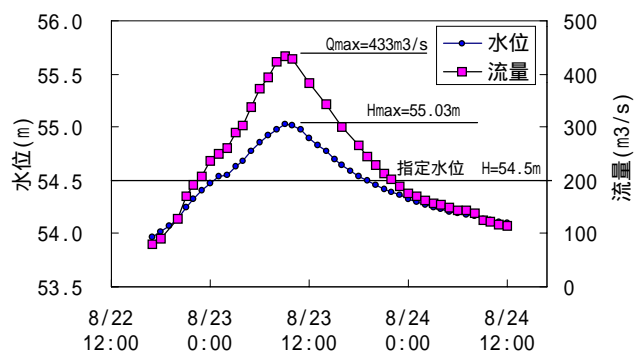


図-2 穂別橋地点洪水ハイドロ(8月22日~24日)

3. 洪水観測の概要

3.1 観測洪水

観測の対象洪水としたのは8月22日~24日の洪水(図-2)であり、そのピーク流量433m³/s(23日9時)は平均年最大流量に比べると小規模なものであった。

3.2 観測項目

非定常の流速分布調査のために、従来の高水流量観測に加えて、ADCP(超音波多層式流速計)を使用して右岸流心上の鉛直方向流速分布を連続観測した。また、第1断面から約10m下流の両岸に設置した支柱にワイヤーを掛け、それをガイドとして河川を横断しながら横断的な鉛直方向の流速分布の調査を行った。また、音響測深器とGPSを搭載した十字浮体を用いて河床形状の測量を行った。その他には水理量と土砂動態の関係を調査するために表面採水による浮遊砂調査を行った。



写真-2 観測箇所図(H11年9月撮影。H13年時点では左右岸沿いの二股の流れである。 :水位計設置箇所、



：定点 ADCP 流速観測、点線上：横断 ADCP 流速観

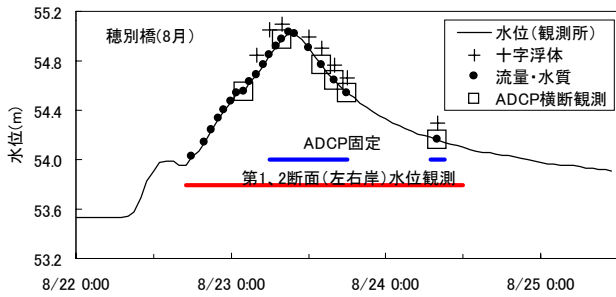


図 - 3 調査実施状況

4. 洪水観測結果

観測は図 - 3 に示すように出水の立上り時期から毎正時の流量観測と表面採水による水質調査（浮遊砂調査）を行うとともに、その後 ADCP 横断観測、河床形状調査、ADCP 固定点観測を実施した。ここでは ADCP 観測と河床形状調査の観測結果について述べる。

4.1 流速分布の変化について

図 - 4 は右岸側の流れの流心上に繫留した ADCP 搭載ボートで連続観測した鉛直流速分布を示している。深さ方向には 10cm 間隔で流速を計測している。1 データ（表面付近から河床までの流速分布）は約 4 秒間隔で観測されているが、ここでは傾向を見るために各水深の流速値として 120 秒間（30 データ）の平均値を使用している。

流速分布は全体的に対数分布則の形状を示しているが、23 日 7:30~8:00 のみ流速分布が大きく変形している。過去の観測においても周期的な流速分布の変形が観測され、水深変化図との重ねあわせなどから砂州または砂堆のクレストの通過によるものと推察されており、今回の流速分布の変形も同様の現象であると考えられる。図 - 5 に 8:00 前後の瞬間計測値の中から 3 データを示した。クレストの通過による変形と考えられる図 - 4 の 8:00 データは 30 データの平均値であるため流速が低く表されるが、その間の実際の流れは図 - 5 のように短時間に流速分布が激しく変化していると考えられる。

次に横断面の流速分布調査結果について述べる。横断上を移動しながら ADCP で流速の鉛直方向分布を測定することで河川断面全体の流速分布の測定を試みた。ADCP には自機と河床との相対的な移動速度と方位を測定するボトムトラッキング機能があり、移動距離と方位からトラバース的に座標を求める。しかし、静水面などでは有効なもの洪水時のような移動床状態では河床からのビーム反射は河床の移動土砂の速度を内包してしまうため誤差を生じると考え、併せて GPS により移動時の位置を計測した。23 日 14 時の河川横断観測時の移動経路図として、ADCP のボトムトラッキング座標によるものが図 - 6、GPS の計測座標を用いて描いたのが図 - 7 である。なお、図の上方向が北であり、連続した線は移動経路を示し、そこから無数に出ている細かい線は、その地点における平面流速ベクトルである。正しくは軌跡は直線になるはずなので、図からは移動床においては

