

# 散水消雪の河川取水に採用した表流水取水工法

中 村 信・井 上 隆

本稿は、建設中の北陸新幹線の散水消雪設備に採用した河川表流水取水工法の報告である。河川表流水取水工法は、魚の遡上を妨げることなく散水用の補給水を取水することが可能で、特集テーマである「自然再生」に寄与する工法である。

1章ではこの方式を選択するにいたった経緯を述べ、2章でこの方式の特徴を詳細に述べる。

キーワード：北陸新幹線、散水消雪、河川取水、表流水取水工法、魚道不要

## 1. 北陸新幹線になぜ取水設備が必要なのか

現在、鉄道・運輸機構が平成26年度末の完成を目指し、建設を進めている「北陸新幹線（長野・金沢間）」は、北陸新幹線建設局（長野市）、北陸新幹線第二建設局（富山市）、大阪支社の3拠点が分担して工事を行っている。

このうち北陸新幹線建設局分は、平成9年10月に開業した高崎・長野間（現在、JR東日本：長野新幹線として運行）の長野駅から新潟県糸魚川市までの延長約88kmであり、通過市町村は、起点側から順番に、長野市、小布施町、中野市、飯山市、妙高市、上越市、糸魚川市（旧能生町範囲）である。

この区間のうち中野市以遠は日本海側の気候特性が特に冬に顕著で、稀に見る多雪地帯であり、新幹線の安定運行には大規模な雪害対策が必要である。（鉄道・運輸機構では、雪を一方的に運行阻害要因として捉え「雪害対策」と呼んでいるが、他方では雪が様々な恵みをもたらすことも承知している。）

鉄道・運輸機構が建設に関わった新幹線の中で、同様な気候条件のもと現在旅客運行をしているのは、上越新幹線の群馬県北部～新潟、東北新幹線の盛岡～新青森の2区間（いずれもJR東日本管内）であり、雪害対策として複数の手法の中からそれぞれの区間に合った手法を選択・組み合わせて安定運行を実現している。その選択肢のひとつに「循環式散水消雪方式」があり、北陸新幹線では中野市から糸魚川市能生までの高架橋区間（「明かり区間」と呼ぶ）にこれを採用した。

散水消雪とは、降雪時、高架橋内に配置したスプリンクラーにより一定温度の水を散布し雪を積もらせな

い方式である。また循環式とは、貴重な水を垂れ流しせず回収して何度でも再利用することからこう呼ぶ。この方式では循環のなかで蒸発や飛散、漏水などにより回収ロスが生じ、その量に見合った補給水が必要となる。補給水であるためその量は意外に少なく中野市、飯山市を合わせて最大6.2t/分、高田平野（妙高市、上越市）で最大9.0t/分、糸魚川市では1.9t/分である。

水源としてはすぐに河川取水が思い浮かぶ。中野市、飯山市には日本有数の大河川である信濃川（長野県内では千曲川）が新幹線ルートに交差して流れており、高田平野では関川の支流大熊川が新幹線ルートに近く、糸魚川市では能生川を新幹線ルートがまたぐ。いずれの河川でも主に農業用水取水の水利権が複数付いているが、取水が必要な冬期間に限れば河川維持流量を割り込むことなく消雪水の河川取水が可能であったため水源を河川に求めることとし、各河川管理者と協議を進めた結果、取水許可を得ることができた。

各河川的基本的な諸元は次のとおりである。

河川名	計画高水量 (100年確率)	新幹線付近の河川 幅（堤防天端間）	新幹線付近の 河床勾配
千曲川	9,000 m <sup>3</sup> /秒	約 540 m	1/1,145(0.09%)
大熊川	410 m <sup>3</sup> /秒	36 m	1/175(0.57%)
能生川	1,100 m <sup>3</sup> /秒	97 m	1/80(1.25%)

一見してわかるとおり、千曲川は別格の大河川であり、大熊川は小規模河川で高田平野を蛇行しながら流れる比較のおだやかな河川、能生川は日本海に注ぐ河口近くにも関わらず急流で「あばれ川」である。いず

れも河川改修は済んでいる。

千曲川からの取水は、左岸低水路護岸に取水口を設け、高水敷の地下水槽から取水ポンプで送水する一般的な取水設備（取水庭方式）である。取水量がわずかであるため、堰やゲートなど流れに影響する施設はまったく必要ない。

しかし、大熊川、能生川については、冬季間の水深が浅く、堰を設けなければ安定した取水は難しいとの判断から概略設計の段階では川幅全幅に起伏堰を設けることを考えていた。ことに能生川については川筋が数年を経ずして変わることもあり、必要水量からすると、ずいぶん大げさな施設規模を構想した。

