

信濃川長岡地区の低水路河道計画と対策工の効果について

The planning of main channel and effect of its measures in the Nagaoka area of Shinano River

建設省信濃川工事事務所 斎藤 正勝 M. Saito

建設省信濃川工事事務所 岸田 弘之 H. Kishida

建設省信濃川工事事務所 南雲 克彦 K. Nagumo

1. はじめに

信濃川は、流域面積11,900km²、流路延長367 kmの我が国有数の大河である。

信濃川の大河津分水路の上流15.5kmより22.5kmまでの区間は長岡市の中央を貫流しており、信濃川沿川でも最も重要な区間である。この地区は山間部を流下した信濃川が平野部に出た所で、雪国特有の持続時間の長い融雪出水が生じ、河床勾配も急変する地区でもある。

このため、河状は著しく荒廃し、乱流が激しく、各所に水衝部が存在し、河川構造物の損傷も著しく、治水上の危険性も増大してきたため、これらに対処する低水路の整備を基本とした河道計画が樹てられた。

計画の施工方法、工法、施工順序については、模型実験により検討されたもので、昭和50年頃から本格的工事に着手され、10年を経過し、その効果も着実に現れてきている。

本稿では、対策工の変遷（効果）、河床の変動について、現地観測を行い、模型実験と対比して考察したので報告する。

2. 模型実験と低水路河道計画

(1) 河道計画の基本方針

長岡地区河道計画区間は図-1に示すように、長岡市を中心に15.25～22.25 kmの区間である。

この区間の基本方針は以下のようである。

- 1). 堤防法線は現状のままとする。
- 2). 蛇曲の著しい現低水路を修正するため、複断面とし新低水路を造成して、危険な水衝部の解消と高水敷の高度利用を図る。
- 3). 低水路の疏通能力は、2～3年に一度の生起流量程度とし、過去40年間の小千谷観測所の流量記録から低水路流量は4,000 m³/sとする。
- 4). 計画河床の縦断形は河道計画区間が15.25～22.25 kmと部分的なため、全川としてのバランスを考慮してできるだけ現況河道に合わせることとし、図-2に示すように河床勾配1/670～1/1,600を4段階に変化させる。
- 5). 低水路川幅は、現況河道の低水路の平均値である320mを採用する。流下能力の検討から低水路深は下流で約5m、上流で4.5mとなる。



図-1. 長岡地区河道計画位置図

6). 低水路法線は現況河川の流心線の経年変化を参考として、現在の河状にあった低水路法線を一次案とし、これをもとに模型実験を行って修正を加えながら最良案を決定する。

(2) 低水路河道法線の検討

1の6)で述べたように低水路法線について図-3~6のような検討経過を経て最終法線が決定されている。

1). 最深河床位置の変遷(図-3)から、最近の10年間ではその主流路の位置は殆んど変化していない。水衝部である18km付近の右岸の流路も固定されており、ここでは低水路を可能な限り河道中央に移動させることとして流心線をもとに一次案が決定された。

2). 新低水路の河道の安定性を調べるために移動床の模型実験が行われた²⁾。実験においては図-4に示すように長時間通水と不定流実験が行われたが21km付近の水衝部の移動、高水敷にのりあげる流速等の問題があり、低水路河道の設定が必ずしも満足する状況にないことから図-5のような検討を経て最終案が設定されている。この案は低水路を400mに拡大したことと、21km付近右岸の水衝部を固定する目的で法線形状を可能な限り湾曲させたものである。

3). 最終案については、①低水路内の流れがスムーズになり、高水敷の荒廃は著しく軽減されたことと、長時間通水(4,000 m^3/s)において水衝部におけるBarの移動があまりないことが認められた。最終案と昭和48年の河道を比較すると図-6のようであり、当時の水衝部を締め切って高水敷の造成を行うことになる。このため、施工は護岸による整備、低水路の掘削、導流水制による自然堆積を利用して実施することになり、その構造や施工順序についても模型実験によって検討された³⁾。

