

真駒内川における礫河床再生計画の作成

Formulation of a gravel riverbed restoration plan in the Makomanai River

水辺・まちづくりグループ 研 究 員 阿部 充
専 務 理 事 丸岡 昇
河川・海岸グループ 研 究 員 秋山 和也

近年、全国的に土砂動態の変化から、河床低下が問題となっている河川が多く見られ、河床低下により河床を覆っていた砂礫が一掃され岩盤が露出している河川の例も複数報告されている。礫河床から岩盤河床に変化することで、砂礫の環境に生息する生物の生息環境に負の影響を与えられ考えられる。このため、岩盤が露出している河川については、礫河床への再生へ向けた対策が必要となる。しかし、岩盤河床を礫河床に復元する対策は、前例のない課題であり、技術的な検討はこれまでほとんどなされていない状況である。

石狩川水系真駒内川では、本来の姿である礫河床の再生を目的として、平成17年度より岩盤が露出した河床を対象に、水制状の高粗度等による水頭損失増加施設を設置し砂礫を河道内に捕捉・堆積させる実験を行い、併せて実験後の観測調査と効果の検証、堆積メカニズムの解明を実施してきた。本稿は、それらの検討を元に作成した真駒内川における礫河床再生計画(案)について報告するものである。

キーワード：真駒内川、礫河床再生、岩盤河床、サクラマス

In recent years, with the changes in sediment kinetics, riverbed degradation has become a problem in many rivers all over the country, and in some cases, rock beds are exposed because a sandy gravel layer covering riverbeds is cleared out due to riverbed degradation. It is considered that the shift from gravel riverbeds to rock riverbeds has a negative impact on the habitat environment of organisms living in sandy gravel beds. Therefore, it is necessary to take measures for restoration of gravel riverbeds in rivers, in which rock riverbeds are exposed. However, there have been no precedent measures for restoration of gravel riverbeds from rock riverbeds, and they have hardly been considered from a technical standpoint until now.

In the Makomanai River of the Ishikari River System, with the aim of restoring gravel riverbeds in its original form, we started to install, in FY 2005, spur-dike facilities to increase head loss due to large roughness in riverbeds in which rock beds were exposed, and have conducted experiments that allow them to trap and accumulate sand and gravels in river channels. We have also continued to verify the results of observation surveys and the effects of experiments, and to clarify sedimentation mechanisms. This paper aims to summarize the gravel riverbed restoration plan (draft) in the Makomanai River, which was formulated based on those considerations.

Key words : Makomanai River, gravel riverbed restoration, rock riverbed, masu salmon (Oncorhynchus masou)

1. はじめに

近年、全国的に土砂動態の変化から、河床低下が問題となっている河川が多く見られ、河床低下により河床を覆っていた砂礫が一扫され岩盤が露出している河川の例も複数報告されている。礫河床から岩盤河床に変化することで、砂礫の環境に生息する生物の生息環境に負の影響を与えると考えられる。

このため、岩盤が露出している河川については、礫河床への再生へ向けた対策が必要となる。しかし、岩盤河床を礫河床に復元する対策は、前例のない課題であり、技術的な検討はこれまでほとんどなされていない状況であった。

石狩川水系真駒内川では、河床低下により岩盤河床が広くみられ、サクラマスをはじめとした魚類や底生動物への環境上の課題が生じていると考えられる。そのため、真駒内川では、「礫河床の復元による河川構造の形成と維持に伴うサクラマスの生息環境の創出」という長期目標を設定し、岩盤が露出した河床（以下、岩盤河床）を対象に、上流から掃流された砂礫を河道内に捕捉・堆積させ、真駒内川本来の姿である礫河床の再生に取り組んでいる。礫河床再生の試みでは、水制状の高粗度等による水頭損失増加を狙った実験施設を設置すると共に、観測調査と効果の検証、堆積メカニズムの解明を実施してきた。本稿は、それらの検討結果を踏まえ作成した、真駒内川における礫河床再生計画（案）について報告するものである。

なお、これまで同実験について、実験前と比較して礫が堆積していることと堆積した礫河床でのサクラマス産卵床の増加が確認され（高橋2007）、更に、砂礫河床への復元後の効果の一つとして、サクラマス幼魚の越冬時において、礫河床が岩盤河床に比して餌環境の点で優位である可能性が指摘されている（阿部2009）。

