

屋根雪試験棟を用いた雪荷重による垂木の変形のモニタリング計測の試み

○本吉弘岐・伊藤陽一（防災科研・雪氷）・高田清太郎（株高田建築事務所）・神田英一郎（株 KCS）

1. はじめに

屋根雪による建物の倒壊や損壊は、雪国において深刻な問題である。それを防ぐためには雪下ろし等の対策が必要であるが、作業に伴う事故のリスクやコストが伴う。このようなリスクやコストを低減するために、雪下ろし実施のタイミングを適切に判断することが重要である。本研究では、雪下ろしのタイミングを客観的に判断するための方法として、雪荷重により生じる屋根垂木の変形をセンサーを用いてモニタリングする手法を検討し、その有効性を確認するために、屋根雪試験棟を用いて2017年12月から2018年3月にかけて実証実験を行った。

2. 屋根雪試験棟

屋根雪試験棟は、120 ミリ角の米松材で組まれた一間四方の木造小屋で、雪氷防災研究センター内のアスファルト路面にアンカーボルトで固定し設置した（図1）。屋根は、60cmの軒を持った西向きの3寸勾配の片流れ形状で、5本の垂木の上に合板を張り、さらにルーフィングで覆っている。垂木断面の幅は45ミリとしたが、強度による違いを見るため、高さが105ミリ(H105)と90ミリ(H90)の2種類の垂木を用意した（図1左）。

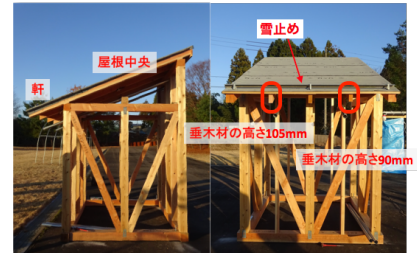


図1: 屋根雪試験棟



図2: 歪み測定用の歪みゲージ（左）と計測器と共に垂木に設置したところ（右）

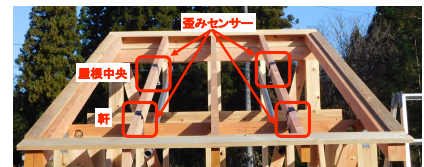


図3: 歪みセンサー取付け位置

3. 計測方法

太さの異なる2本の垂木に対して、屋根中央と軒の2箇所にセンサーを取付けた。歪み計測には、垂木の上下に取付けた歪みゲージ（共和電業 KFG-5-120-C1-5）を用いた（図2左、図3）。たわみ計測には、線形変位センサー（緑測器 LP-10FB-1K）を用い、センサー軸の先端が垂木の底面に垂直に接するように設置した（図4）。10分毎の取得されたデータは、クラウドサーバーを経由し、Web上でモニターできるようにした。

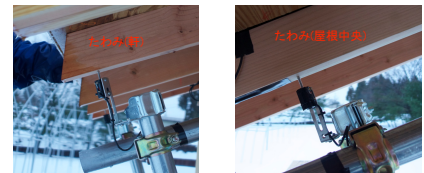


図4: たわみセンサーを軒先（左）、屋根中央（右）に設置したところ

4. 実験結果

図5は、屋根に雪がない状態の12月27日12:00以降の屋根中央における曲げ歪みおよびたわみの時系列グラフである。同じ垂木で測定している曲げ歪みとたわみの変化の様子はよく一致していた。一方で、太さの異なる垂木では、曲げ歪み・たわみとも細い垂木(H90)の方が太い垂木(H105)に比べて変化が大きかった。冬期における屋根中央での最大の曲げ歪みは、H90で $300\mu\epsilon$ 、H105で $250\mu\epsilon$ 、最大のたわみはH90で2.9mm、H105で2.0mmを記録した。このときの屋根雪の重量は、スノーサンプラーによる計測から $230\text{kg/m}^2\sim 300\text{kg/m}^2$ の間と推定される。また、屋根中央と軒のデータの比較からは、屋根雪が軒に移動し偏荷重となっている様子も確認できた。

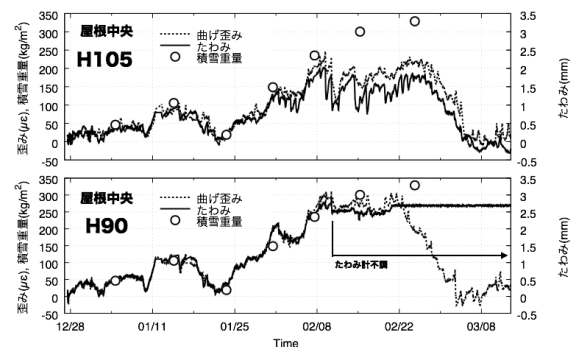


図5: 屋根中央部で計測した垂木の曲げ歪みおよびたわみの時系列データ。丸い点は、スノーサンプラーにより計測した試験棟の屋根雪重量の値。

今回の実証実験により、雪荷重に応じた垂木の変形が十分な精度で計測可能であることが確認できた。一方で、実用のためには、耐久性や取付けの容易さ、計測箇所の選定方法、計測値と雪下ろしのタイミングを関係づけなど課題も残る。