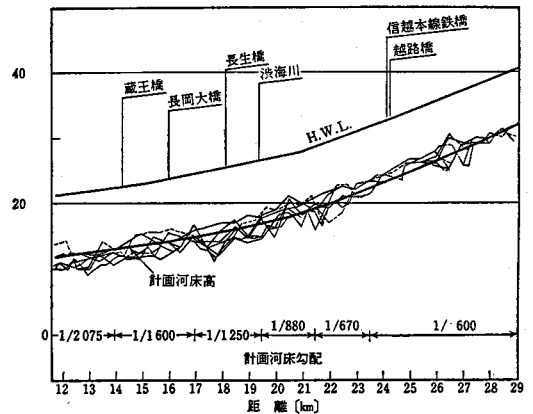


図-2. 信濃川計画縦断面図

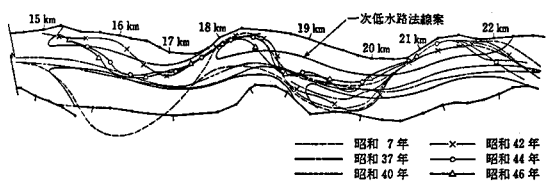


図-3. 最深河床変遷及び低水路法線

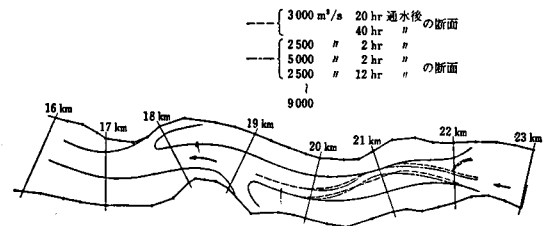


図-4. 模型実験低水路滞筋

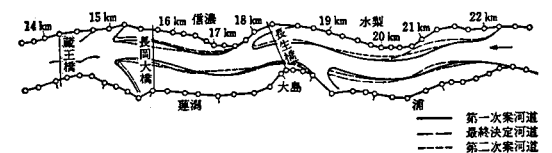


図-5. 長岡地区低水路法線

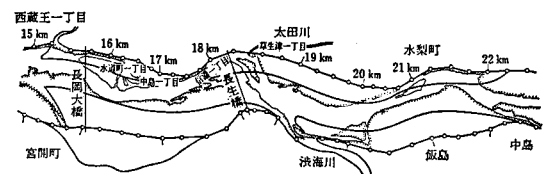


図-6. 長岡地区河道計画平面図

(3) 対策工の施工の順序

低水路河道については、種々の検討を加え決定されたが、実際に、対策工を施工する場合、現況河道の特性が非常に複雑なため、慎重な施工が望まれる。

一方、水衝部の解消は、早急に行われる必要があるが、この箇所は蛇行現象が支配的な所であるため、

対策工の施工の影響でこの箇所の条件を変えることにより、蛇行ピッチの変化により上下流に影響を与えることも考えられる。

従って、施工に際しては、施工による影響を予測し、その保護を行ってから水衝部の施工を行うという方法をとる必要がある。

施工順序の検討にあたっては、

- ① 水衝部の位置と範囲
- ② 水衝部施工後の影響
- ③ 水衝部の施工法

の点の解明に目的を置いて、図-7のように区間全体の施工順序をまとめた。

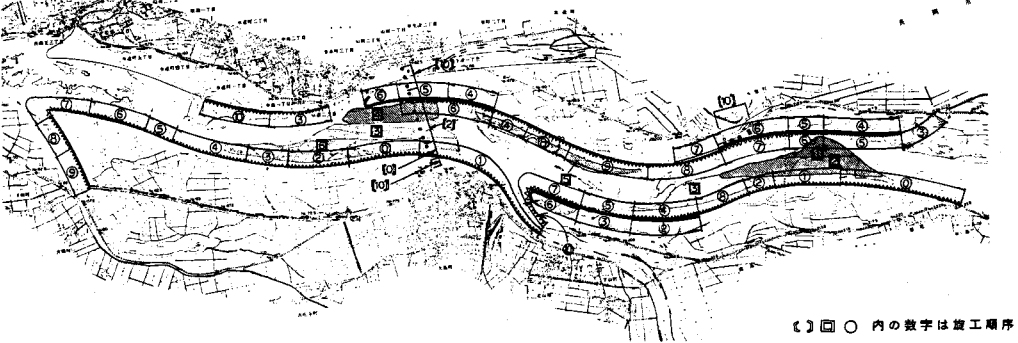


図-7. 河道計画施工順序検討結果

3. 対策工の実施

本格的工事は昭和50年頃から実施しており、施工の変遷と施工位置を図-9に示した。

現在までの整備率は図-8に示しており、全体として約60%の進捗となっている。

地区	種 別	全計画	完成	進捗率 (%)					
				0	20	40	60	80	100
A地区	導流堤	2.3 km	1.33km						
	護 岸	1.9 km	0.5 km						
	水 制	8 基	8 基						
B地区	導流堤	0.7 km	0.19km						
	護 岸	2.5 km	2.5 km						
C地区	護 岸	2.5 km	0.63km						
D地区	護 岸	4.2 km	2.78km						
長生橋横断補強		8 基	8 基						
導流堤・護岸合計		14.1 km	7.91km						