2. 対象河川の概要

石狩川水系真駒内川は、札幌市街南方の空沼岳（標高1,251m）にその源を発し、8つの支川を合流しつつ北東に流下し、合流点より8kmの地点から北流し、豊平川に合流する流域面積37.1km²、流路延長20.8km、平均河床勾配1/60の急流河川である。過去には災害が頻発しており、昭和37年から河川改修工事が開始され、昭和56年の大水害を契機に計画流量の見直しや自然に配慮した「真駒内川いきいき計画（昭和62年立案）」等を検討し、平成3年から平成11年までに3.6km区間の改修が完成している。また、上流域では昭和53年から砂防事業が実施されており、約2.0kmの流路

工が完成している。平成12年から計画区間が2.7km延伸され、引き続き改修工事が行われている。今回検討した礫河床再生計画（案）の対象区間は、平成20年度までに改修工事が完了した豊平川との合流点からSP4800までのおよそ5kmの区間である。

3. 方法

3-1 検討の流れ

検討の流れを図-1に示す。現地調査と水理検討の結果から、礫河床を再生する優先区間について検討し、施設検討を行った上で平面中横断計画を作成した。また、モニタリング計画についても作成した。

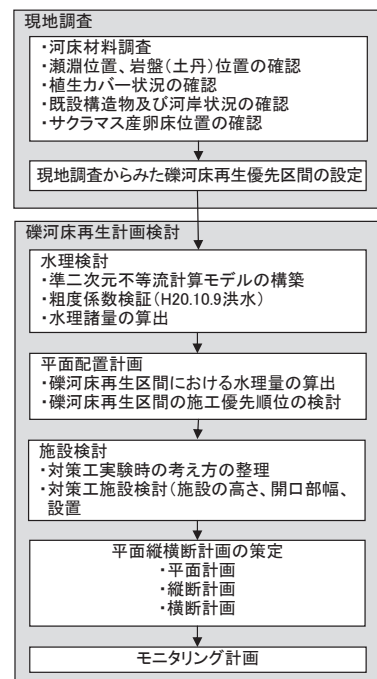


図-1 検討の流れ

3-2 現地調査

現地調査は、以下に整理する項目を実施した。

- ① 河床材料調査
- ② 瀬淵位置、岩盤（土丹）位置の確認
- ③ 植生カバー状況の確認
- ④ 既設構造物及び河岸状況の確認
- ⑤ サクラマス産卵床位置の確認

①～④については、平成21年7月16日～17日に実施し、⑤については、平成21年10月1日に実施した。以下に、それぞれについて詳述する。

(1) 河床材料調査

調査地点は、既往の河床材料調査区間（SP3900～SP4150）を除くものとし、概ね1km ピッチ毎に調査地点を選定した（表-1）。また、調査方法は線格子法による簡易な河床材料調査を実施するものとし、横断

方向に5m程度の測線を設けて実施した。なお、河床材料採取間隔は最大粒径程度とし、20～40cmとした。

表-1 河床材料調査地点

区間設定	河床勾配(計画)	調査地点
合流点～SP3587	1/125	SP750、SP2400、SP3100
SP3587～SP4800	1/100	SP3650、SP4350

(2) 瀬淵位置、岩盤(土丹)位置の確認

目視により瀬淵位置及び岩盤(土丹)位置の確認を行い、瀬淵については早瀬、平瀬等の形態について調査した。調査結果は、現地調査平面図上に記録した。

(3) 植生カバー状況の確認

目視により河畔林位置を確認し、魚類の隠れ場所、餌の供給、水温調節等、魚類にとって良好な生息環境を提供する植生カバーの繁茂範囲を調査した。調査結果は、現地調査平面図上に記録した。

なお、植生カバーは、河岸水際に繁茂するヤナギ類が水面を覆うように繁茂する状態の箇所とした。

(4) 既設構造物及び河岸状況の確認

目視により既設横断構造物の位置、護岸敷高と現況河床の落差等の河岸状況について確認した。調査結果は、現地調査平面図上に記録した。

(5) サクラマス産卵床位置

札幌市内におけるサクラマスの遡上・産卵は、例年9月下旬から10月上旬に観察される。よって、調査日を平成21年10月1日とした。

調査対象区間の河川内を徒歩により移動し、目視により確認した産卵床及びサクラマス個体の位置を平面図上に記録した。また、調査対象区間において産卵床となりうる河床を踏査により選定し、選定した場所において、「線格子法」による調査を実施した。調査は横断方向に5m程度の側線を設けて実施した。

現地調査の結果から、礫河床再生の優先度が高い区間について検討を行った。

3-3 水理検討

(1) 準二次元不等流計算モデルの構築

検討対象範囲は真駒内川合流点～SP4800の改修済み区間を対象に、岩盤(土丹)の露出するSP2900(第11号落差工上流)～SP4800(改修済み区間上流端)区間とした。