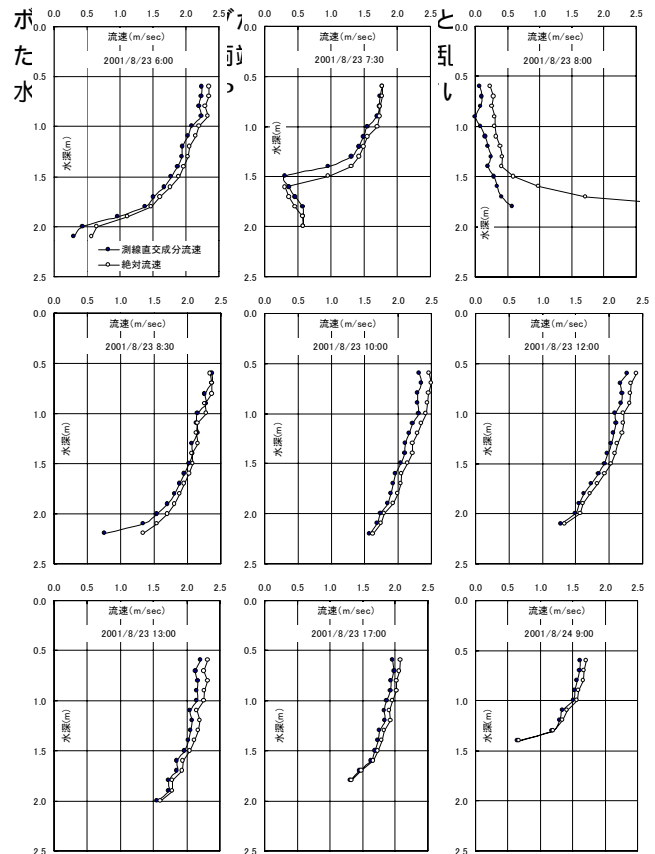


図 - 4 鉛直流速分布の変化(23日6時~24日9時)

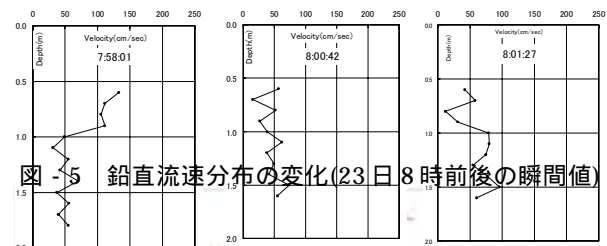


図 - 5 鉛直流速分布の変化(23日8時前後の瞬間値)

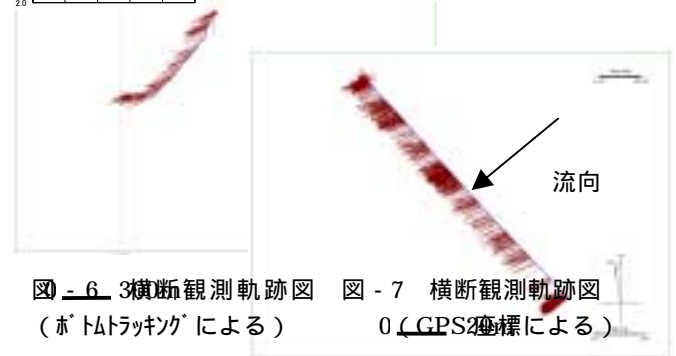


図 - 6 3横断観測軌跡図 (ボトムトラッキングによる) 図 - 7 横断観測軌跡図 (GPS座標による)

ADCP 横断観測を完全に対岸まで実施することができたのは全 6 回のうち水位下降期の 3 回の観測であり、そこで得られた横断面流速分布を図 - 8 に示す。図での流速は横断面直交成分の平均化されていない瞬間流速値であり、横軸の距離は左岸の計測開始箇所からの移動距離

