

石狩川下流部における洪水流と河床変動の観測
Field Survey of Flood Flow and Bed Evolution in the Lower Ishikari River

北海道開発局土木試験所 正員 高 木 譲 治
同 上 正員 牧 野 成 雄
同 上 正員 竹 本 成 行
同 上 正員 森 田 康 志

1. はじめに

河道計画の立案に当っては、その河川の実態を把握し、洪水時の流れを予測することが必要となる。一般に計画規模に近い洪水を経験した河川は少なく、また大出水時のデータは不十分な場合が多い。

石狩川下流部（河口～K.P.0 /15 付近）は、河口を含めて、弯曲、急縮、急拡、高水敷植生など、河道計画上の問題点が連続した区間 だが、北海道開発局では、流量改定をひかえた石狩川の本区間の河道計画を検討中であり、模型実験と並行して、融雪洪水を中心とした現地観測を実施してきた。

昭和56年 8月 は、寒冷前線と台風12号によって、流域平均雨量（石狩大橋より上流）282 mm という降雨があり、石狩大橋地点では計画高水位 8.75 m を上回る 9.23 m（8月6日2時）を記録する大洪水となった。

本調査研究は、洪水初期（8月4日19時）より開始した同時水位観測をはじめとして、洪水前後の河床変動、河床波等、大出水時の種々の詳細なデータを報告するものであり、当該区間のみならず、水深、粒径比の大きな河川の河道計画検討に役立つものと考えている。

2. 調査の概要

2-1 昭和56年 8月洪水の概要

低気圧から南西にのびる寒冷前線が、8月3日昼すぎから夜半にかけて北海道北部を南下して4日夕方まで停滞した。このため中空知・南空知から千歳・苫小牧方面にかけての一带は3日夜半から4日19時頃にかけて1時間15～35 mmの強い雨が降り続き、20時間の降水量も150～260 mmに達し今回の大雨の前半部を形成した。

一方関東の南東海上を北上してきた台風12号は800 kmの外縁部に雨雲を伴っており、この雨雲が4日夜半北海道に流入して、前線の雨雲と合流したため、以降5日夜半にかけての約22時間、各地で再び強い雨となり、今回の大雨の後半部を形成した。8月4日から8日にかけての流域平均雨量は282 mmに達し、昭和50年 8月洪水の実績を上回る既往最大の雨を記録した。

このため、石狩川は全川を通して4日から水位が上昇し、5日夜から6日未明にかけては、月形橋、岩見沢大橋、石狩大橋等、中下流部の観測地点で計画高水位をも上回る大出水となった。（図-1 石狩大橋地点ハイドログラフ）

2-2 調査対象区間の概要

対象区間は、図-3に示すように、石狩川の河口からK.P.0 /15までであり、河口、急縮、急拡、弯曲、高水敷植生と、河道計画上の問題が連続しており、計画河床勾配は1 /7,410と非常に小さい。さらに区間を細分割すると、区間毎に次のような主要検討項目を持っている。

1) 河口部の流れと河床変動特性。特に洪水時の河道拡幅効果。

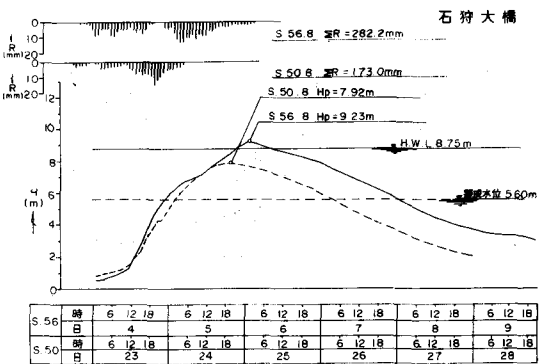


図-1 石狩大橋ハイドログラフ

ii) K.P.0/2～0/4の石狩町市街地区狭き部の流れ。

iii) K.P.0/3～0/9の矢白場S字弯曲部の流れと河床変動。特に2次流と局所洗掘。

iv) 対象区間全体の水理量と河床形態の関連について、及び抵抗特性。

また対象区間の河床材料について、平均粒径の縦断変化を図-2に示す。41年と54年の結果をプロットしてあるが、K.P.0/8付近を境に傾向が逆転している。41年では0.25m前後で変化が少ないが、54年ではK.P.0/8より下流で41年より小さい傾向にあるとともにバラツキが見られ、また上流はやや粒径が大きい。これは材料の採取地点が河岸と河床で異なることが1つの原因であると考えられる。また粒径のバラツキは対象区間の複雑な河道の平面形、縦横断形の影響をあらわしているものと考えられる。