使用断面は表-2の通りである。なお、落差が大きい斜路工や落差工の上流部においては、落差上流部で生じる低下背水の現象を表現するため、計算断面間隔を短くする(内挿断面の設定)などの処理を行った。

また、SP3900～SP4150の区間では、後述する粗度係数の検証区間になることから、10mピッチで断面を内挿することとした。

表-2 使用断面

区間	断面	備考
SP2900～SP3550	SP2710～2974.5、 SP2974.5～3200、 SP3200～3360、 SP3360～SP3530	標準断面(平成9年度設定)
SP3587～SP4800	50mピッチ	平成20年度測量断面

計算に用いる粗度係数(一次設定粗度係数)については、まず河床材料調査結果及び既往報告書(真駒内川総合流域防災工事環境変動調査検討H20.3)を元に代表粒径の設定を行った。その後、マニング・ストリクラー式を用いて推定粗度係数を算出した。

$$n = \frac{ks^{1/6}}{7.66\sqrt{g}}$$

ここで、 K_s :相当粗度(河床材料の代表粒径をm単位で使用)、 g :重力加速度 9.8m/s^2 である。

推定粗度係数は低水路河床部分の粗度係数であるため、低水路法面の粗度係数との合成粗度係数を算出し、これを低水路の一次設定粗度係数とした。

また、検討区間では洪水時に射流が発生する箇所が複数あり、計算が発散してしまうという問題があった。そこで、計算上は当該箇所に境界条件として限界水深を与え、計算を行うこととした。

以上を踏まえ準二次元不等流計算モデルを構築した。

(2) 粗度係数の検証

低水路粗度係数については、前項までに構築した準二次元不等流計算モデルにより算出した計算水位と観測水位(H20年10月9日洪水: $Q=15.4\text{m}^3/\text{s}$)とを比較し、水位の再現性が良好となる粗度係数について設定した。検証の区間はSP3900～4150の現地実験を実施している区間である。対象洪水は、同区間のみで水位が観測されていることから、この区間における計算水位との比較を行った。

粗度係数の検証に際しては、一次設定粗度係数の他に粗度係数を全川一律に設定する場合や岩盤露出区間と礫床区間で分けて設定する場合など、5つのケースについて想定し、それぞれ算出した計算水位と観測水位とを比較検討した。結果について図-2に示す。さらに、対象区間で、実験施設の1パターンである玉石複列水制区間においては、区間上流(SP3950)における計算水位と観測水位の整合性を考慮し、形状損失係数を設定した。

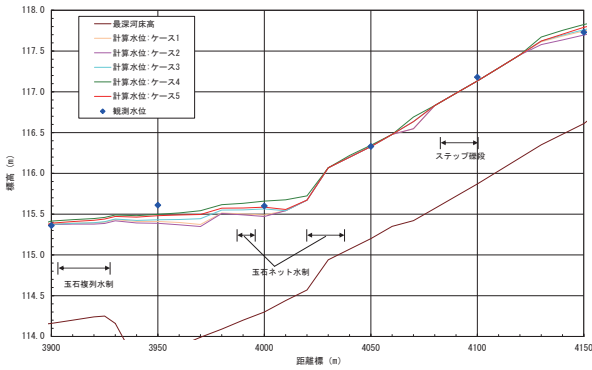


図-2 粗度係数の検証

(3) 水理諸量の算出

構築した準二次元不等流計算モデルを用いて、現況河道の場合と、現地調査からみた礫河床再生優先区間において実験区間の粗度係数を適用した場合の移動限界粒径を算出した。流量は平均年最大流量とした。平均年最大流量はほぼ低水路満杯流量と等しく、一般的に河道の平面形態や河床形態を規定する流量とされ、対策施工後の水理量を把握するための流量条件とされる。なお、計算に使用した平均年最大流量は、既往報告書(平成20年度 真駒内川総合流域防災工事環境変動調査検討報告書)に記載されている $28\text{m}^3/\text{s}$ とした。

実験区間の粗度は、対策実施後の粗度と考えられる。そのため、礫河床再生優先区間において実験区間の粗度を適用した場合については、対策実施後(施工後)の河道条件と見なせるため、現況河道の場合と比較することで対策効果の予測ができると考えられる。

4. 結果

4-1 現地調査結果

現地調査結果については、図-3の通り、平面図上に整理した。さらに、礫河床再生区間は、現地調査結果より、「岩盤(土丹)」の露出している箇所を取り巻くように一連区間で設定し、その区間ごとに、現地調査項目における「岩盤(土丹)位置」、「植生カバーの有無」「サクラマス産卵床位置」に着目し、表-3に示す考え方に基づきランク分け(ランク1~3)を行った。結果について図-4に示す。

