

## 1 はじめに

## 2 流水雪制御対策工の現場試験結果

取水えん堤

220

90

本流対照工

下池

上池

ヘソギニワダ川

10

支流対照工

七郎沢川

図-1(a) 流氷雪流入防止対策工位置図

### 3 考察

### (1) 対策工上流の氷板形成過程と流況の変化

図-1 (b) 流水雪流入防止対策工

図-1(c) 流水雪流入防止対策工設置状況

Figure 1: Daily maximum and minimum values of the total water balance (mm) from January 4 to March 18. The graph shows two lines: a solid line for '上流' (Upstream) and a dashed line for '下流' (Downstream). The Y-axis represents the total water balance in mm, ranging from 0 to 140. The X-axis represents the date, from January 4 to March 18. The upstream line shows a significant peak in early February, reaching approximately 120 mm, while the downstream line peaks at approximately 80 mm around the same time. Both lines show a sharp decline in late February and early March.

| 観測日   | 上流 (mm) | 下流 (mm) |
|-------|---------|---------|
| 1月 4  | 10      | 10      |
| 1月 7  | 30      | 40      |
| 1月 10 | 80      | 40      |
| 1月 13 | 10      | 10      |
| 1月 17 | 40      | 40      |
| 1月 20 | 20      | 20      |
| 1月 23 | 10      | 10      |
| 1月 27 | 40      | 30      |
| 1月 31 | 80      | 40      |
| 2月 3  | 110     | 40      |
| 2月 7  | 120     | 80      |
| 2月 11 | 115     | 40      |
| 2月 14 | 115     | 40      |
| 2月 17 | 115     | 30      |
| 2月 21 | 110     | 20      |
| 2月 24 | 110     | 10      |
| 2月 27 | 40      | 10      |
| 3月 4  | 10      | 10      |
| 3月 11 | 10      | 10      |
| 3月 18 | 10      | 10      |

図-2 上池・下池の全面結氷の長さ（平成4年1月1日～3月25日）

ユは流速の大きい開水面をもつ河川中央部に集中する。やがて流水雪のかたまりはフェンスにより開水面を塞ぎ始め、水面は全面的に氷板で覆われる。管路化した流れでは、水位が上昇し新たな流速場が形成される。上流から供給される流水雪の氷板下での堆積については、これまでの調査[平山(1988)]により流速が約70 cm/sec を越えれば堆積が生じないことが報告されている。全面結氷時の流速は滞留限界速度より小さいが、岸側部分に比べ中央部は流速が大きく流水雪の輸送量も多いため堆積は急速に進む。また兩岸近くでは結氷やフラジルの堆積が進まないのは輸送量が少ないためと地下水の流入、地熱などの影響と考えられる。従って開水路では中央部にあった流れ主流部は堆積により流積が狭められ兩岸に移る傾向が観測されている。一旦流速が限界値を越えればそれ以上の堆積は進まず流れの場は固定される。図3に見られる不均一な氷板厚の分布は、流水の氷板上の流れ、積雪層への浸透による雪層の氷化などの結果と考えられる。観測された氷板厚はフラジルスラッシュ堆積部よりむしろ流速の大きい部分の周辺で大きく、また、これらの氷板は多層の雪氷層より構成されておりこのことを裏付けている。対策工上流の結氷過程は流水雪の供給と凍結融解を含み複雑であるが、結氷下の流れは開水路とは異なる場が形成されることが明らかになった。

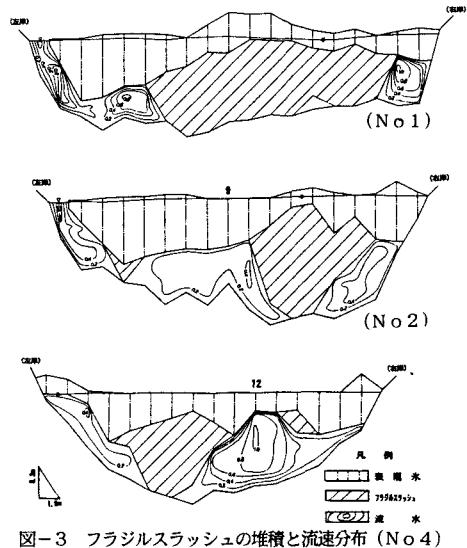
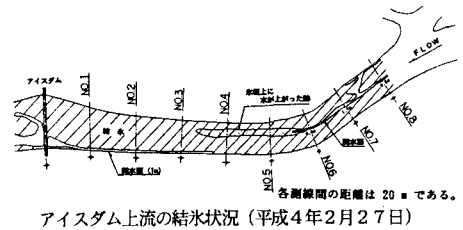


図-3 フラジルスラッシュの堆積と流速分布 (No 4)

(2) 対策工の効果の評価 対策工の設置により取水における障害は除去された。対策工の上流には2月27日には図3のように流水雪が堆積しており、断面より推定された対策工上流のフラジルスラッシュ堆積量は約400m<sup>3</sup> (360ton)、水量は約470m<sup>3</sup> (432ton)と概算される。一方、流水雪の川幅占有率は開水面時で川幅約15mの内1/5程度、厚さを0.05m、フラジルフロックのうち氷部分の割合を1/3程度、流速を0.5m/sとすると、流下する水体積は  $3\text{m} \times 0.05\text{m} \times 1/3 \times 0.5\text{m/s} = 0.025\text{ m}^3/\text{s}$  となる。重量にすると0.023ton/secであり、1時間当たり  $0.023 \times 3600 = 82.8\text{ ton}$  となる。1月中に水温が過冷却を観測しフラジルが流下していたと推定される時間は350時間以上を数えるが、実際に堆積しているフラジルスラッシュ量は5時間分の流下量にしか相当しない。Ashton(1979)は氷板形成による保温効果が大きい事を示しているが、本現場試験でも全面結氷後は対策工下流で水温の過冷却(流水雪流下)の頻度が急激に低下している。このことより本対策工の水制御効果はアイスダムとしての流水雪貯留によるものではなく、氷板形成による外気より水温の保温効果にあると判断される。従って対策工の効果はその上流に形成される全面結氷区間の長さに大きく影響されることが想像される。

#### 4 あとがき

本対策工の現場試験では満足すべき機能が得られたが、種々の自然条件下で有効な構造物とするためには対策工構造の合理的設計法、水温の予測手法、結氷過程と流況の関連の機構の解明などが今後の検討課題として挙げられる。

#### 参考文献

- (1) 峯田他, "小規模寒地河川における流水雪制御方法に関する研究", 第37回水講演文集, 1993年2月
- (2) Perham, R. E., "Preliminary Study of a Structure to form an Ice Cover on River Rapids during Winter", Proc. IAHR Ice Symp., 1986.
- (3) 平山健一, "河川の水", 第6回混相流シンポジウム, 1988