

氷の ride-up, pile-up に関する基礎的研究

岩手大学 学生員 ○斎藤 彰男
： 大村 政義
： 正 員 平山 健一

1 はじめに

湖沼・海洋にある氷板の移動は 潮流・風などの摩擦力に起因するが、例えば本研究で最終的な対象とした小川原湖の場合、湖の満干と高瀬川の流れの効果は風力に比べて小さく氷板は冬期の北面季節風、あるいは、強い低気圧による西風によって移動することが確かめられている。このような場合、氷板に働く摩擦力の大きさは $K=C_0\rho_aV^2A$ 、ここで C_0 : 10 m の高さにおける抗力係数, ρ_a : 空気の密度 ($=0.132 \text{ kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}^3$) V : 10 m の高さにおける風速, A : 吹送面積 (氷板が吹送面積より小さい場合は氷板面積) で表わされ, C_0 の値は, 0.001~0.004 の範囲が実測されている。従って平坦な大きさ $1000\times1000 \text{ m}^2$ の氷板 ($C_0=0.0016$ 位) は 20 m/s の風速により約 84 ton の力を受けることになる。本報告は、湖沼を移動する氷板が湖岸に到達してはい上り (ride-up), 堆積 (pile-up) する場合の状況の観測結果と、この現象についてのいくつかの基礎的な検討について述べてある。以下に小川原湖における pile-up, ride-up の状況を述べ、次に単純化した地形について pile-up 発生のための条件の誘導を行っている。又、現場試験による氷とコンクリート等の摩擦測定の結果について述べてある。

2 小川原湖の氷の移動

小川原湖では、完全結氷前の湖央に開水面のある期間及び2月下旬の湖岸より解氷が始まり氷板が劣化する時期は氷の東西への移動は活発であり湖岸の各所に ride-up, pile-up がみられる。図-1 は東岸湖水浴場で昭和55年3月9日の 20 m/s をこす強風による pile-up を示しているが、高さ約2 m で遠浅のため堆積した氷の下面は着底している。同じ風による ride-up の様子は図-2 にみられるが同地点では氷厚は数センチの新しい氷でありコンクリートブロックの護岸を ride-up した氷はすぐその場で折れて小片となり堆積している。氷板の移動速度は標識を氷上に埋め湖岸よりトランシットで追跡することによりこの移動時に求められたが、 1.2 m/s と 2.1 m/s に達しており氷板の移動速度は意外に速いことがわかった。建設省の調査によれば過去の氷厚の最大値は $60\sim90 \text{ cm}$ に及び、氷の移動に伴う ride-up, pile-up により木製桟橋の崩壊、湖岸の家屋の倒壊、コンクリートブロックの移動などが認められており、pile-up の高さは5 m に及ぶことが報告されている。

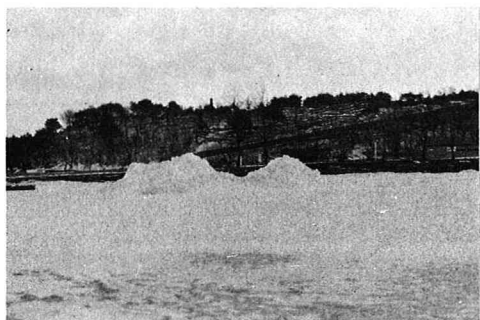


図-1



図-2

3 氷板の ride-up, pile-up

移動する水板が潮岸にはい上り、てくる現象をride-up, これから何つかの不安定によって一ヶ所に堆積する現象をpile-up (堆積) と呼ぶ。一定勾配をもつ斜面をride-up するはい上り、高さは水板のもつ初期運動エネルギー K_E と摩擦の大きさによ、て式(2)のように求められる (図 3 参照)

$$K_E = \frac{1}{8} \pi D^2 t \rho V^2$$

D 水板の直径, t: 水厚, V 移動速度

ρ 氷の密度

$$U = \int_0^L tb\rho g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)x dx = \frac{1}{2}tb\rho g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)L^2$$