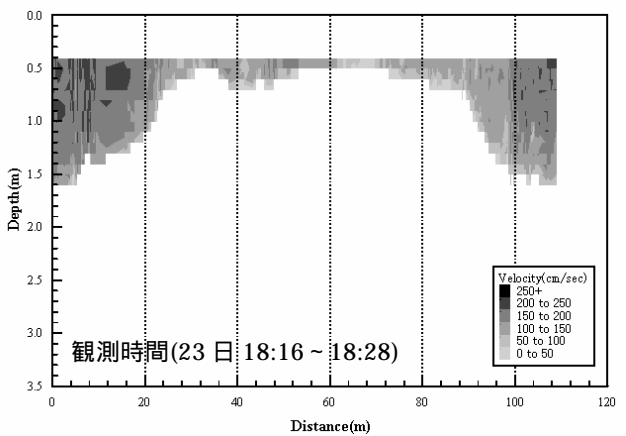
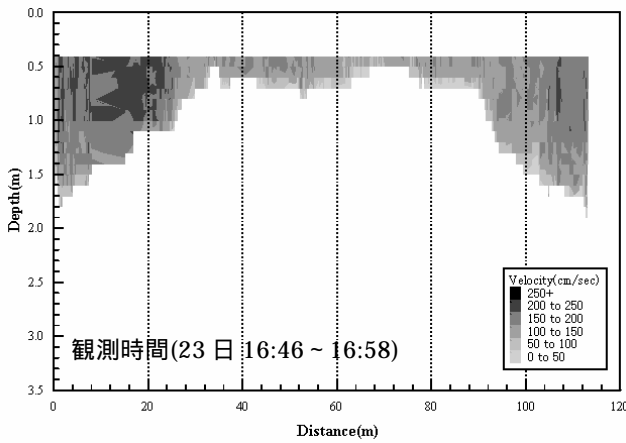
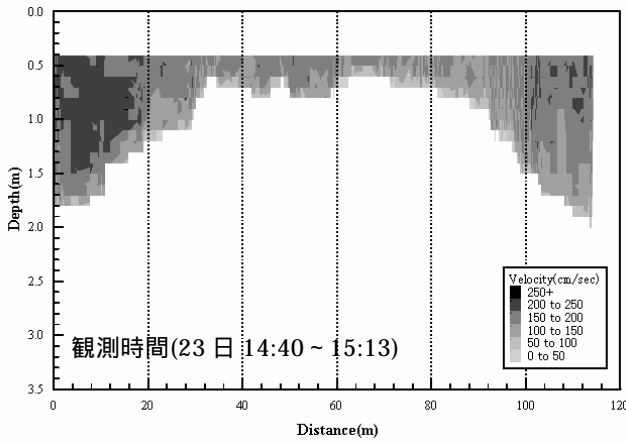


図 - 8 横断面流速分布

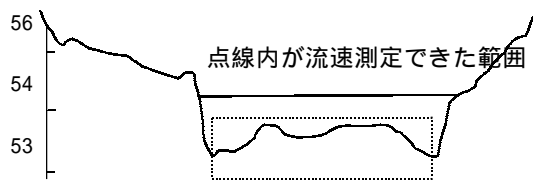


図 - 9 横断面流速分布調査範囲イメージ図

表 - 1 浮子と ADCP の流量算出値の比較

観測日時	①浮子流量 (m ³ /s)	②ADCP流量 (m ³ /s)	流量比率 ①/②
23日14時	206.33	176.17	1.17
23日16時	170.69	134.72	1.27
23日18時	141.06	111.97	1.26

測定開始時点の水位はそれぞれ 54.46m、54.40m、54.29m であった。図 - 9 には流速分布の測定を行った範囲を示しており、図 - 8 の断面の両端が左右岸の流心のほぼ最深河床にあたる。

横断面流速分布からは中州上の比較的緩い流れと左右岸の流心の早い流れがよく表れている。特に 14:40 ~ 15:13 観測断面の左岸側では 200cm/s を越える流速が河床近くまで分布している。左岸側の最も速い流心部は最深河床部より中央寄りに現れている。最深河床部付近の鉛直流速分布は縞模様で表されており図 - 5 のような対数分布則によらない流速分布形をしていると考えられる。

流速分布図の微小な各メッシュ面積にそれぞれの横断面直交流速を乗じて全て合算したものを ADCP 流量とし、それと全く同じ横断面（図 - 8）を通常の流量観測で行った区分断面を参考に分割し浮子流速を乗じたものを浮子流量として流量値の比較を行った結果が表 - 1 である。浮子は中州で 0.5m 長、その他は 1.0m 長を水深に応じて使用しており、用いた浮子に応じて更正係数（それぞれ 0.88, 0.91）を流速に乗じて流量計算時に用いているが、対数分布則によらない鉛直流速分布が多く発生するほど実際の流量と浮子流量の差が大きくなる。今回の洪水の場合は ADCP 流量と比較すると、浮子で観測された流量値が 17 ~ 26% 程度高い値であった。流量規模が大きいきの比率が小さくなるのは、水深が大きいくほど実際の鉛直流速分布形が対数則の分布形になり、浮子の更正係数が本来想定している流れに近づくためと考えられる。

4.2 河床形状の変化について

河床形状の調査は総幅 40m で 5m 間隔の 9 測線を橋上に設定し、第 1 断面と第 2 断面の間の区間を 60m 程度の距離を測深機と GPS を搭載した十字型浮体を自然流下させて行った。（図 - 11）

測線番号は右岸側ほど若い数字であり、第 1 測線は右岸低水路内の斜面上、第 2 ~ 5 が河床底部、第 6 ~ 9 は中州上である。なお、浮体を自然流下させているため、同一測線といっても観測毎に流下軌跡がずれているため測

深データは全て GPS 座標と同期させている。

図 - 11 は河床の時間的変化を示す河床縦断面図であり、横軸の起点側が上流側を指している。河床形状の調査は 8 回実施しているが、ここでは水位上昇期の 23 日 6:00、ピーク付近 12:00、下降期 14:00, 18:00 を