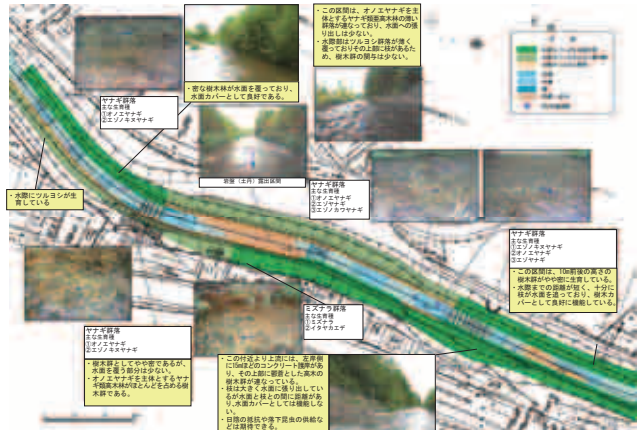


図-3 現地調査結果の整理例

表-3 現地調査による礫河床再生優先順位の考え方

指標	岩盤(土丹)露出箇所	サクラマス産卵床が近傍(上下流)に存在	魚類にとって良好な植生カバーが存在	備考
優先順位				
礫河床再生区間	○	-	-	・特徴を有する一連区間で設定
優先順位(ランク1)	○	○	○	
優先順位(ランク2)	○	○	-	
優先順位(ランク3)	○	-	-	

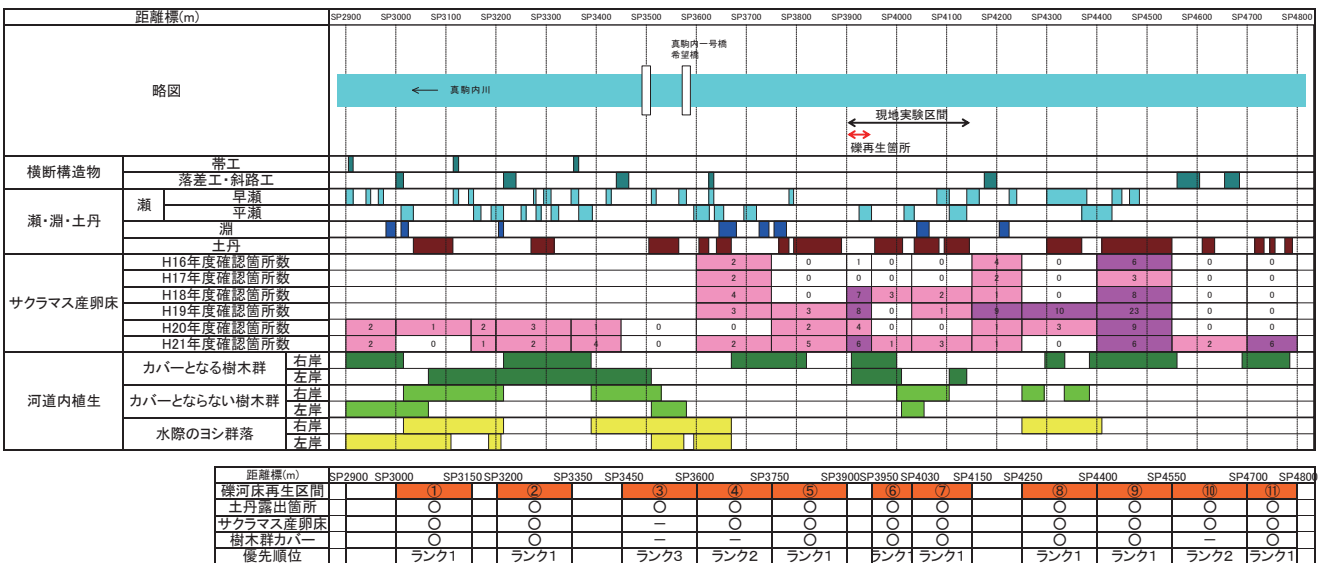


図-4 現地調査結果からみた優先区間

4-2 水理検討結果

(1) 移動限界粒径の把握

現況河道及び対策工設置後における、砂礫の堆積のしやすさを検証するため、移動限界粒径を算出した。移動限界粒径とは、算出された粒径より大きな粒径が河床にとどまることを意味する。結果を図-5に示す。