しかし、堰方式では、魚道の確保、上下流広範囲にわたる堤体改修・補強、影響範囲に入る他事業の施設の付替え、堰の倒伏前の堆砂・堆石の浚渫などが必要であり、初期コスト、維持コストとも大きく膨らむことは明らかである。なにより川の流れを人為的に変えるのであるから川に対し何らかの負荷が生じるであろう。

さらに両河川とも地元の漁業組合による漁業権が設定されており、大熊川については上流でイワナなどの溪流釣りが盛んである。一方、能生川は天然鮎の遡上河川として鮎釣りファンに愛されている河川であり、また、秋には鮭が群れを成して遡上し、その多くは河口付近で捕獲されるが、これをうまく逃れて新幹線ルートより上流にまで遡るものもいる。なお、人口孵化させた鮭の稚魚は新幹線ルートよりさらに上流の支川島道川に放流されるため、鮭はここを目指しているのかもしれない。

こうしたことから取水計画の深度化の過程で、なんとかもっと「川にやさしい」方法はないものかと各方面にあたったところ、表流水取水工法に行き着いた。この工法は流芯部に河床よりわずかに深い導水溝を設け、そのなかに取水ストレーナーを据え付けるというシンプルな構造であり、河床に落差が生じないため魚道の必要がない。まさに我々が目指す川にやさしく、ローコストな方式である。同時に「川にやさしい」とは、言い換えれば施設が川の流れから受けるダメージも小さいということであり、維持コストの低廉化にも資するはずである。

写真一 1, 2 は、平成 24 年秋に撮影した大熊川と能生川の取水基地付近の航空写真である。大熊川は平成 24 年初冬に完成し、能生川は平成 25 年春に取水設備が完成する。



写真一 1 大熊川取水基地付近



写真一 2 能生川取水基地付近

## 2. 河川表流水取水工法の詳細

### (1) 河川表流水取水工法とは

平成 2 年の旧建設省（現国土交通省）の「多自然型川づくり実施要領」から、平成 18 年の「多自然型川づくり基本方針」に至り、取水施設も自然環境に配慮しつつ、地域景観と調和することを求められている。また、より親水性を高め、水と緑の空間として人々に潤いを与えるとともに、多様な生物の生息環境の保持が重要とされてきている。

従来、農業用水、消雪・流雪用などの取水に際して、清澄水を求め集水埋渠としたがための失敗事例が多くみられる。これらは季節使用になるため長期にわたり取水を停止すると必然的に目詰まりが起り、取水量が低下することによる。

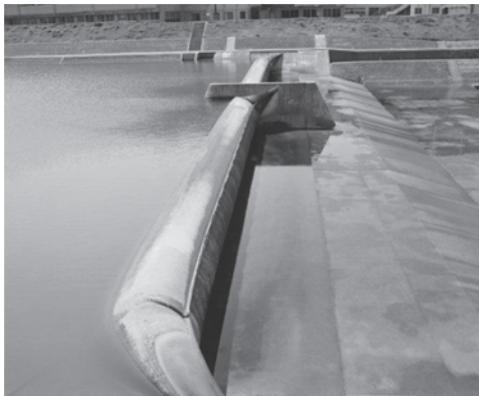
起伏堰等による取水の場合、起伏時及び濁水時には堰下流の流量の低下により、水生生物への影響が懸念される。また起伏堰の上流は湿潤（プール化）するため、転落防止対策が必要となる。また、倒伏時には貯水が一気に流れ下ることによる人身事故の危険があり、通報設備などが必要になることもある。

このため、河積を侵さず治水上安全かつ、魚や水生生物の往来を阻害しない河川表流水取水工法を開発した。本工法は河川を堰上げしない取水工法であり、自然環境に優しく親水性の高い取水設備とすることができる（写真一 3, 4）。