図-8. 事業進捗状況表 (昭和60年度)

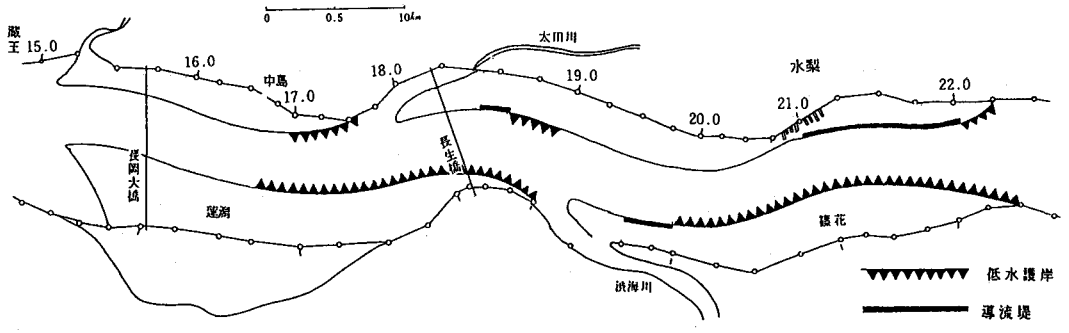


図-9. 長岡地区河道計画施工進捗状況図 (昭和60年度)

4. 現地観測による検討

(1) 水文特性

長岡地区河道形成に支配的役割を果たす河道の主な流況は表-1の通りであり、図-10に示すように年総量の大きな変化はみられないが、主要高水のピーク流量の発生状況を見ると、昭和56年以降(59年は融雪洪水)に4,000 m³/s以上の大洪水が連続して発生している。

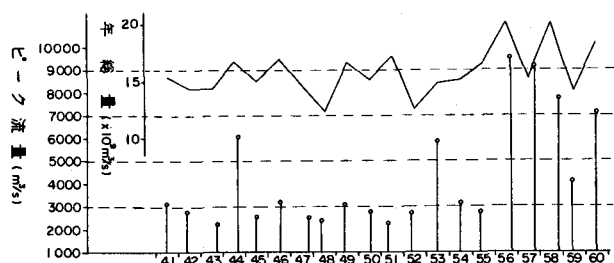


図-10. 小千谷地点流量経年変化

表-1. 小千谷地点の平均流況

年間総水流量	$16.400 \times 10^6 \text{ m}^3$
豊水流量	$587 \text{ m}^3/\text{s}$
平水流量	$388 \text{ m}^3/\text{s}$
低水流量	$296 \text{ m}^3/\text{s}$

※ (S.50~60平均)

(2) 河道の変遷

図-11には、河道計画区間の本格的工事の着手前と近年の河床変化、また、写真1はこの区間の航空写真である。

- 1). 低水路平均河床高は15.5km、20.0km下流を除いては1~2m低下傾向にある。
- 2). 最深河床高は、上流区間を除いては昭和55年までは大きな変化は見られないが、近年局所洗掘が増加している。
- 3). 水衝部の本格的施工の伴い、低水路河道が固定されつつあり、その中で主流線が支配されてきている。これは写真1でも見られるように、低水路内での砂礫堆（単列蛇行）の発達が著しいことからとも言える。

