

実現象・実測値を基にした積雪荷重分布に対する骨組応力に関する基礎的研究

—その1 門型ラーメン構造についての検討—

Fundamental study for framed stresses on snow load distribution based on real and measured phenomena

—Part 1 Study of Gate Type—

○高橋 賢¹, 岩原 慶¹, 櫛島 凌², 石鍋 雄一郎³, 中島 肇⁴

*Ken Takahashi¹, Kei Iwahara¹, Ryo Nudeshima², Yuichiro Ishinabe³, Hajime Nakajima⁴

Abstract : Due to the heavy snowfall in 2014 that caused extensive damage to buildings in the metropolitan area, the method for calculating snow loads is about to change from using the snow depth on the ground and equivalent unit snow weight to estimating the snow weight on the ground based on precipitation and temperature data. There are many studies on how the estimated snow weight on the ground is distributed on the roofs, such as studies based on measured phenomena and prediction methods such as snowfall wind tunnel experiments, which are reflected as roof shape coefficients. However, to the best of my knowledge, there is no research on the issue of what kind of rooftop snow distribution is dangerous to the structures. Translated with www.DeepL.com/Translator (free version). In this study, the size of the bending moment of the column and beam is used as an index to define the most unfavorable snow load distribution in Gate Type.

1. はじめに

平成 26 年に降った豪雪により首都圏の建物に大きな被害を受けた事から、雪荷重の計算方法が地上積雪深と等価単位積雪重量を用いる方法から、降水量と気温データより地上積雪重量を推定する方法に移り変わろうとしている^[1]。ここで、推定された地上積雪重量を屋根上にどう分配するかに関しては、実測値に基づいた研究や、降雪風洞実験などの予測方法など多数の研究があり、屋根形状係数として反映されている^{[1],[2]}。しかし、こういった屋上積雪分布が構造物に対して危険なのかという課題についての研究は、筆者らの知る限り見られない。

本研究では、門型ラーメン構造を対象として実現象や実測値を基に積雪分布やその条件を設定し、最も不利な積雪荷重分布を定義する具体的な方法として、柱梁部材の曲げモーメントの大きさを指標として評価する。

2. 数値解析概要

骨組に対して最も不利な積雪荷重分布を検討するために、スパン L=30m, 高さ h=9m, の門型ラーメン構造に対して、境界条件はピン柱脚と固定柱脚の構造モデルを設定して解析する (Figure 1 a) b)). 各部材の断面 2 次モーメントは同一とする。

構造モデルに総積雪荷重 W を 10 とし総積雪荷重の値を変えずに P1~P10 の各点に荷重を分配して加える。3 章の屋根積雪分布の設定ルールに従い集中荷重を組合わせて曲げモーメントを算定する。荷重 P 一つ大きさを 1 ブロック (Figure 1 a)), 荷重 P の大きさ

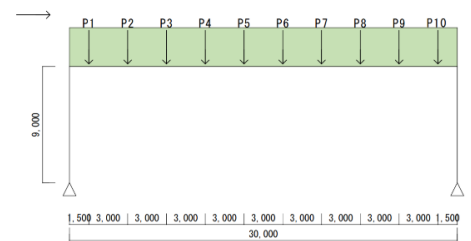
を半分としたものを半ブロックとして扱う (Figure 1 b))。

また、各荷重点の曲げモーメントは、各荷重点への集中荷重による曲げモーメントの組合わせとして (1) 式を用いる。なお、各点の曲げモーメントの値は、文献^[3]を参照する。

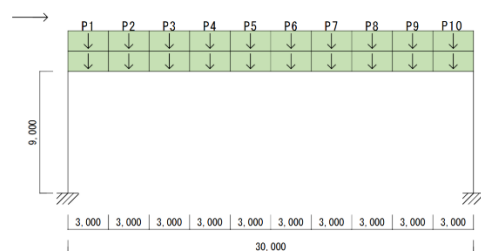
$$M_i = a_1 \cdot {}_1M_i + a_2 \cdot {}_2M_i + \dots + a_n \cdot {}_nM_i$$

$$= \sum_{j=1}^n a_j \cdot {}_jM_i \quad (i = 1 - n) \dots (1)$$

(a:分配荷重で $\sum_{j=1}^n a_j = \bar{W}$)



a) Structural model Pin column base



b) Structural model Fixed column base

Figure 1. Structural model

3. 屋根積雪分布の設定ルール

屋根積雪荷重分布設定の方針として等分布荷重を基本とし、風による偏分布荷重を荷重モードとして設定する。構造モデルの左手を風上、右手を風下とし、陸屋根の実際の現象や、計測した実測値^{[4] [5]}を基に下記のような条件設定を行う。

1) 風上側から荷重が移動する、2) 移動前の荷重ブロックが分断されない、3) 移動したブロックが分割して分布されない、4) 柱頭の端側部分にあるブロックはブロック差を考慮しない、5) 前後の荷重ブロック差が半ブロック2つまで移動可能（1ブロックは1つまでとする）、以上5つのルールは1ブロックと半ブロック、どちらの場合でも適用する（Figure 2）。

