

II-80

流水中に置かれた物体へのアンカーアイスの付着状況に関する実験的研究

岩手大学 工学部 学生員 ○齊藤 智彦・伊藤 龍太郎

正員 笹本 誠・平山 健一・堺 茂樹

1. 緒言

冬期間結氷が見られる北海道などの雪氷域では、河川結氷の初期に発生するアンカーアイスによって、河川の流れの阻害、短期結氷の促進、水力発電所の取水口のスクリーンに詰まることによる取水障害などの被害が報告されている。このような被害への対策のために、アンカーアイスの形態を把握することが必要である。本研究では、模型水路を使い、実験室で種々の条件を作り、晶氷の発生条件、アンカーアイスの材料による付着状況の違いなどの実験を行うとともに現地観測と比較し検討する。

2. 1 実験装置

図一1の示すような長さ 180cm、幅 10cm、高さ、20cm のアクリル製の模型水路を、低温実験室に設置し行う。水の循環は最大吐出量 35 l/分のポンプを 2 個使用した。水槽は 3 個使用し、水槽 A は 27 l/分で、水を攪拌し晶氷を発生させるために水槽の下にスターラーを設置した。水槽 B は、8 l/分で水の流れを整え晶氷を水路に流す役目をしている。材料によるアンカーアイスの付着の違いを見るため、鉄、モルタル、木、アクリルの 4 種類の試験体を用意した試験体のサイズは高さ 3 cm、幅 1.5 cm、厚さ 0.3 cm で水路出口から 30 cm の地点の中央部に河床に 0.5 cm 突き刺して設置出来るようになっている。

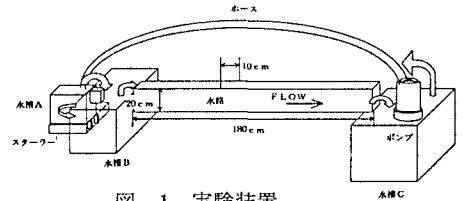
2. 2 実験方法

まず、実験開始前に低温実験室の温度を 0℃ にセットし。水温を 0.3℃ に冷却しながら水深と流量を設定する。流量はポンプに可変抵抗器を接続し 15.0 l/分～30. l/分の間で 6 段階設定した。水深は水路出口に堰板を設け高さを変えることで、1.0 cm～6.7 cm の間で設定した。次に、水を循環させた後、室温を -10℃ にセットし実験を開始する。晶氷が発生してからはアンカーアイスの成長過程を撮影し、スケッチをとり、晶氷が発生してから一定時間に試験体に付着したアンカーアイスの量と面積を測定する。また、水路の状況を表すパラメーターとしてフルード数を用いた。

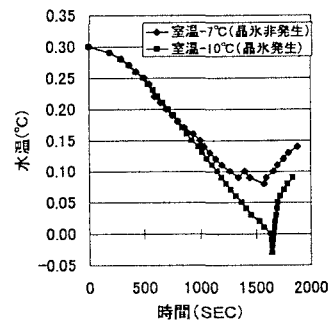
3. 実験結果及び考察

3. 1 温度とアンカーアイスの発生

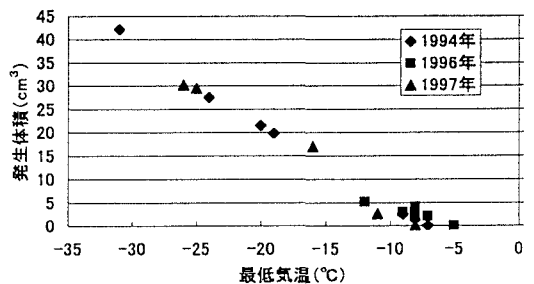
低温実験室で模型水路を使って晶氷の発生時と非発生時の水温の経時変化を、室温を変えて実験を行った。その結果を図一2 に示す。晶氷発生時は、水温が 0℃ 以下になっても凍らない過冷却状態になり最低水温に達したときに晶氷が発生する。その後、潜熱の放出により水温が急に上昇する。晶氷が発生しなかったときは、水温が 0℃ に達せず、上昇をはじめた。これらは冷却が足りなかったため、ポンプの熱を吸収したこと原因ではないかと考えられる。よってこの実験装置においては、-10℃ がアンカーアイスの発生の目安となる気温ではないかと思われる。図一3 に 1996～1997 年に行われた現地観測の気温とアンカーアイスの発生状況を示す。最低気温が -8℃ 付近では発生と非発生が混在しており、-10℃ 以下だと発生しか見られないことから、アンカーアイスの発生限界の気温は -10℃ 付近であると思われる。これは、室内実験の結果とほぼ一致する。