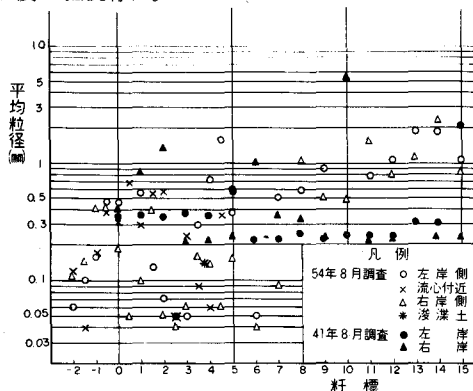


図-2 河床材料

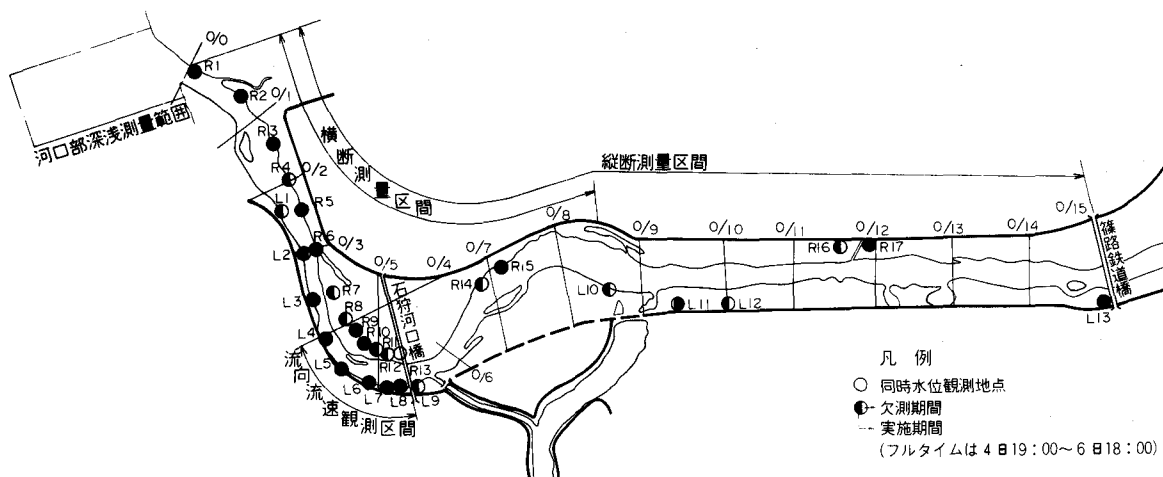


図-3 対象区間概要図

2-3 観測の実施概要

8月4日からの洪水について、次の観測を実施した。

- i) 同時水位観測：28点（配置は図-3を参照） 4日19:00～6日18:00 18点
4日19:00～5日19:00前後 10点 10分間隔
- ii) 流量観測：浮子及び流速計により9回（K.P.0/11 6回，K.P.0/3 2回，篠路鉄道橋 1回）
- iii) 横断測量：K.P.0/0～5/8間 約200m間隔で実施 K.P.6/3～0/4は50m間隔10測線で8月10日に3回実施
- iv) 縦断測量：K.P.0/0～0/15間において9測線，K.P.0/2～0/4は3測線を配置し5回実施
尚、縦横断測量は5月上旬、10月上旬に同一測線で各1回実施
- v) 河口部深淺測量：放射状に6測線。また7月13日、8月15日、9月13日、10月13日に定期測量実施
- vi) 弯曲部流向流速観測：羽根型浮子トランシット追跡 8月7日、13日の2回実施
- vii) 流砂量観測：浮流砂 河口橋及びK.P.0/11で6回，掃流砂 K.P.0/11で2回
- viii) 航空写真：1回 8月6日15:00頃撮影