ここで、 b 水の幅、 α 斜面勾配、 μ 摩擦係数、 L 氷のride-upする斜面長でありride-upの長さ L は次式より求められる。

$$\frac{\pi D^2 V^2}{4 b l^2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} > 10$$

斜面に部に水平部分がある場合は勾配の変化点で最初の水が通過した点と
 木材の水汁の入り、なお、斜面角度、摩擦係数などによって pile-up を経
 する場合、下反がみちして pile-up が発生する場合に分類される。木材の
 長さ、小板と、蘇厚の弾性床上の板と考えた水の曲げ強度、摩擦係数を
 f_0 とすれば $f_0 = -\pi/4\beta$ $\beta = \sqrt{R/4EI}$ R 基礎係数
 [外板の断面 2 次モーメント] で与えられる。図-4 を参照して故
 例の 1 のみか、また、水平部分を移動するか、押し上げられて裏返しになるか
 を検討する。

$$\mu = \frac{\frac{1}{2} \frac{b_0 \cos \alpha - t \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} + \mu \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

μ 氷と氷の摩擦係数
 μ 氷と斜面の摩擦係数

ぐみえられる長と水厚とを比較することにより求められる。種々の l/l_0 に対するその臨界角度を求めると図-5が得られる。Pile-up において最終的な最大高さ及び進行きは今回の報告では求めることはできなかった。

4 摩擦系数

Pile-up, ride-upを予測する上で水と水 水と湖岸を形成する材料間の摩擦係数(抵抗係)の値は重要であるか、過去においても粗面をもつ材料

し、水の移動抵抗を測へた研究は少ない。小川原湖の水を用いて図-6のような現場試験を行い、かなりうまくはあるが移動抵抗の値を求めて

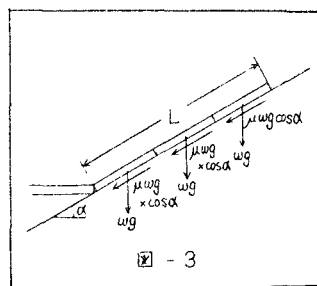
$$P = fW$$

P 荷重、 W 重量　で表示する場合の f の値について

次のように値を付した。

$$\begin{array}{l} \text{氷-氷} \left\{ \begin{array}{l} \text{動} \quad 0.06 \\ \text{静} \quad - \end{array} \right. \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{氷-コシ} \left\{ \begin{array}{l} \text{動} \quad 0.31 \\ \text{静} \quad 0.98 \end{array} \right.$$

水-鉄板 { 動 0.10
静 0.17



☞ - 3

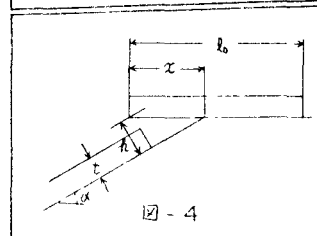


图 - 4

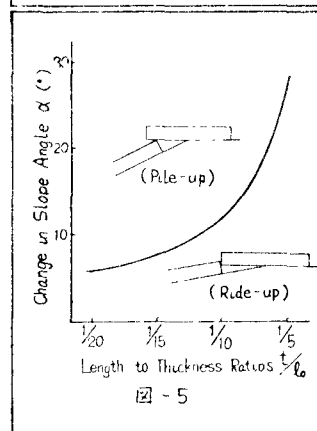


图-5

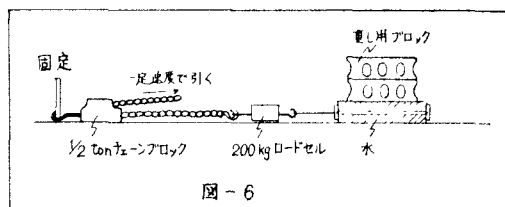


图-6

尚、本研究を行うにあたり建設省東北地方建設局高瀬川総合開発工事事務所の多大の御援助を得たのでここに記して謝意を表します。