礫河床再生の実験の結果、最も効果のあった実験施設(玉石複列水制)における代表粒径は、53.5mmであることから、移動限界粒径が60mm以下であれば、礫河床再生の対策施工後において、礫が再生する可能性が非常に高いと考えられる。図より、それらの区間は、①区間(SP3000～SP3150)、②区間(SP3200～SP3350)、③区間(SP3450～SP3600)、④区間(SP3600～SP3750)、⑥区間(SP3950～SP4030)、⑧区間(SP4250～SP4400)、⑨区間(SP4400～SP4550)、⑪区間(SP4700～SP4800)である。

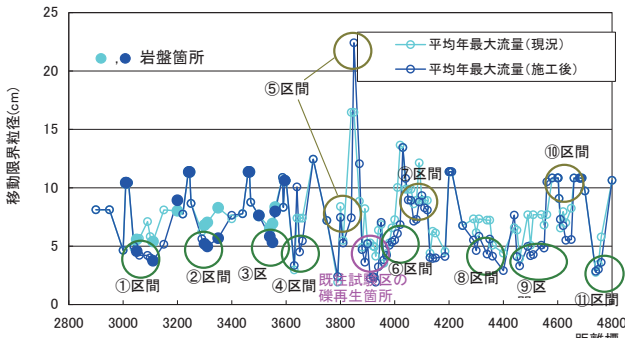


図-5 移動限界粒径の計算結果

(2) フルード数

次に、現況及び対策施工後の平均年最大流量流下時に対するフルード数の縦断分布図を図-6に示した。

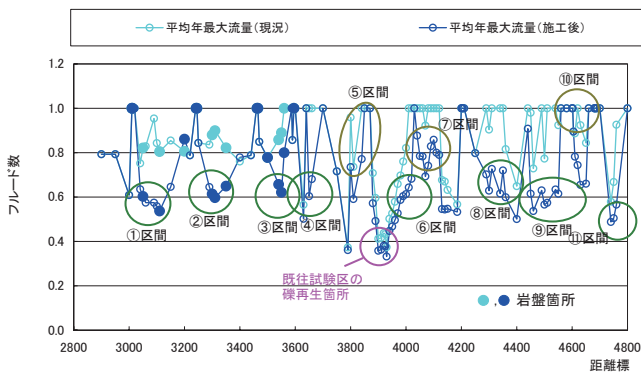


図-6 フルード数縦断分布図

岩盤区間11箇所において、河床が急勾配であり滝状の流れに近い⑤区間(SP3750～SP3900)、⑦区間(SP4030～SP4150)、⑩区間(SP4550～SP4700)については、対策施工後のフルード数が他の岩盤区間と比較しても大きく(フルード数:0.8前後)、対策施工後においても砂礫が堆積しにくい条件にあることがわ

かる。

(3) 水理検討からみた礫河床再生区間の優先順位

水理検討結果を踏まえ、さらに対象となる礫河床再生区間における対策後の移動限界粒径及び対策前後の移動限界粒径差分(現況と対策施工後の移動限界粒径の差)について整理し、施工の優先順位を評価した。移動限界粒径が小さいほど、礫が堆積しやすいと考えられる。一方、移動限界粒径の差については、その値が大きいほど、対策実施後の効果が大きいと考えられる。表-4に、対策後の移動限界粒径による評価及び対策前後の移動限界粒径差分による評価からの施工優先順位を示す。移動限界粒径により評価した優先順位は、対策施工後の移動限界粒径の小さい順、対策前後の移動限界粒径差分により評価した優先順位は、現況と対策施工後の移動限界粒径の差が大きい順である。ここでは、それぞれ3位までの箇所について整理した。その結果、4箇所(①区間、④区間、⑨区間、⑪区間)が抽出された。これら4箇所は、移動限界粒径の大きさとしては3.01～4.50cm、移動限界粒径の差としては0.43～2.89cmの値を示した。

表-4 水理検討からみた礫河床再生優先区間の設定

設定区間	移動限界粒径 (cm)			対策後の移動限界粒径により評価した優先順位	対策前後の移動限界粒径差分により評価した優先順位
	現況 a	対策施工後 b	差 a-b		
① SP3000～SP3150	5.82	4.00	1.82	2位	3位
② SP3200～SP3350	6.80	5.20	1.60	6位	5位
③ SP3450～SP3600	6.93	5.33	1.60	7位	5位
④ SP3600～SP3750	7.40	4.50	2.89	4位	1位
⑤ SP3750～SP3900	8.39	7.46	0.93	9位	8位
⑥ SP3950～SP4030	7.27	5.52	1.75	8位	4位
⑦ SP4030～SP4150	9.88	8.95	0.92	10位	9位
⑧ SP4250～SP4400	6.16	4.62	1.54	5位	7位
⑨ SP4400～SP4550	6.37	4.11	2.26	3位	2位
⑩ SP4550～SP4700	10.84	10.84	0.00	11位	11位
⑪ SP4700～SP4800	3.44	3.01	0.43	1位	10位

