

山地河川におけるアイスダムの形成と河川水温について

山崎 誠、八巻修一（北海道電力）、[○]杉田 誠（北電興業）

1. はじめに

寒地河川では河川および貯水池に表層氷が発達し、その氷の下面に流氷雪が付着し堆積する。取水えん堤の高さが低く貯水池容量が小さい場合、短期間に流氷雪で池が満杯となり、取水口より導水路へ流入することがある。

仁宇布川発電所(1850kW, 大正9年運転開始、昭和26年改造)では、これまでに数回、導水路、鉄管を流氷雪が閉塞し、長期間にわたって発電を停止した事例がある。

流氷雪を防御するための実験的研究および設計の考え方は、主として、アメリカ陸軍の研究機関(CRREL)を中心に行われてきた。今回これらの研究事例を参考に、木製格子による防氷フェンスとふとん竈による石積堰の組合せによる流氷雪防止対策工を、上記発電所取水えん堤上流310mの位置に設置した。対策工は図-1に示す天塩川水系ペンケニウップ川本流(流域面積159km²)のほかにも支流(流域面積32km²)にも設置したが、観測は主として本流の対策工で行った。

2. 防氷フェンスの構造

モスコマ川におけるPerham¹⁾の研究では、木製格子による防氷フェンスをワイヤーにより放物線状に設置し、両端をアンカーブロック、立木により固定する方法を採用した。仁宇布川発電所で筆者らは、図-2に示す長さ90cmの鉄製による支持金物と木製の格子による自立型の対策工を作製し、これを直線状に河川を横断して設置し、両端をふとん竈による石積堰に固定させた。防氷フェンス設置箇所の河床勾配は約1/150、河床の材料は玉石および砂利で構成されている。

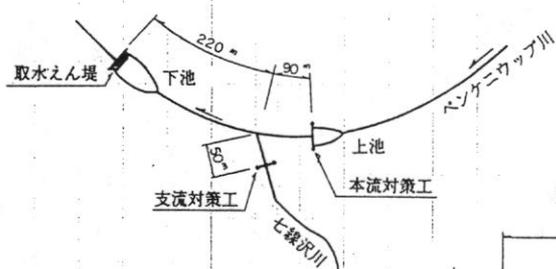


図-1 流氷雪防止対策工設置位置

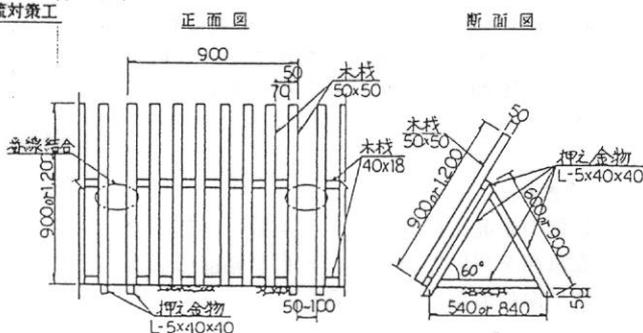


図-2 流氷雪防止対策工(防氷フェンス)

3. アイスダムの発達過程

平成3年12月24日に防水フェンスを設置した後、寒暖を繰返し、平成4年1月初旬から本格的に結氷が始まった。対策工上流に形成された小規模な池（以下、上池）と発電所取水えん堤の池（以下、下池）の2カ所について、測線20m毎に全川幅に対する結氷幅の割合（結氷率）を週2回観測した。図-3に上池における結氷面の縦断面図を示す。1月4日に河川水は防水フェンスを透過しており、1月23日に閉塞してダムアップの状態に自由水面を形成した。その後2月27日までの約1ヵ月間河川結氷が発達し続けた。図-4（下図）に上池、下池それぞれ構造物から上流方向に発達した全面結氷の長さを示す。上池が2月上旬にピークを示し、ほぼ下旬まで安定しているのに対し、下池が2月7日をピークに結氷率が縮小する傾向を示す。

4. 気象および水象観測結果

観測期間は平成3年12月18日～平成4年3月25日であり、気温および水温の結果を図-4（上図）に示す。Frazil（昌氷）の成長について、Michel²⁾は2種類の状態、過冷却な条件下で氷が成長する状態をactive、氷点に対しわずかに温度が高い状態をpassiveと定義している。水温計に使用した白金測温抵抗体および記録計の測定分解能は2/100℃であり、河川水温の記録から、3/100℃以下をactiveな状態、それ以上をpassiveな状態と仮定し、それぞれ1日の時間数を過冷却ダイアグラムとして表示したのが図-4（中図）である。

