

## アーチ構造の応力が最大となる設計用屋根上積雪分布に関する基礎的研究

Basic research on the distribution of snow cover on the roof for design that maximizes the stress of the arch structure

○平原優汰<sup>1</sup>, 石鍋雄一郎<sup>2</sup>, 中島肇<sup>3</sup>Yuta hirahara<sup>1</sup>, \*Yuichirou Ishinabe<sup>2</sup>, Nakajima Hajime<sup>3</sup>

Abstract: It seems that measures for snow damage are still developing in the field of construction in recent years. Among them, the current situation is that there are still problems with the distribution of snow on the roof, and no research has been conducted on what kind of snow distribution on the roof is the most critical for the skeleton. Therefore, Takahashi et al. investigated what kind of roof snow distribution is the most critical for rigid frame structures. However, as far as we know, no research has been found on what kind of roof snow distribution is the most critical for arch structures. In this report, the most critical snow cover distribution is evaluated using the magnitude of the bending moment of the member as an index.

## 1. はじめに

平成 26 年度豪雪により首都圏などで大きな建物被害があったように、近年の建築分野において雪害対策はまだ発展途上であるように考えられる。中でも屋根上積雪分布については未だ課題があるのが現状である。推定された地上積雪重量を屋根上にどう分配するかという事については既に様々に研究が行われており、それらは荷重指針における屋根形状係数に反映されている他、積雪分布が風上と風下の 2 種類で評価する基礎になっている<sup>[1][2]</sup>。しかし、いかなる屋根上積雪分布が骨組に対して最もクリティカルなのかという研究については見られなかったため、高橋ら<sup>[3]</sup>は門型、山型、アーチ型ラーメン構造を対象に曲げモーメントの大きさを指標として研究を行った。だが、雪荷重と自重によって支配的となる応力が異なるアーチ構造を課題とした研究は筆者らの知る限り見られなかった。本報では、雪荷重と自重を含めたアーチ構造の不利な応力状態を解析する先立ちとして、高橋らと同様に部材の曲げモーメントの大きさを指標として最も不利な屋根上積雪分布を評価する。

## 2. 数値解析概要

骨組に対して最も不利な応力状態を検討するためにスパン長が同一(L=7.81m)でライズスパン比が 0.1, 0.2, 0.3 と異なる 3 つのモデルを作成した。境界条件は両端ピンとし、すべて同一断面とする。構造モデル(Figure1)に総積雪荷重 W を 7N として W の値を変えずに P1~P7 の各点に荷重を分配して加える。荷重 P 一つの大きさを 1 ブロック、その半分の大きさを半ブロックとして扱う。また、左側を風上側、右側を風下とする。屋根上積雪分布の設定は高橋ら<sup>[3]</sup>で用いられた

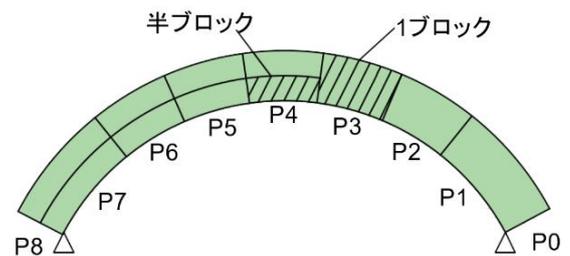


Figure 1. Structural Model Pin Column Base

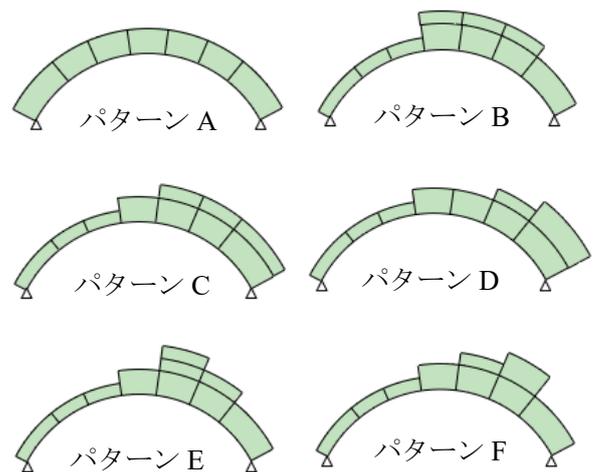


Figure 2. Condition Setting

下記の 4 つの条件を使用する。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されない、4) 前後の荷重ブロック差が半ブロック 2 つまで移動可能、以上 4 つのルールは 1 ブロックと半ブロックのどちらでも適用する。本研究では風上から風下への移動ブロック数が 1.5 ブロックとなるパターン A からパターン F の 6 つを対象として応力解析を行う(Figure2)。