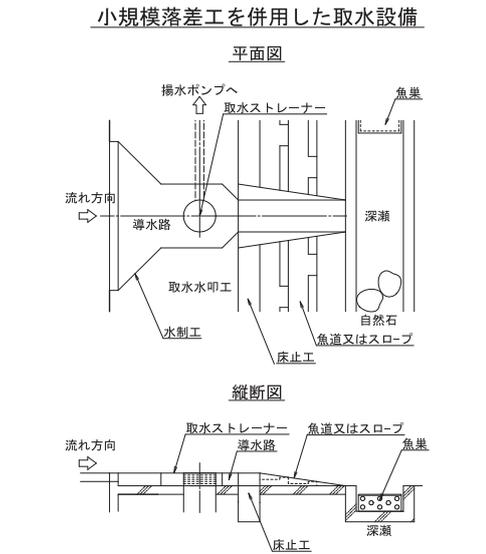
本工法は河川の横断方向に床止工を設け、その上流



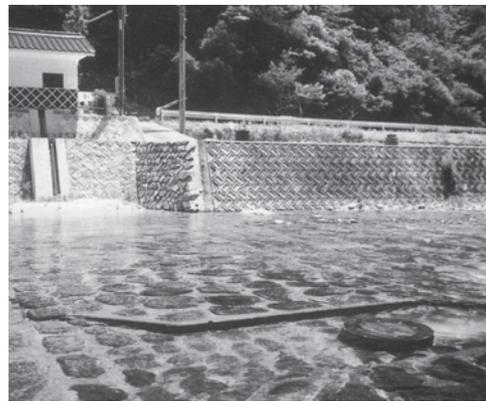
写真—3 多自然型河川表流水取水工法



写真—4 渇水期のゴム製起伏堰



図—1 表流水取水工法の一例



写真—5 自然石による水叩工

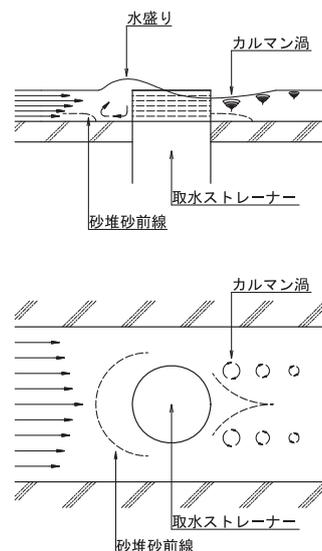
に取水水叩工を構築し、流芯に45°に近い角度の水制工を有する浅い三面張りの導水路を設置する。流水の作用により導水路に射流を生じさせて、導水路の中心に取水ストレーナーを突出させて設置することで、流水の作用を利用して土砂及び流芥を下流に掃流させる取水工法である。

河川勾配が緩やかな場合、導水路深さ以上の小規模落差工を併用することで十分な掃流効果を得ることができる。また、魚道や早瀬、深瀬、魚巢などと組み合わせることができ、魚などの水生生物に配慮できる自然にやさしい取水工法である(図—1)。

さらに、取水水叩工のコンクリートブロックに自然石を埋め込めば藻類が付着しやすくなり(写真—5)、更に豊かな自然空間を創出することもできる。懸念される取水ストレーナーへの稚魚の迷入に関しては、大粒径の土砂やごみをはじく一次スクリーンの目幅が5mmであり、物理的にほぼ阻止できる。

(2) 取水ストレーナーと流れの作用について

河川の流芯(水衝部)に浅い三面張りの導水路を設



図—2 流れの作用概念図

けた場合、導水路内は噴流状態になり流水の作用によって掃流されて常に川筋が維持される。

この導水路に円柱状の取水ストレーナーを突出させて設置することで、衝突した流れは盛り上がり導水路



写真一六 取水ストレーナー

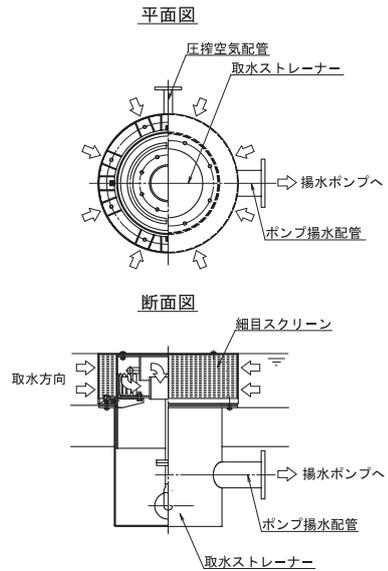
底の圧力が上昇する。下層流は上流に向けて流れ、堆砂前線が形成される（橋脚の洗掘作用と同じ現象）。また、取水ストレーナーの下流側ではカルマン渦が生じ、土砂の堆積が生じにくくなる（図一2）。

取水ストレーナーは円筒の側面下半に縦スリットを設け（写真一6）、円筒内の中央に上向きベルマウスの呑み口を縦スリット上端より高くすることで流れに湧き上がりをつくる。これにより、乱流を整えると同時に、一次スクリーンを通り抜けた小粒径の土砂がベルマウスの周囲に沈降し、清浄な水だけを取水することができる（図一3）。

