

岩手大学(学) 小原 一哉
岩手大学(正) 平山 健一

1. はじめに

青森県下北半島の基部にある小川原湖は、一級河川高瀬川の一部をなし図-1に示す様に河口より約6kmの地点にある海跡湖である。冬期は積雪が1m以上にも及び、最低気温は-15℃を記録する。本報告は同湖において昭和55年、58年の2回にわたって実施された結氷状況と氷の力学的性質に関する調査の報告であり、湖岸における各種水理構造物設計のための基礎資料となるものである。

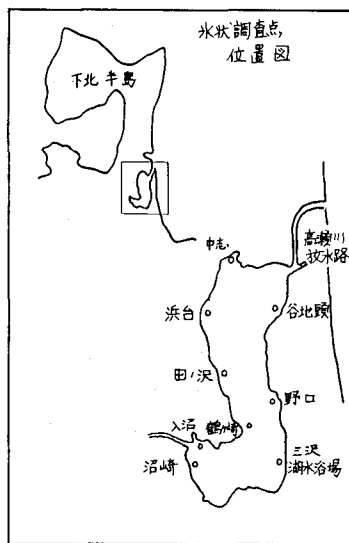


図-1

2. 結氷状況及び氷質状況

湖の結氷状況の調査は図-1に示す様に湖の周囲10ヶ所湖岸より沖合約100mの地点で行ない、塩分濃度、氷厚及びその氷質、氷温、比重の測定を行なった。小川原湖は冬期には西風が強く、氷け風の力を受けて流され東岸に集積する。従って結氷初期において東岸の氷板は厚く、底部に凹凸が多く雪氷の層からなることが多いのに対し、西岸は、氷板が比較的薄く、後述する真氷などの単一層が多い。各観測地点の氷厚の时期的変化を東岸、西岸に分け、三沢における降水量と日平均気温を台せて示した図が図-2である。氷板の各層を構成する氷種として真氷、雪氷、雪泥の区別をした。典型的な氷板の構成を図-3に示す。雪氷は、積雪により氷板が下降して積雪に水が浸透してその部分が氷結し空気量を多く含んだ層が降雪毎に上層に形成されてゆくのに対し、真氷は氷板下の湖水が氷結してゆくため空気含有量は少なく、透明度も高い。雪泥は水の浸透した積雪部分が全部氷結する前に次の積雪があり熱の放射が妨げられてシャーベット状の雪が氷層の間に残留したものである。塩分濃度は、湖水で2‰以下、湖水で0.5‰以下でありほとんど塩分を含まず塩分を含んだ海水氷の特徴であるグラインを含んだ構造は見られなく、小川原湖氷はほぼ淡水氷として取扱えることがわかった。

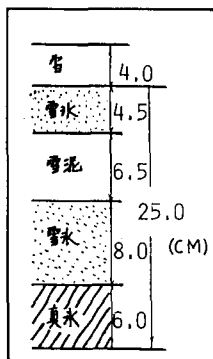


図-3

3. 小川原湖水の力学的特性

力学的特性として曲げ強度、圧縮強度、弾性係数を対象としたが、試験手法はIAHR ICE COMMITTEE推薦の手法を用い、曲げ強度は片持桁により載荷速度は破壊

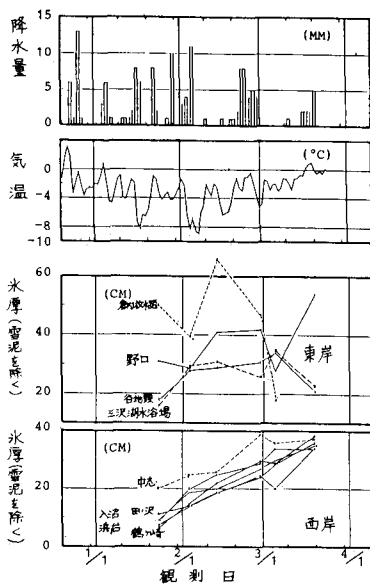


図-2

に至るまで1〜3秒とし氷板が弾性体として扱える範囲内とした。桁の寸法は浮力を無視できる長さに抑え桁長を氷厚の7〜10倍、桁幅を氷厚の1〜2倍とした。この結果結氷初期の新しい真氷では4〜6%、同時期における雪氷では6〜7%となった強度は図-4に示す様に空気含有量の増加と共に減少する。真氷は融氷期において急激に空気含有量が増加するため、強度も著先きに急激に減少することがわかった。圧縮強度はマーシャル試験機を用い真氷と雪氷の2種類につき同様の供試体について試験