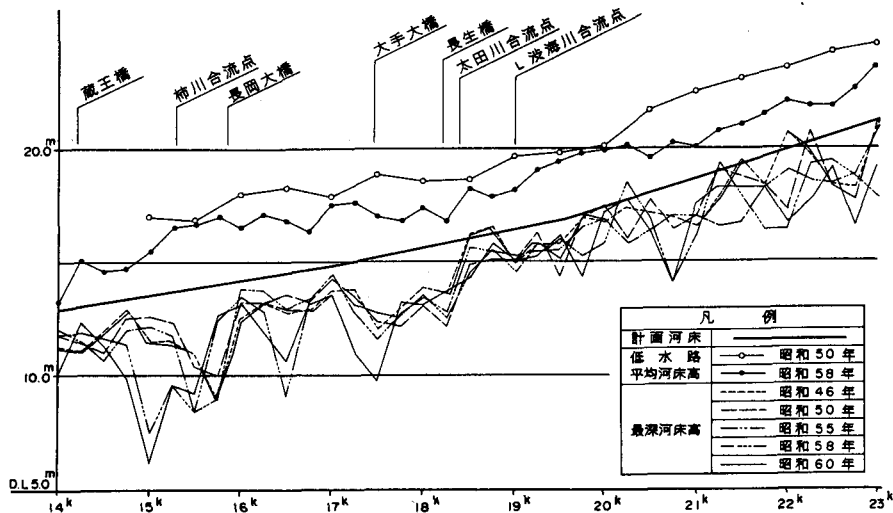


図-11. 河床変動経年変化図

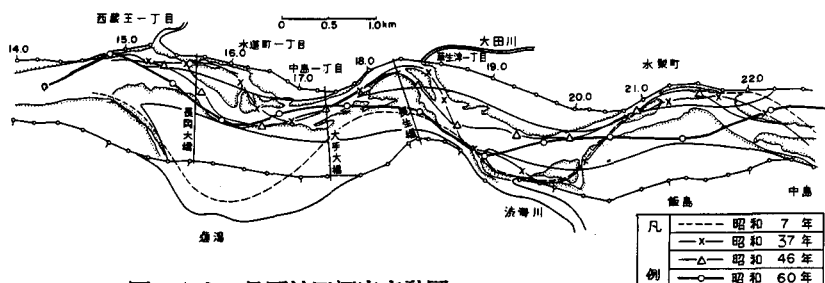


図-12. 長岡地区河床変動図



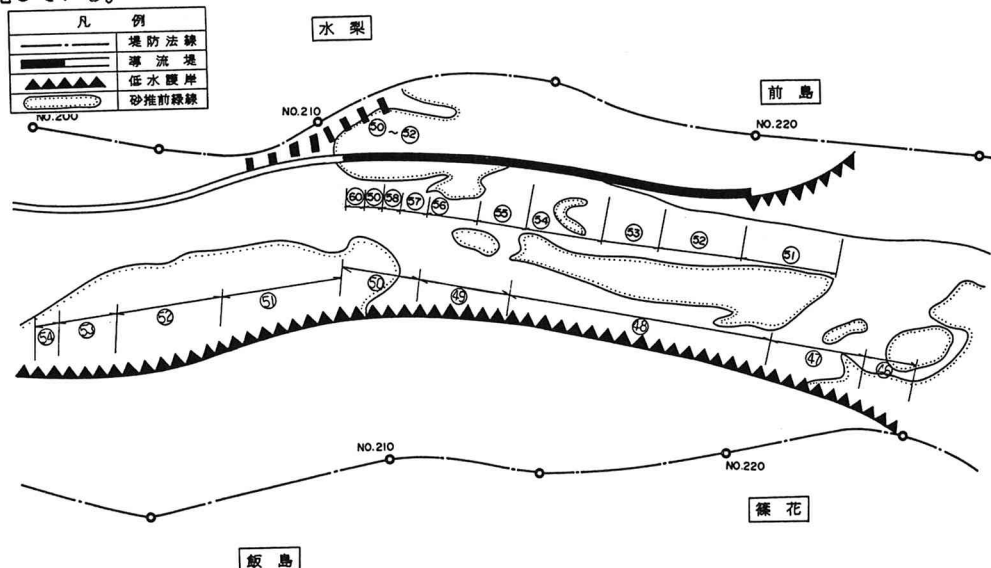
写真－1 長岡地区航空写真（昭和60年10月撮影）

(3) 対策工の効果

長岡地区河道計画の主要対策工は、①導流堤、②低水路護岸、③低水路掘削であり、この他改修等の影響を考慮して、橋梁の根継ぎ等が先行して実施されている。

低水路護岸は導流堤工事に対応して先行着手され、導流堤の影響による河岸侵食防止の効果を発揮している。掘削工事は、導流堤・護岸の諸工事に対応して必要な程度実施されている。各所の低水路工事は各々その役割はあるが、主体的対処は導流堤工事であるので、その代表箇所として水梨地区導流堤（右岸21～22.5km）を取り上げ、その効果について述べる。