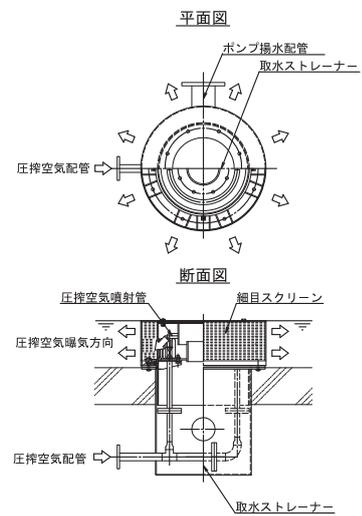
**(3) 圧搾空気による取水ストレーナーの再生**

本取水工法では、一次スクリーン外周に引っかかったごみやベルマウスの周囲に沈降・堆積した土砂を取り除くため、圧搾空気を用いたセルフクリーニング機能を持っている。このために、取水ポンプ室にコンプレッサーと空気タンクを設置し、これから取水ストレーナーに随時圧搾空気を送り、外側に向かって水中爆気させる（図一4）。

圧搾空気を送るタイミングについては、①一次スクリーンがごみで閉塞して流入が妨げられ密閉取水井

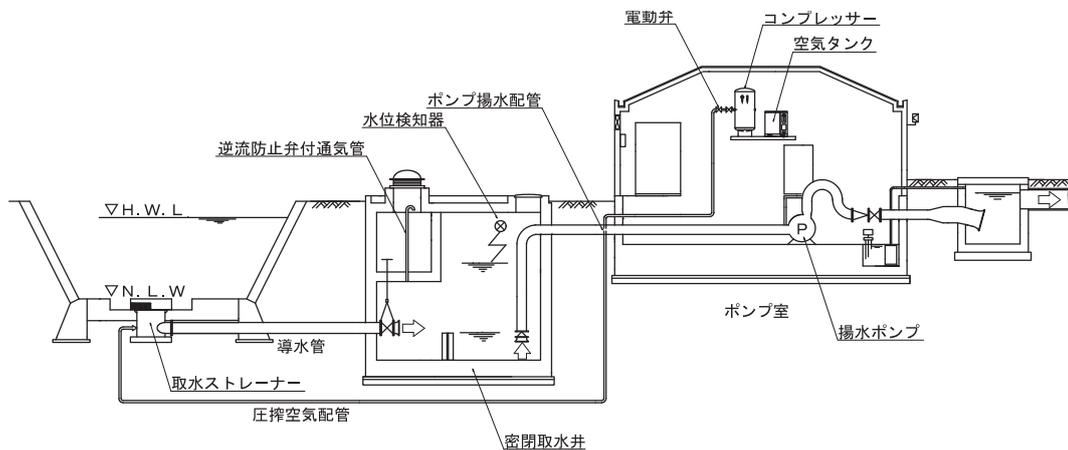


図一3 取水時の流れ



図一4 爆気時の圧搾空気

（図一5中央部）の水位低下検知により起動させる設定、②取水開始前に必ず起動する設定（不定期起動）、③タイマーにより定時・定間隔で起動させる設定、の



図一5 取水設備の全体模式図

3パターンがあり、これを複数組み合わせることができる。

#### (4) 本工法の特徴 (まとめ)

最後に再掲になるが、本工法の特徴を列記する。

- ①構造が簡単で取水ストレーナーは設置後上部から点検ができる。
- ②取水口を河床表面に設置するため、河積を侵さずに設置できる。また床止工と取水水叩工を組み合わせ、護床ブロックを上下流に配置するため、治水上安全な工作物である。
- ③細目スクリーン (目幅5mm) の装着により、流芥や土砂、稚魚等の流入が避けられる。
- ④伏流水取水の弱点である取水量の経年先細り化がない。
- ⑤構造が簡単で規模も小さいため、河川に設置する際の仮締切の範囲が狭く短工期で施工できる。
- ⑥河川工作物として床止工 (落差工)、取水水叩工、魚道等との組み合わせができ、さらに水生生物のために深瀬や魚巢ブロックを組み合わせるなど、多自然型川づくりに適応した取水設備ができる。

- ⑦起伏堰等の堰き上げによる湿潤 (プール化) が避けられ、水辺の事故の心配がない。また堰倒伏時の下流側の突発増水や堆砂大量流下の心配がない。

### 3. おわりに

大熊川取水基地は平成24年12月に取水を開始し、この水を使って約3.3kmの高架橋で散水消雪試験を実施した。この冬は高田平野は稀にみる大雪であったが、高架橋上はきれいに雪が溶けており、来冬実施する全消雪基地 (5基地) 連動試験9.3kmのための貴重なデータを得ることができた。

J C M A

#### [筆者紹介]

中村 信 (なかむら まこと)

(株)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 (鉄道・運輸機構)

北陸新幹線建設局

技術管理課長

井上 隆 (いのうえ たかし)

山水機械㈱

技術事業部

取締役部長