

積雪氷降荷重の測定とその考察

○東北大学工学部 (学) 鹿 糠 達 朗

東北大学工学部 (正) 柳 天 栄 司

1 まえがき

積雪地方において 毎年多くの雪害が生じる。雪害と一口に言っても多種多様であり、今回長岡で実験することとなったのは 雪の氷降力がどのような影響を及ぼすかということを調べるためである。

雪の氷降力による被害としては次のようなものがある。

- (1) ガードパイプの転倒及び地中 (2) フェンス柵の褶曲
- (3) ガートレールの破損 (4) ガートロープの張力の低下

積雪の氷降力と言っても あまりピンとこない方も多いかもしれないが、ここでいう氷降力というのは、屋根に積った雪で家がつぶれるといったものとは趣きを異にする。分りやすく言えば、雪国の学校にある鉄棒を曲げるような力かと思っていただきたい。では なぜ学校の鉄棒が曲ってしまうのか いったいどのくらいのか が作用するのか、およそ太平洋沿岸地帯に住む人間にとっては想像できないような雪の現象を把握しようというのが今回の実験の目的である。

2 実験方法

右図のような門形ラーメンをI形鋼・H形鋼を用いて 溶接して組み立てて 地面に埋め込む。雪を等分布荷重とみなして水平桁にかかる荷重をひずみで測定することによって求めようというものである。

$$M_{max} = \frac{1}{8} w l^2 - \frac{w l^2}{6(2 + \frac{k_1}{k_2})} \quad \left(k_1 = \frac{I_{AB}}{l} \quad k_2 = \frac{I_{BC}}{l} \right)$$

$$\text{また } \sigma = \frac{M}{I} y \quad \sigma = \epsilon E \quad \therefore \epsilon E = \frac{M}{I} y$$

ゆえに

$$w = \frac{24(2 + k) \epsilon E I_{BC}}{13k + 2} y l^2 \quad \therefore k = \frac{k_2}{k_1}$$

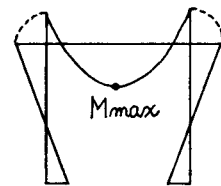
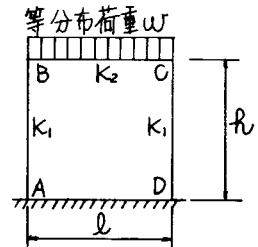
ひずみゲージは防水のものを用いて図の位置に取り付けた。

このよう門形ラーメンを 高さ、鋼材の幅、長さなどを変化させて合計9本作って設置した。

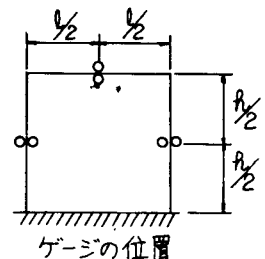
3 結果及び考察

一般にけたにやかる力としては、けた幅分だけの上載荷重によるものと考えられるが、さにあらず。積雪断面を見ても(次ページの図参照)布団を何枚も重ねたような褶曲層が、発生していることがわかる。一般に水では粘性係数は 10^{-2} ポアズ程度にすぎないが、密度が0.5(96%)程度の積雪では粘性係数が 10^{12} ポアズにも達すると言われている。

このように積雪は、極めて粘性の高い物質であることがわかる。大量に積った雪が氷降して水平桁に止められても切れることなく桁の両側に下り下って大きな氷降力を発生させることになる。



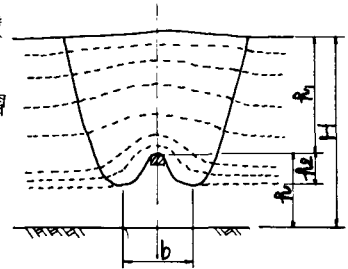
モーメント図



ゲージの位置

この褶曲層のうちとれたけの範囲や水平荷に荷重として影響を及ぼしているか。その範囲（これから加重圏と呼ぶ）を右図のように4次曲線と雪面とで囲まれた部分であると仮定した。また褶曲深さ r_2 は けたの上の積雪に関係が大きい $r_2 = r_3$ という値が報告されているのでこれを用いた。なお、桁が低く付ると褶曲が制限されることから、 $r \leq r_3$ のときは、褶曲深さを $r_2 = r$ とした。

けた高と褶曲層の範囲



$$H = \text{積雪深} \quad r = \text{けた高} \quad r_1 = H - r \quad \beta = r_2 \quad b = 2\beta$$

$$4 \text{ 次曲線を } f(x) = a(x-\beta)^2(x+\beta)^2 \text{ と近似}$$

(i) $r \geq r_3$ のとき

$$\text{加重圏 } S = 1.23(H-r)^2 \quad \text{沈降力 } W = S\sigma \quad (\sigma = \text{密度})$$

(ii) $r \leq r_3$ のとき

$$\text{加重圏 } S = 2mH - \frac{2}{3} \left(\frac{1}{5} m^5 - \frac{2}{5} r^2 m^3 + r^5 m \right)$$

$$\text{ただし } m = r \sqrt{1 + \sqrt{H/r}}$$

$$\text{沈降力 } W = S\sigma$$

1月29日の実測値と実験式との比較したものを右図に示す。この実験式の欠点は けた幅の影響が考慮されておらず、地上面では沈降力が零になってしまうことである。実際は 桁面と地上面では 地熱によって融雪の際に差が生じ、沈降力は零とはならない。またけた高が高くなるにつれて、沈降力が小さく評価されるという欠点もある。

最後に これらの欠点を克服して、さらにまた その地域の自然の特性（たとえば、地熱、気温、雪の降り方）などを考慮した、正確な沈降力算定式のできることを期待する。

沈降荷重曲線