- ① 昭和51年度の工事により、水梨地区右岸派流が遮断されて以来60%の進捗率となっている。
- ② 昭和56年までは直上流の河道が典型的な複列砂州の河床形態を示し、本地区に流入する主流路も河道中央から流入している。しかし、昭和57年には約 2km上流の越路橋付近の砂礫堆の発達とあいまって、この地区でも右岸を凸とする大きな砂礫堆が発達し、昭和58年には水梨導流堤の前面に砂礫堆が発達してきた。
- ③ 写真－2、3で比較するように導流堤の背後には土砂が堆積し、昭和60年には本地区の水衝部は解消されており、図－14に示すように 2～4 m の堆積がある。
- ④ 一方、導流堤前面の砂堆の発達により、主流路が左岸低水路護岸に沿って流れ、局所洗掘を惹起し、昭和59年には、低水路護岸の欠壊を招いている。そのため、昭和59年に低水路中央部の砂堆の掘削を実施している。



図－13. 水梨地区対策工施工状況図

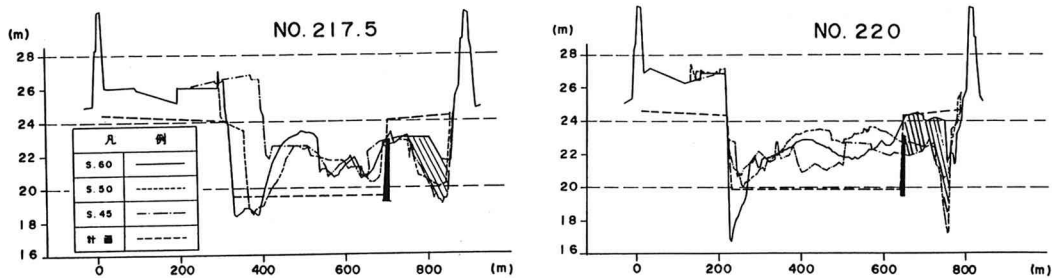


図-14. 水梨(導流堤)付近経年横断変化図 (▨:導流堤による堆砂)



写真-2 (昭和52年10月撮影)

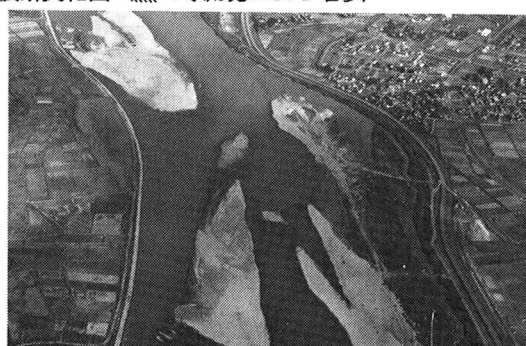


写真-3 (昭和60年11月撮影)

4. 模型実験との比較

現地においては、模型実験により決定された低水路法線に従い、また、施工順序についても、相対的に大きな違いのない形で進められており、現在までの対策工の進捗状況は、約60%である。

さらに、昭和56年には既往最大、59年に融雪最大を含み、56年から大洪水が連続して発生している。

このような状況の下で模型実験と現地の状況を比較してみると、

- ① 導流堤の進捗に伴い、その効果は着実に現れ、概ね模型実験の通りの結果となっている。
- ② 近年の大出水の発生と、本区間上流の河道計画の進捗に伴い、低水路の単列砂礫堆化が著しい。この結果、水梨上流での主流線が模型実験と異なっている。

5. おわりに

本研究では、長岡地区低水路河道計画の進捗に伴う河道の変遷と対策工の効果について述べた。

信濃川のように、毎年確実に融雪出水による低水路満杯程度の流量が発生し、かつ、土砂の流送が多い河川では、ここでとられた対策工が効果的であることが明らかになった。

自然の動きは、実に複雑であり、我々が、その動きを把握し、予測し得る部分は極めて限られた範囲である。従って、計画の実施にあたっては、実施しつつその影響、効果を観察し、それを計画にフィードバックさせながら進めて行く必要があることを充分認識して、今後とも低水路河道の安定を図って行きたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉川 秀夫編 : 流砂の水理学, 丸善 昭和60年
- 2) 信濃川長岡地区河川計画模型実験報告書 その1 : 土木研究所資料 第786号, 昭和47年
- 3) 信濃川長岡地区河川計画模型実験報告書 その2 : 土木研究所資料 第904号, 昭和49年
- 4) 建設省河川局治水課 : 蛇行現象と河道計画, 昭和57年