5. 礫河床再生計画の作成

5-1 施設計画策定箇所の設定

現地調査結果及び水理検討結果について、図-7の通り一覧表及び平面図に整理し、礫河床再生優先区間について検討し、対策のための施設設置計画の策定箇所について設定した。

検討の結果、水理検討でも抽出された4箇所(①区間、④区間、⑨区間、⑪区間)が妥当であると考えられた。そこで、治水安全度の確認のため、それぞれの箇所に玉石複列水制を設置した河道について、計画流量流下時の水位を準二次元不等流計算により算出し、計画高水位(HWL)との比較を行った。その結果、⑨区間で計算水位がHWLを超過した(図-8)。施設設置によ

設定区間	現地調査結果からみた礫河床再生優先区間				ランク	水理検討結果からみた礫河床再生優先区間					備考
	岩盤（土丹）露出状況	サクラマス産卵床の状況	魚類にとって良好な植物カバーの存在状況	現況の移動限界粒径 : a (cm)		対策後の移動限界粒径による評価		対策前後の移動限界粒径差分による評価			
						対策後の移動限界粒径 : b (cm)	順位	現況-対策後の移動限界粒径 : a-b (cm)	順位		
① SP3000~SP3150	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	○ 左岸側に存在	5.82	4.00	2位	1.82	3位			
② SP3200~SP3350	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	○ 左右岸ともに存在	6.80	5.20	6位	1.60	5位			
③ SP3450~SP3600	○ 右岸側に露出	× 存在しない	× 存在しない	6.93	5.33	7位	1.60	5位			
④ SP3600~SP3750	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	× 存在しない	7.40	4.50	4位	2.89	1位			
⑤ SP3750~SP3900	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	○ 右岸側に存在	8.39	7.46	9位	0.93	8位	他の区間 비해、対策施工後において砂礫が堆積しにくい傾向にある		
⑥ SP3950~SP4030	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	○ 左右岸ともに存在	7.27	5.52	8位	1.75	4位			
⑦ SP4030~SP4150	○ 河床全体に露出	○ 数箇所存在	○ 左岸側に存在	9.88	8.95	10位	0.92	9位	他の区間 비해、対策施工後において砂礫が堆積しにくい傾向にある		
⑧ SP4250~SP4400	○ 左岸側に露出	○ 数箇所存在	○ 右岸側に存在	6.16	4.62	5位	1.54	7位			
⑨ SP4400~SP4550	○ 左岸側に露出	○ 数箇所存在	○ 右岸側に存在	6.37	4.11	3位	2.26	2位			
⑩ SP4550~SP4700	○ 河床中央部に露出	○ 多数存在	× 存在しない	10.84	10.84	11位	0.00	11位	他の区間 비해、対策施工後において砂礫が堆積しにくい傾向にある		
⑪ SP4700~SP4800	○ 河床中央部に露出	○ 多数存在	○ 右岸側に存在	3.44	3.01	1位	0.43	10位			

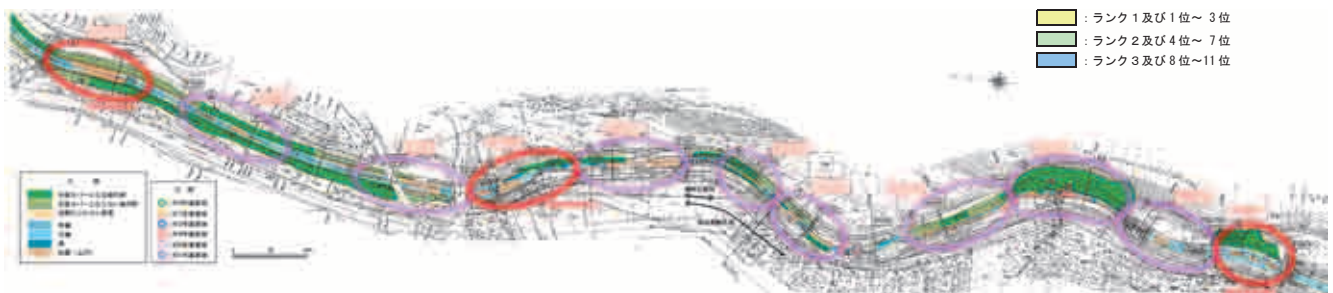


図-7 施設計画策定箇所の設定（赤枠が策定箇所）

る対策は、粗度を大きくすることにより砂礫の堆積を促すものであり、洪水時の水位が上昇すると考えられる。そのため、施設設置にあたっては、設置後の計画流量流下時の水位をチェックし、治水安全度の確認を行うことが必要である。必要に応じて施設の形状や設置箇所の再検討が必要であるが、今回は、該当区間を対象箇所から除外することとした。