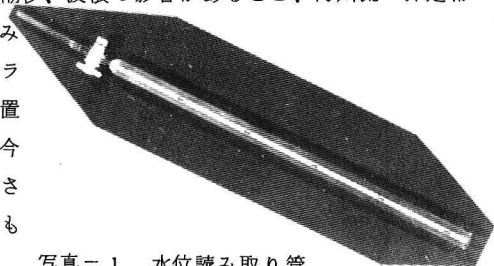
3. 観測方法と結果

3-1 同時水位観測

測点を図-3のように設定し、各点に人員を配置して直接観測することとし、ピーク水位付近を10分間隔の連続観測で12時間程度実施する方針で出動したが、洪水は超大型となったので長時間観測となり、強雨の中2昼夜にわたる観測は観測員が体力的に継続困難となったため、28点のうち10点が途中欠測となった。

量水標からの水位の読み取りは、感潮区間であり海からの潮汐、波浪の影響があること、河川流の非定常性に伴う水位変動、風による水面波など目視では正確な読み取りは容易ではない。そこで写真-1に示すような目盛付ガラス管を用い、下部のコック等で水位変動を鈍化させ、平均位置にきたときにコックをしめて水位を読み取る方法をとった。今回使用した水位読み取り管は長さ50cm、径2cm、ガラスの厚さ0.15cmで、内面に1mm目盛のスチールメジャーを張りつけたものである。

写真-1 水位読み取り管



観測結果から、1部測点の時刻～水位関係を図-4に、また図-5に時刻別水位縦断面図を示す。過去実施した3,000 m³/s程度の融雪出水では潮位変動の影響がかなり奥まで見られたが、今回は河口付近のみにその影響があらわれている。

