

金沢大学大学院 学生員 ○稲木 英憲
金沢大学工学部 正員 北浦 勝

1. まえがき

雪国では、多くの家屋で年数回の屋根雪下しを余儀なくされる。屋根雪下しには大変な重労働が必要とされるので、その回数は少なければそれに越したことはないが、時機を失すると家屋の損壊に至る恐れがある。そこで必要となる情報は、素人にもわかる屋根雪下し時期についての目安である。目安となるべき基準は、以前は親から子へと生活の知恵として伝承されていたが、核家族化や、アルミサッシの普及、新工法の出現などの変化により従来と異なった面もあるので、我々の世代で新しい知恵を生み出す必要がある。そこで本研究では、積雪時における家屋での実験と電算機による解析との両面から考察し、素人にもわかる最適屋根雪下しの時期を知る目安を得ようと試みた。

2. 実験方法

屋根に多くの積雪があると、戸や窓の開閉が困難になることは多くの人が経験する事実である。一般に、素人が構造物の危険度を捉えるのはこのような現象を通してである。開閉の困難さは窓や戸の上部の梁（かもい）が下がることによって生じると考えられる。そこで本実験では、積雪荷重の大きさと、かもいの中央部のたわみ量との関係を調査する。それに加えて、構造的に最も弱いと考えられる軒先部のたわみ量も測定し、屋根雪下し時期の目安となり得ないかを考えてゆく。実験方法は以下の通りである。梁のたわみ測定は図-1のようにして実施した。すなわち脚立などのし、かりと固定したものの上に鉄板を載せ、その上にダイヤルゲージをマグネティックベースを利用して一定の高さに固定する。そして、そのときのダイヤルゲージの値（最小目盛 0.01 mm）を読む。次に、軒先部のたわみ測定については図-2に示すように、軒先部の

のたる木の先端に先におもりを付けたピアノ線をつり下げ、おもり先端の位置を地上に置いた定規（最小目盛 1 mm）で読む。以上の測定の他に、テスト家屋近辺の積雪荷重を測定し、積雪荷重の大きさとたわみ量の関係を求めた。得られた結果を図-4、図-6に示す。用いたテスト家屋の概要は表-1に示す通りである。

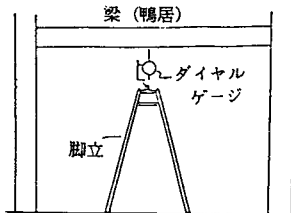


図-1 梁のたわみ測定方法

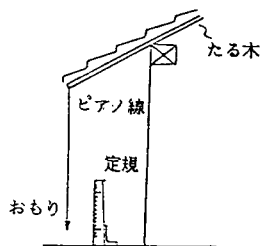


図-2 軒先部のたわみ測定方法

のたる木の先端に先におもりを付けたピアノ線をつり下げ、おもり先端の位置を地上に置いた定規（最小目盛 1 mm）で読む。以上の測定の他に、テスト家屋近辺の積雪荷重を測定し、積雪荷重の大きさとたわみ量の関係を求めた。得られた結果を図-4、図-6に示す。用いたテスト家屋の概要は表-1に示す通りである。

表-1 テスト家屋

	工法	建築年代
A家	在来	1年前
B家	在来	5年前
C家	在来	13年前

3. 電算機解析

木造家屋をモデル化し、電算機解析を行なうことにより、積雪荷重と各部のたわみ量、曲げ応力との関係を求める。モデル化の際に問題となるのは仕口部の処理であるが、本研究ではこれをピン結合として扱う。すなわち、ピン結合を含む立体ラメンを有限要素法によって解析した。解析に採用したモデル（モデル1）は図-3に示すように小屋組の半分をモデル化したものである。断面寸法は雪国における標準的な値を採用した。屋根の形は切妻とし、屋根勾配を1:3としている。また、雪は均等に積もるものとしている。積雪荷重を変数としたときの軒先端部のたわみと点Aの応力との関係を示したものが図-4である。図中で終局たわみ量というのはクリープ終了後のたわみ量のことであり、これは初期たわみ量の約2倍となると言