図-4の結果から、次のように考察することができる。

- ① 1月の寒暖の繰返しが河川結氷の成長・融解と上池の氷の発達状況と一致する。
- ② 1月下旬から2月上旬までのactiveな状態が結氷およびフラジルの成長を促進し、2月中旬のpassiveな状態が上池のフラジルスラッシュの減少（図-3に示す結氷面が2月上旬をピークに低下していること）につながっている。河川の全面結氷とともに、河川から大気に放射冷却する熱量が減少した結果、水温がpassiveな状態に長期間保持されるためと考えることができる。
- ③ 3月初めに対策工で形成した上池の結氷が解氷し通常の河川状態に戻り、その後のactiveな状態では上池に新たな河川結氷は発達せず、下池に薄氷が発達する程度であった。

参考文献

- 1) R. E. Perham : Preliminary study of a structure to form an ice cover on river rapids during winter, IAHR Ice Symp., 1986
- 2) B. Michel : Winter regime of rivers and lakes, Cold Regions Science and Engineering Monograph III-B1a, CRREL, 1971

図-3 上池における
結氷面の水位の変化

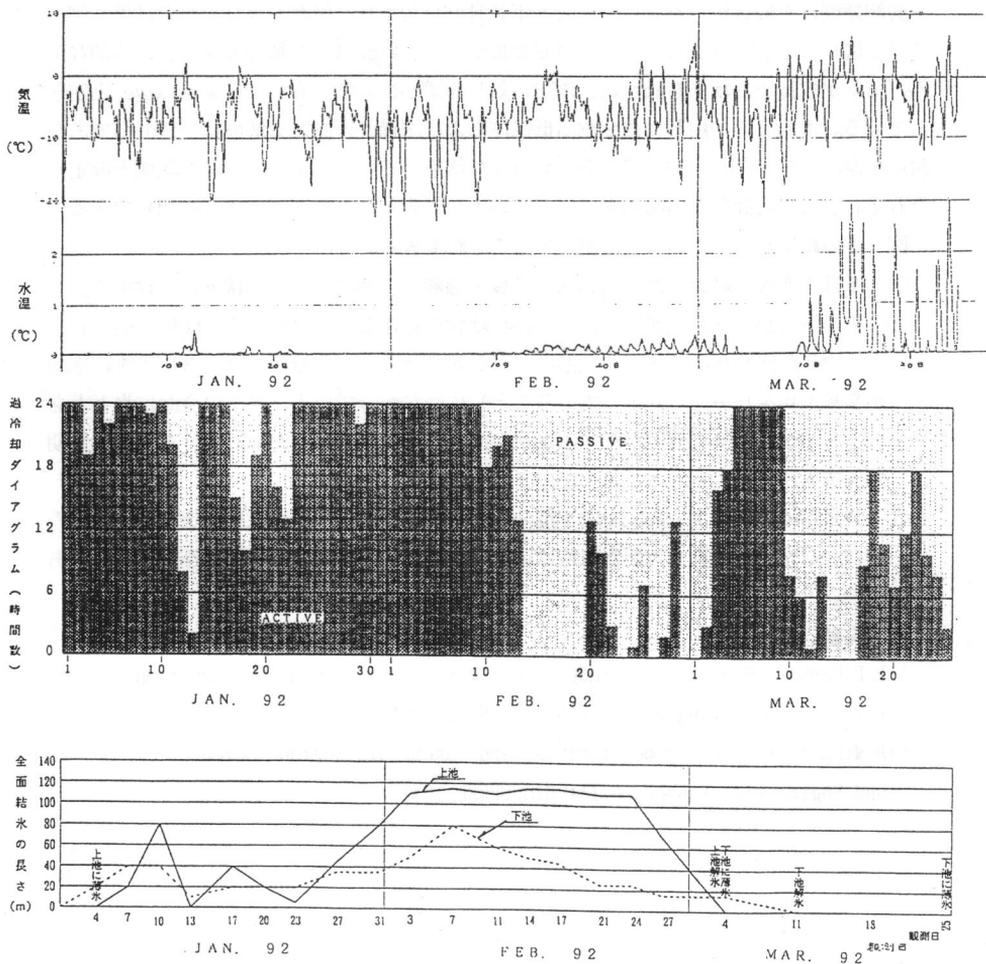
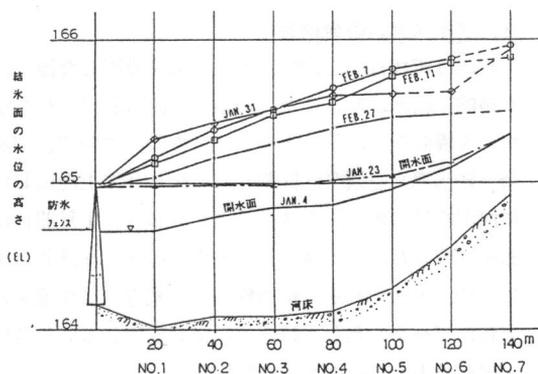


図-4 (上) 気温・水温、(中) 過冷却ダイアグラム、(下) 上池・下池の全面結氷の長さ