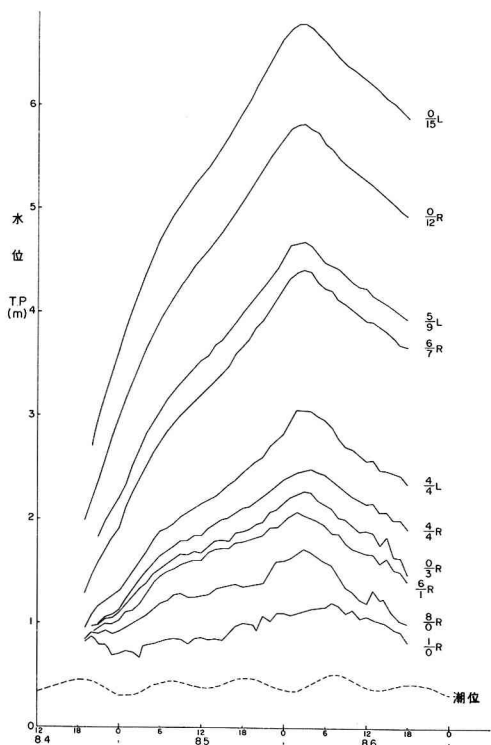


図-4 時刻～水位図

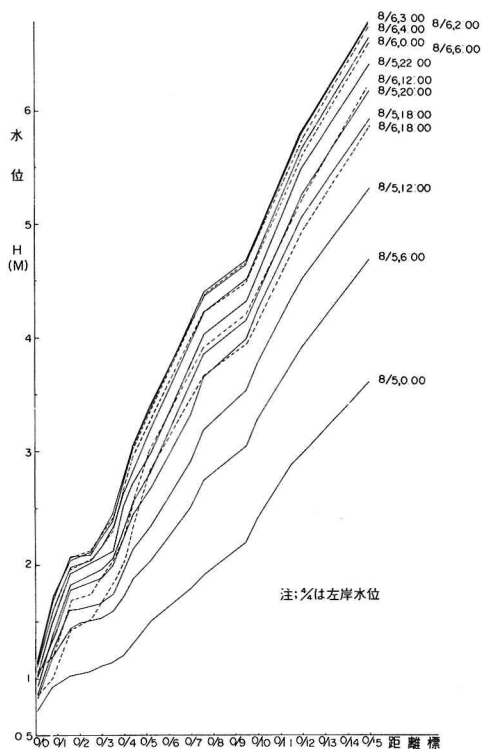


図-5 時刻別水位縦断面図

図-6にピーク時の水位縦断面図を示す。同図中には昭和50年8月洪水水位も記してある。50年洪水水位と比較すると、弯曲部の浚渫効果、右岸高水敷の掘削の効果があらわれてK.P. 0/3～0/5の水面勾配は小さくなっている。また弯曲部K.P.0/5付近で左右岸の水位に差が見られるが、これは弯曲部における横断方向の水面勾配の存在を顕著にあらわしているものである。

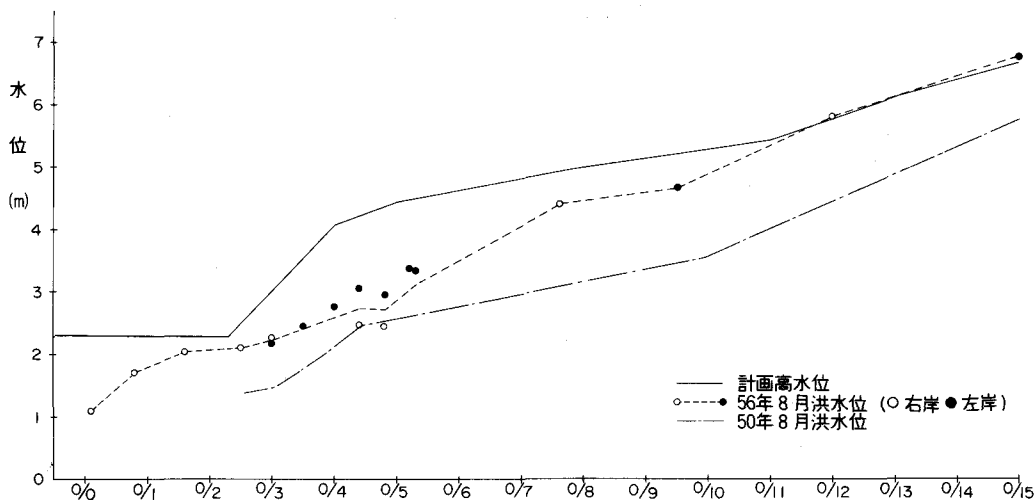


図-6 ピーク時水位縦断面図

3-2 河床変動

K.P.0/0～5/8間に200m間隔で測線を設定し、音響測深機を用いた横断深淺測量を行なった。測量は5月上旬、8月洪水直後、10月と3回行ない、洪水前、中、後の河床変動状況が把握できるようにした。特に狭さく部のK.P.6/3～0/4は50m間隔で10測線を設定し、洪水のピーク付近で3回測量して洪水時の短時間の河床変動を把握する計画であったが、大出水となったため、船が出動できず、洪水後半の7日から10日にかけて行なったものである。

図-7に最深河床高と断面変化量の縦断面図を示す。河口付近では洪水前に比べて約8m洗掘されており、断面積でも50%増となっている。

また図-8に横断比較図を示す。K.P.0/0は

洗掘が進んでいるのに対し、3.7/0は左岸岸への側方浸食が卓越している。弯曲部K.P.5/4では、大きな河床変動は見られず、安定している。また狭さく部K.P.6/3の図には8月10日に実施した約1時間毎の結