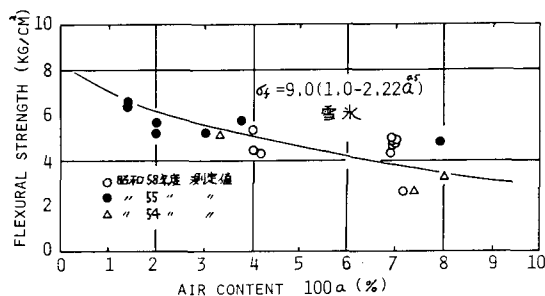


図-4

を行なった。圧縮強度を左右するパラメーターとしては氷温、空気含有量、荷重方向、載荷速度などがあるが、今回は氷温を0℃、荷重方向は水平、載荷速度は $\dot{\epsilon} \geq 2 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ としその結果測定値の範囲は、真氷で4〜16%、雪氷で5〜8%であったが、このバラツキは空気含有量によるもので空気含有量と強度の関係を示したのが図-5である。図中にはWeeks and Assureによって導びかれた氷中の空隙体積と強度の関係式をあてはめてあるが小川原湖においても同関係式はよくあてはまることがわかった。まだデータの誤差の原因

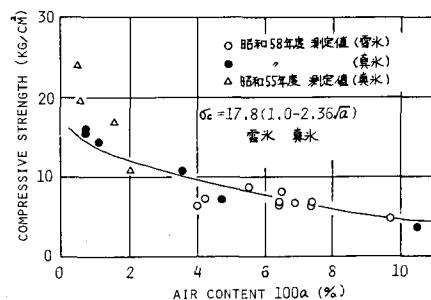


図-5

としては、気泡分布の不均一、性質の異なる層が1つの供試体中に2層以上含まれていること、供試体整形不良などが考えられる。弾性係数については、結氷初期の真氷、雪氷についてのみ求められた。この測定方法は、片持桁による曲げ強度試験において桁長を長くするとそれにつれて浮力の影響が大きくなり見かけ上の曲げ強度 σ_b が増加することに着目し、真の曲げ強度 σ_b と σ_b の比と桁長に関する理論式を用い図-6の様に桁の寸法によって決定する値で σ_b をプロットし、最小2乗法により直線をあてはめて弾性係数Eと真の曲げ強度 σ_b を求めた。その結果鶴

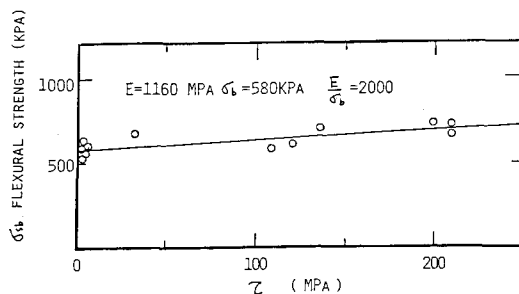


図-6

ヶ崎において、真氷についての弾性係数11600%、雪氷についての弾性係数9680%が得られた。本方法は従来の方法の様に電源を必要とせず、現場において簡単に値を算出できる特徴を持っている。

4. あとがき

小川原湖の氷の特徴及びその力学的特性について、数年間の観測結果のまとめを行なったが、東北地方においても構造物の設計の場合に氷に対する考慮が必要であると考えられる。

5. 参考文献

- 小原、平山 現場片持ち梁曲げ試験による弾性係数の推定 土木学会東北技術研究発表会 昭和59. 3
小川原湖氷状調査報告書 建設省高瀬川統合開発工事事務所 昭和59年. 3月