図一1 実験装置



図一2 室内実験における水温の経時変化



図一3 1994～1997年現地観測における最低気温によるアンカーアイスの発生体積

3. 2 アンカーアイスの付着量と付着面積

低温実験室内で実験水路を用いて試験体へのアンカーアイスの付着状況に関する実験を行なった。図-4はアンカーアイスの付着量とフルード数の関係である。付着量に関しては、フルード数が大きいかほど材料にアンカーアイスは付着した。アンカーアイスの付着したフルード数の範囲は0.2~0.7であった。図-5に、付着面積とフルード数の関係を示す。付着面積とフルード数の関係は付着量との関係とほとんど同じ傾向を示した。材料による付着の違いを見ると、鉄、モルタル、木、アクリルの順に付着量が多かった。付着面積に関しては、モルタル、鉄、木、アクリルの順に付着量が多かった。また、付着面積に関しては、モルタル、鉄、木、アクリルの順になった。

また、アンカーアイスの付着状況に関する実験では、水深によって、試験体が水面から出る時とでない時がある。そこで、図-6にアクリルと鉄の試験体が水面から出ている時と出していない時のフルード数とアンカーアイスの付着量の関係を示した。これより、アクリルは試験体が水面から出ている時、付着は見られなかったが、出ている時は付着が見られた。鉄は水面から出ている時も付着は見られたが、出ている時のほうが付着量は多かった。その他の材料も鉄と同じような結果になっている。これは、試験体の水面より出ている部分が-10℃の外気によって冷やされ、凍りついた部分に晶氷が付着していくためだと思われる。

3. 3 今回の実験と現地観測との比較

低温実験室での模型水路を用いた実験と現地観測の比較をするため、実験装置は、1997年に行われた現地観測の観測地点を想定し、フルード数は0.1~0.7、水深は約1/10、流速は1/3に設定した。

室内実験の結果から、アンカーアイスの発生するフルード数は0.2~0.7ということがわかった。図-7は現地観測によるフルード数とアンカーアイスの発生頻度で発生が見られたフルード数は0.3~0.6とされている。よって、今回の実験結果の範囲と一致する。また、試験体の材料による付着状況の違いについて比較してみると、フルード数とアンカーアイスの付着量の関係は、現地観測同様に鉄、モルタル、木、アクリルの順に多くなった。フルード数とアンカーアイスの付着面積の関係は、モルタル、鉄、木、アクリルの順になった。

4. 結語

低温実験室内で模型水路を用いたアンカーアイスの付着実験の結果、アンカーアイスの発生の目安となる気温、発生限界のフルード数、材料によるアンカーアイスの付着状況の違いなどの点で過去に行なわれた現地観測におけるアンカーアイスの観測結果とよく一致した。よって、模型水路を使って、実河川における種々の条件を作り出し、実河川のものに近いアンカーアイスを発生させることができたと言える。これにより、冬期間に北海道などの寒さの厳しい地域の河川に観測に行かなければ出来なかったアンカーアイスに関する実験を、1年を通して実験室内で出来るようになるはずである。今後は、より実河川に近い条件を作ることを目的に、実験を重ねていきたい。

<参考文献>

平山 健一・寺田 浩一郎・堺 茂樹・笹本 誠・富田 興 (1998) ; 仁宇布川における冬期水温変動、

第14回寒地技術シンポジウム論文報告集、第14巻、pp354-358

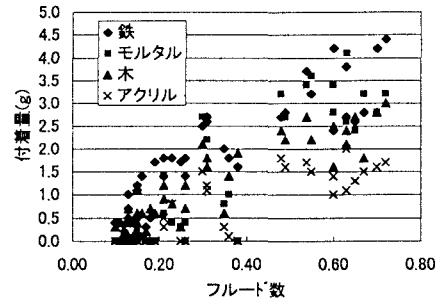


図-4 室内実験におけるフルード数と試験体へのアンカーアイスの付着量の関係

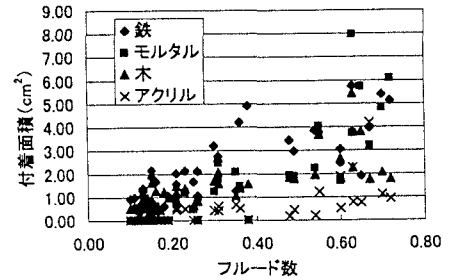


図-5 室内実験におけるフルード数と試験体へのアンカーアイスの付着面積の関係

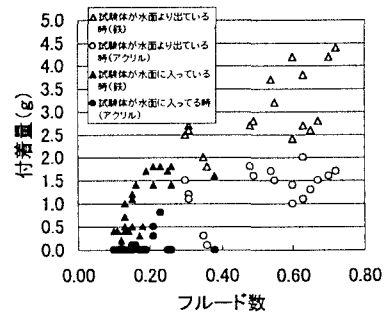


図-6 室内実験における試験体が水面から出ている時と出ないときのフルード数と付着量の関係

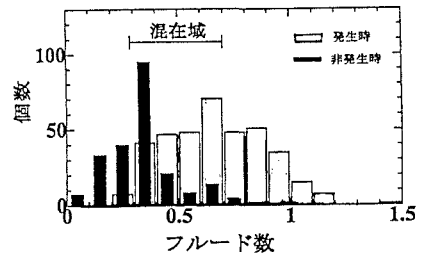


図-7 1997年現地観測におけるフルード数とアンカーアイスの発生頻度