### 3. 解析結果

積雪分布パターンの解析結果を Figure3 に示す。中央にブロックが寄っている積雪分布パターンは曲げモーメントが大きくなる傾向が見られる。さらに、最も多くのブロックが重なった点で最大の曲げモーメントをとる傾向もあった。しかし、パターンCとFではライズスパン比 0.1, 0.2 と 0.3 の間で最大曲げモーメントをとる位置に変化があった。今回解析した中で最大の曲げモーメントはライズスパン比が 0.1 の時パターンFで  $1.55\text{N}\cdot\text{m}$  であった。一方で、ライズスパン比が 0.2 の時はパターンEの  $1.26\text{N}\cdot\text{m}$  が最大となり、0.3 の時もパターンEの  $1.31\text{N}\cdot\text{m}$  であった。このことから0.1の時パターンF, 0.2のときパターンE, 0.3の時パターンEのようにライズスパン比によって最も不利となる積雪分布が異なることが分かった。

### 4. まとめ

今回の解析範囲で最大曲げモーメントとなるものはライズスパン比が 0.1 の時はパターン F, ライズスパン比 0.2 の時はパターン E. ライズスパン比 0.3 の時はパターン E となった。また、ライズスパン比 0.1 の時、荷重の移動がないパターン A とパターン F の最大曲げモーメントを比較すると風下側に荷重が移動することで最大値が 2.72 倍に増加していた。同様にパターン A とパターン E の最大値をライズスパン比ごとに比較すると、0.2 の時 3.82 倍, 0.3 の時 3.12 倍となり著しく増加していた。高橋ら<sup>[3]</sup>のアーチ型ラーメン構造では最大曲げモーメントの増加は 1.12 倍であったため、アーチ構造はラーメン構造よりも偏分布荷重の影響が大きいことが分かった。

### 5. 今後の検討

今後は実際のアーチ構造体を参考に現実的な断面や材料を設定し、その骨組から予想される自重と雪荷重を組み合わせた時の最も不利な応力状態について調査を進める。また、両端ピンのみではなく両端固定の場合の調査も進める。

### 6. 参考文献

- [1]日本建築学会：建築物荷重指針・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]高橋賢, 岩原慶：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, 日本大学理工学部建築学科卒業研究, 2021

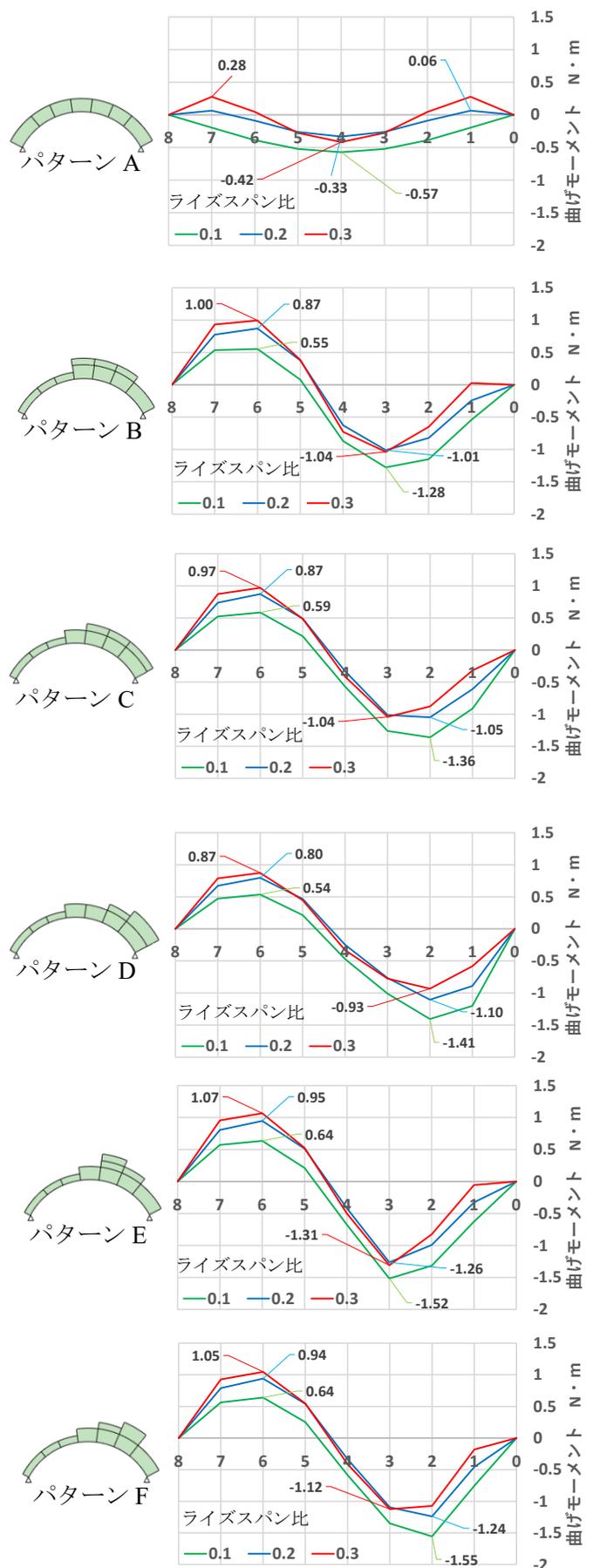


Figure 3. Transition of Bending Moment