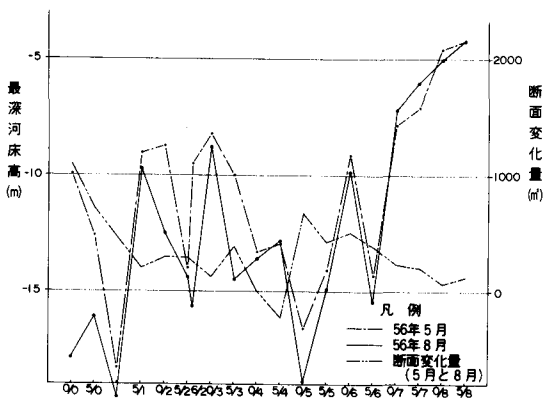


図-7 最深河床高及び断面積変化縦断面図

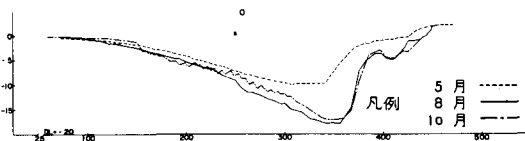


図8-1 横断比較図 (K.P.0/0)

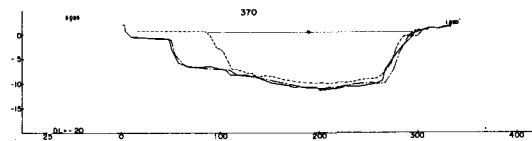


図-8-2 横断比較図 (K.P.3.7/0)

果も含まれているが、この程度の時間間隔では変化は見られない。

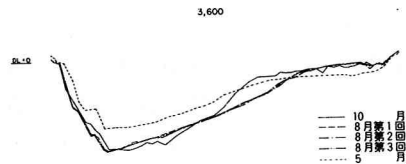


図-8-3 横断比較図 (K.P. 6 / 3)

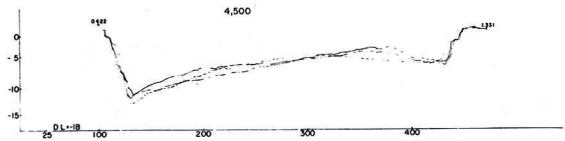


図-8-4 横断比較図 (K.P. 5 / 4)

3-3 河床波

流れの抵抗は河床形態と密接に関係し、また河床形態は水量量に応じて変化する。本調査対象区間のように河床構成材料が小さく、洪水時に活発な河床砂礫の運動がおこなわれる河川では、洪水時に河床形態（河床波）とそれとともなる抵抗の変化が予想され、これを把握することが測定の目的である。

横断測量でとられた河床波を写真2に示す。縦断波形とあわせて面的に河床波がとらえられる。さらに別にサイドスキャンソナーを用いた調査も実施している。

観測船の航路は、上流橋よりトランシットで見通し適宜携帯無線通信で方向を指示修正するとともに、約200m間隔に横断見通線を設け、各ラインの通過時間を測定し、記録読み取りにあたっての精度向上をはかった。また船には光測距儀半射鏡が積んであり、下流端より距離を計測している。