5-2 施設設計

対策として設置する施設は、本河川の砂礫堆積のための現地実験で実績のある、玉石複列水制を用いることとした。

(1) 玉石複列水制の概要

玉石複列水制は、岩盤化した河道に礫の堆積を促すため、透過性のある横断施設を複列に配置したものである（写真-1）。この施設は、ワイヤーで連結した直径35cm程度の玉石を用い、高さは最大粒径見合いの50cmとし、縦断方向に5m間隔で6列、左右交互に開口部を設けて川を横断するように配置したものであ

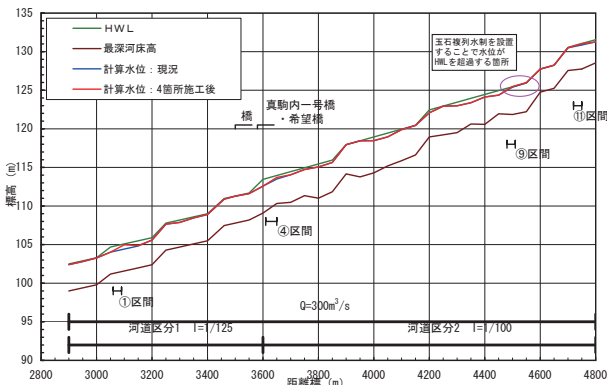


図-8 施工後の水位の検証（治水安全度の確認）

最終的には、①区間、④区間、⑪区間の3箇所を施設計画策定箇所とした。結果は図-7の赤枠に示す通りである。



写真-1 玉石複列水制

る。設置間隔は、増水時において構造物下流に生じる剥離流を考慮し、高さに対して10倍の距離とした。

(2) 現地適用法

玉石複列水制の現地適用にあたっては、現地実験区の施設概要、土砂堆積状況等を踏まえ、施設設置方針の考え方を以下のとおり整理した。

玉石複列水制については現地実験施設を基本として、現地状況に応じて設置幅及び設置間隔を調整する。

- ①玉石の大きさ：直径35cm程度の玉石を用い、高さは最大粒径見合いの50cmとする。
- ②設置間隔：縦断方向に5m間隔、左右交互に開口部を設けて川を横断するように配置する。ただし、横断幅については、現地の岩盤（土丹）露出状況、土砂堆積状況等を踏まえて調整する。
- ③設置列数：模型実験水路（1/20）の結果から6列配置を基本とする。
- ④設置方法：岩盤（土丹）にアンカー栓を設けて、ワイヤーで連結した玉石を設置する。

施設の平面図及び横断図について図-9に示す。

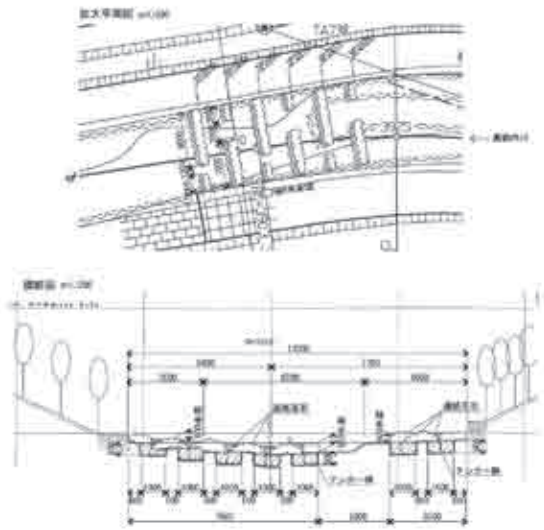


図-9 施設設置平面図(上)と横断図(下)