4. 解析結果

3章で示したルールを基に、荷重ブロック移動数が4と5の時の最大の曲げモーメントとなる载荷パターンを Figure 3 に抜粋する。半ブロックの移動を a-1), a-2), b-1), b-2), 1ブロックの移動を a-3), a-4), b-3), b-4), ピン柱脚を a-1), a-3), b-1), b-3), 固定柱脚を a-2), a-4), b-2), b-4) に示す。

中央部に寄っている载荷パターンの曲げモーメントが最大となる傾向が見られる。また a-1), a-2) からピン柱脚、固定柱脚で最大曲げモーメントとなる载荷パターンが同一とは限らないことが分かる。最大曲げモーメントとなる载荷パターンは半ブロック、1ブロック共に荷重ブロック移動数4の時である。半ブロックの時はピン柱脚では柱頭部、固定柱脚では風下側の柱頭、1ブロックの時はピン柱脚では梁中央部、固定柱脚では半ブロック時と同様に風下側の柱頭で最大曲げモーメントとなる傾向がある。つまり荷重ブロック移動数が4、5の時のピン柱脚において、半ブロックと1ブロックの最大曲げモーメントとなる箇所が異なっている。最大曲げモーメントとなる载荷パターンは25.48となる a-2) と28.70となる a-4) である。共通して見られる事は荷重移動数4の時の固定柱脚であり、風下側の柱頭で最大値をとる。

5. まとめ

今回の解析で最大曲げモーメントとなる载荷パターンは a-4) であり、我々が設定した条件の基ではこの载荷パターンが最も危険である。a-4) の風下側の柱頭の曲げモーメントは28.70、また荷重が移動していない等分布荷重の柱頭曲げモーメントは21.84であり、積雪分布によっておよそ1.31倍に増加している。

今後は崩壊荷重を想定し具体的な積雪分布の検討を行いたい。

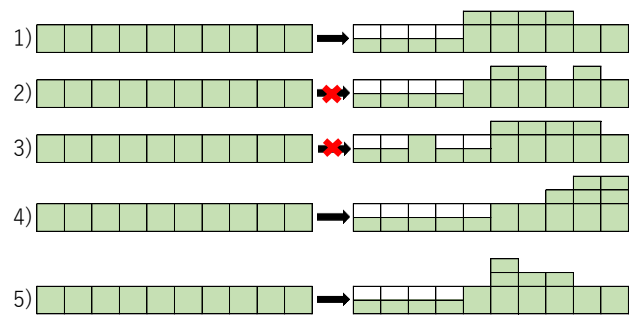
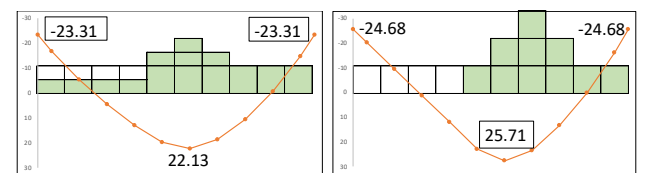
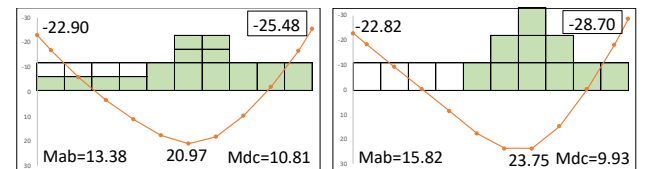


Figure 2. Condition setting



ピン柱脚 a-1)

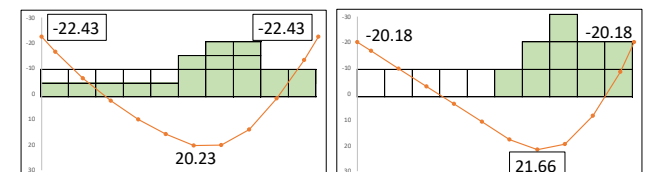
a-3)



固定柱脚 a-2)

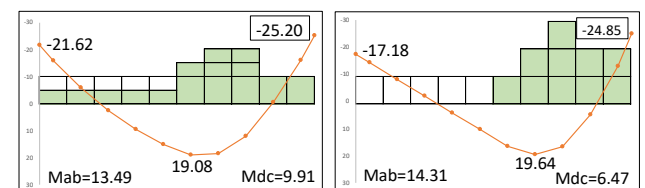
a-4)

a) 荷重ブロック移動数4：半ブロック／1ブロック



ピン柱脚 b-1)

b-3)



固定柱脚 b-2)

b-4)

b) 荷重ブロック移動数5：半ブロック／1ブロック

Figure 3. Relationship between load distribution and bending moment

6. 参考文献

- [1] 日本建築学会：建物荷重指針・同解説，2015
- [2] 日本建築学会：建築物荷重指針を活かす設計資料1，2016
- [3] 清田清司，高須治男：建築土木 構造マニュアル，pp. 135-136，1990
- [4] 苫米地司，橋本茂樹：屋根面で発生する吹雪に関する一考察，日本雪工学会誌，Vol. 9 No. 2，2-8，1993. 4
- [5] 堤拓哉，高倉政寛，苫米地司：多雪寒冷地に建つ中高層建築物の屋上積雪分布について，日本建築学会技術報告書，第20号，pp. 63-66，2004. 12