船は下流より上流に向かってできるだけ低速で航行させ、波形が明瞭に記録されるように配慮した。

写真3に河床波の縦断波形を示す。5月時点に比べ

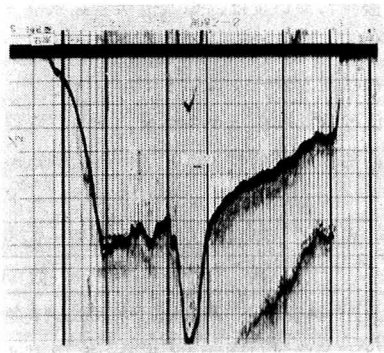


写真-2 河床波横断チャート K.P. 0 / 2

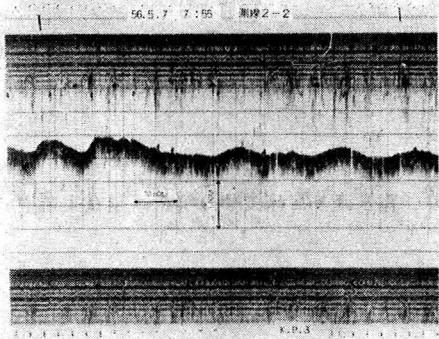


写真-3-1 河床波縦断チャート (5月)
K.P. 3 / 3 付近

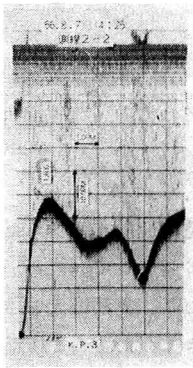


写真-3-2 河床波縦断チャート (8月)
K.P. 3 / 3 付近

て、洪水中は波長、波高とも大きくなっているのがわかる。洪水時には波長60m、波高1m程度の河床波が存在している。

3-4 流向、流速観測

K.P.0/4~4/5間の弯曲部における、3次元的な流向と流速を測定することが目的である。横断方向7測線について水深方向との組み合わせで24流線を設定し、図-9に示す浮子を石狩河口橋より投下して所定的水深に沈め、その流跡を陸上の7台のトランシットで前方交会法により追跡した。結果の1部を図-10に示す。

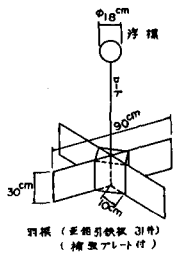


図-9 浮子標準図

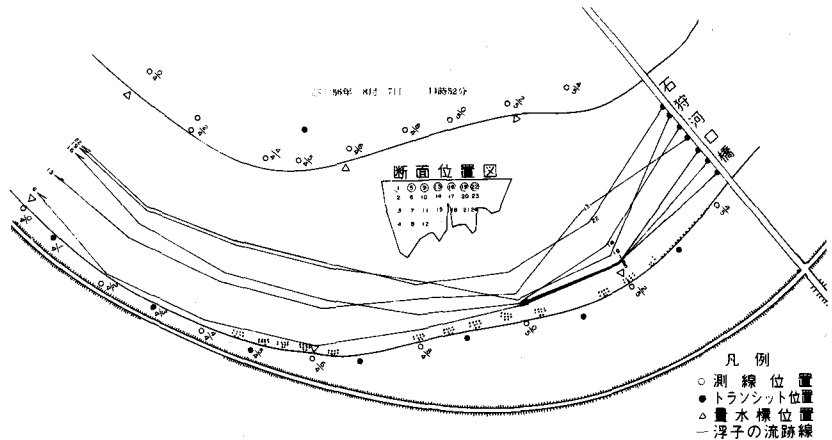


図-10 洪水時流跡図

3-5 その他の観測

浮流砂観測については、低水位から高水位までなるべく流量の変化にしたがった浮流砂量を把握することとし、水面上からの正確な深度を得るために配慮している。採取器具は原則として土研式簡易採水器を使用した。実施状況を表-1に示す。

また掃流砂観測は船上から土研式Ⅱ型採取器を河床に降ろして採取した。試料採取地点は、横断方向に左岸側、流心部、右岸側の3点とし、各観測点から3回試料を採取し合わせて1試料とした。平面的な採取位置を明らかにするために、2台のトランシットで測角し作業船を所定の位置に誘導した。

表-1 浮流砂・掃流砂観測一覧表

浮 流 砂 観 測				掃 流 砂 観 測			
回数	調査月日	調査地点	篠路水位(m)	回数	調査年月	調査地点	篠路水位(m)
1	4月28日	石狩河口橋	1.59	6	8月8日	石狩河口橋	2.90
2	5月3日	"	2.03	7	8月9日	K.P.0/11	2.08
3	8月6日	"	6.35	8	8月11日	"	1.00
4	8月6日	"	6.11	9	9月5日	"	2.75
5	8月8日	"	3.09	10	9月5日	"	2.67

航空写真については流向・流速解析を実施中であり、河口部の深淺測量結果については紙面の都合上、割愛する。

4. あとがき

本論文は、北海道開発局が実施した洪水観測の紹介であり、洪水流と河床変動の解析は現在実施中である。今後また別の機会に発表していきたいと考えている。

観測の実施にあたり、早稲田大学吉川秀夫教授、北海道大学岸力教授をはじめとする諸先生方には、有益な御助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 竹本他：石狩川下流部における洪水観測について 第23回北海道開発局研究発表会 55年2月
土木試験所河川研究室：石狩川河口付近における河床波の研究 55年4月