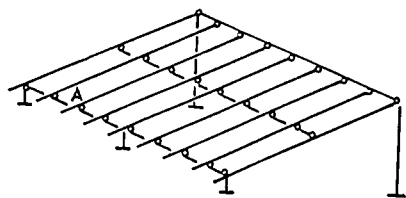


図-3 解析モデル1

われているので、ここでもそのようになっている。図から、たる木の応力が許容値の 70 kg/cm^2 に達するときの積雪荷重は約 300 kg/m^2 になることがわかる。これは雪の比重を 0.3 とした場合、 1 m の積雪深に相当する。また、部材の応力が許容値に達したときの軒先先端部の初期たわみ量は 4.8 mm 、終局たわみ量は 9.6 mm になっている。しかし、軒先部のたわみは、梁のたわみにおいて見られるような戸の開閉の困難さといった感覚的な現象を伴わないために、これから屋根雪下しの時期を知る目安を捉えるのは難しい。そこで軒先部のたわみ量と

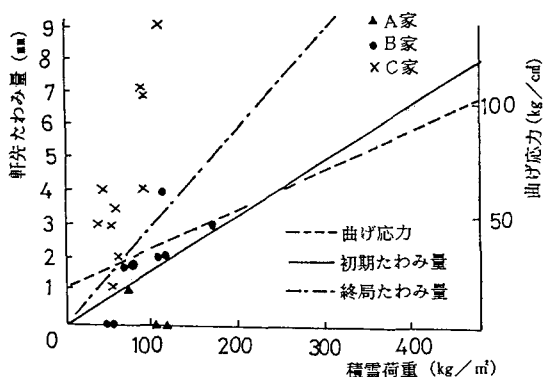


図-4 点Aにおける積雪荷重とたわみ量および曲げ応力の関係

梁のたわみ量、この両者の相関に着目し、戸の開閉の困難さに結びつく梁のたわみ量を目安として軒先部の破壊危険性を知ることができないかを考えてみる。図-5に示すような解析モデル2を考える。積雪荷重の大きさと点Bのたわみ量及び曲げ応力の関係を示したものが図-6である。図-6によると、軒先部の応力が許容値に達する積雪荷重 300 kg/m^2 のときの梁のたわみ量は 1.2 mm となることがわかる。

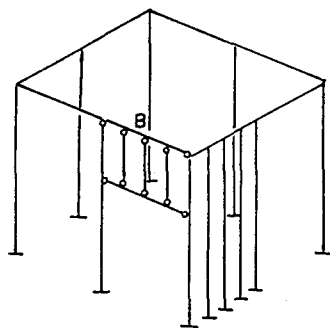


図-5 解析モデル2

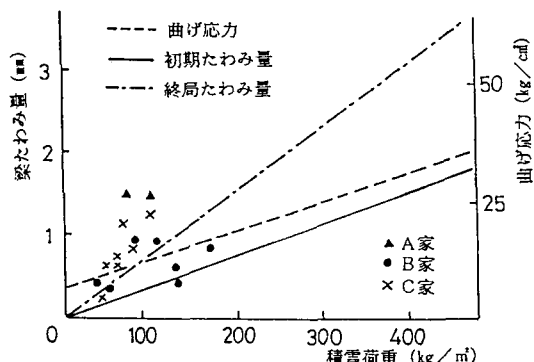


図-6 点Bにおける積雪荷重とたわみ量および曲げ応力の関係

4. 実験結果との比較による考察

A, B, C 家での実験結果を図-4, 図-6上にプロットした。軒先部のたわみ量について見ると図-4からわかるように、 $A \rightarrow B \rightarrow C$ の順でたわみ量が大きくなる傾向がある。この結果はテスト家屋の新→旧の順と一致しており、軒先部のたわみ量には家屋の新旧による差が明瞭に現れている。梁のたわみ量については、図-6から判断すると $B \rightarrow C \rightarrow A$ の順に大きくなる傾向があるようだが、この傾向は軒先部での結果に比べてはっきりしていないように思われる。しかも、この結果はテスト家屋の新旧とは一致していない。この事実から見て、梁のたわみ量には家屋の新旧による影響は比較的小さいように思われる。この理由としてまずオ1に、軒先部は外気にさらされているために雨や風による乾湿の影響を受けやすく、その結果腐蝕が速く進行すること、オ2に軒先部は許容される応力に対して大きな荷重を受けやすく、そのために老朽化が速く進行すること、が挙げられる。

5. まとめ

本研究から、屋根雪下し時期の目安についての基礎的な情報を得ることができた。しかし、一般には屋根雪の深さは均等でなく軒へいくほど大きくなっているため、今後は屋根荷重の分布も取り入れた屋根のたわみと評価する必要がある。また、 1 mm という梁のたわみと戸の開閉の困難さとの関係についても実験していく予定である。

文献 1) 小堀為雄・吉田博:有限要素法による構造解析プログラム。