5-3 平面縦横断計画の策定

施設設置方針に基づき、各設置箇所における平面縦横断計画を策定した。例として、①区間における現地の写真(写真-2)及び各計画図(図-10)に示す。



写真-2 ①区間の現地状況

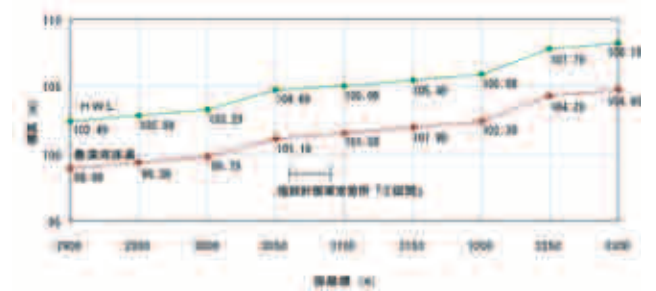
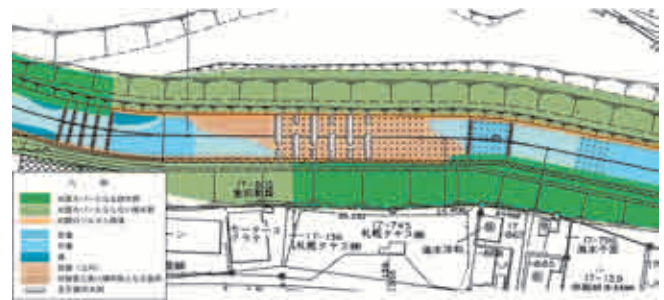


図-10 ①区間の対策施工計画に係る平面図(上)、縦断図(中)、横断図(下)

6. モニタリング計画

礫河床再生に関する取り組みはまだ先進的なものであり、治水安全度の観点からも、粗度を大きくするため洪水時の水位が高くなる影響があると考えられることから、モニタリングを行い、段階的、順応的に実施していくのが望ましいと考えられる。礫河床再生区間における効果検証を目的としたモニタリング計画の方針を表-5に示す。

モニタリング項目は物理環境調査(水深、流速、堆積土砂の粒径、河床変動)、環境調査(魚類、サクラマスの産卵床、底生生物)に大別される。なお、調査区間は、対策工設置箇所の岩盤(土丹)露出区間及び対策工設置による影響区間とし、対策区間を含め上下流60m程度(対策区間下流10m、対策区間及び上流50m)とする。調査実施時期は、河床材料等の物理環境変化が大きい出水の経験後(融雪増水後(春～秋)、秋季増水後(秋～冬))を対象とする。

<参考文献>

- 1) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六(編): 河川生態環境工学, 東京大学出版(1993)
- 2) 北海道札幌土木現業所: 平成17年度 真駒内川統合河川工事魚類生息環境調査検討報告書(2005)
- 3) 北海道札幌土木現業所: 平成20年度 真駒内川 総合流域防災工事 環境変動調査検討報告書(2008)
- 4) 土木学会: 水理公式集(1999)
- 5) 高橋浩揮他: 真駒内川における礫河床の復元に関する実験的研究について(中間報告)「リバーフロント研究所報告」第18号(2007)
- 6) 阿部充: 河床形態がサクラマス幼魚の越冬時餌環境に及ぼす影響「リバーフロント研究所報告」第20号(2009)

表-5 モニタリング実施内容

調査項目	調査目的	調査内容	調査時期
物理環境調査	水深、流速、河床材料、河床変動	対策区間の水理特性の把握(粗度係数、掃流力、フルード数)	対策区間の低水路内を1m×1mの方形メッシュで区切り、方形区内において、水深、流速、河床材料、河床高を計測
環境調査	魚類	魚類生息状況(環境改善状況)の把握	年2回(融雪増水後(春～秋)、秋季増水後(秋～冬))
	サクラマス産卵床	サクラマスの遡上状況及び産卵分布状況(環境改善状況)の把握	エレクトロショックカー、タモ網、サデ網等による魚類採取(種別・個体数の計測)
	底生生物	底生生物の生息場である浮石等の環境改善状況の把握	9月中旬～10月上旬(サクラマス遡上期)
		産卵床目視調査 ※全川調査 目視対象とする産卵床の形態は、「河床の窪み」、「礫の堆積(マウンド)」、「河床内の変色部分(苔が付着せずに白っぽく見える部分)」とする。	年2回(融雪増水後(春～秋)、秋季増水後(秋～冬))
		サーバーネット(25cm×25cm)による定量採取 ※対策区間内における瀬を対象とする	

7. おわりに

真駒内川の礫河床再生への取り組みは、全国的にも貴重な取り組みと言える。今後、他の河川も含めて実績、知見が集積されることで、河床低下による岩盤河床化の問題解決の一助となると考えられる。

最後に、本報告を行うにあたり、ご協力・ご助言を頂いた北海道札幌土木現業所及び調査にご協力頂いた関係各位に対して、深く感謝を申し上げます。