塗装鋼板葺き勾配屋根の雪荷重評価に関する研究

上井　優　千葉　隆弘　苫米地　司　北海道工業大学
高橋　徹　千葉大学

1. はじめに

日本建築学会荷重指針・同解説[1]（以下，荷重指針という.）によると，勾配屋根で発生する滑雪を考慮した雪荷重は，屋根雪と屋根葺材との摩擦特性を考慮して円滑な滑落を促す屋根勾配・形状を確保し，屋根面へ熱エネルギーを供給するなど，積極的に滑落させる場合において，制御雪荷重により評価することが可能となっている．しかし，塗装鋼板葺き勾配屋根では，勾配にもよるが，滑落を阻害する障害物が無ければ自然滑落が発生する場合が多く，このような自然滑落を対象とした場合の雪荷重評価は，確立されていないのが現状である．荷重指針によると，屋根雪の滑落は，重量による駆動力と屋根葺材との界面生じる諸抵抗力との釣り合いを考慮する必要があるといわれている．これらの抵抗力のうち，凍着抵抗力が最も大きく，重力による駆動力よりも大きくなる一方で，屋根面が 0℃付近になると作用しないことが明らかとなっている．高倉らは[2]，こうした凍着抵抗力の特性を考慮し，日最高気温をパラメータとして気象データから各地域における屋根雪の堆積日数を算定し，その日数間に発生する雪荷重の極値を用いて荷重評価を行うことを提案している．しかし，屋根勾配と屋根雪の堆積日数との関係は示されていない.

このような背景から本研究では，塗装鋼板葺き勾配屋根で発生する自然滑落を考慮した雪荷重評価の確立を目的に，屋根勾配と屋根雪の堆積日数および滑雪するまでの増分積雪深について気象データを用いて検討した.

2. 研究方法

2.1　屋根雪の堆積日数の算定方法

既往の研究では[3]，屋外に設置したモデル勾配屋根を対象とした滑雪観測の結果を用い，滑落時の温度条件を分析している．屋根雪の移動と停止を繰り返す緩勾配屋根の滑落挙動を考慮した場合の雪荷重評価では，滑落までの積算暖度を滑落時の温度条件として用いる有効性を明らかにしている．表 1 に示すように，50%，75%，および 95%の確率で滑落が発生する積算暖度を 2/10～5/10 勾配の範囲で示している．本研究では，確率 95%の積算暖度を滑落条件とし，気温データを用いて各地点における屋根雪の堆積日数を推定した.

表-1　屋根勾配と滑落までの積算暖度

屋根勾配	積算暖度(℃･h)		
	滑落確率50%	滑落確率75%	滑落確率95%
2/10	42	120	570
3/10	26	92	397
4/10	15	45	264
5/10	8	32	252

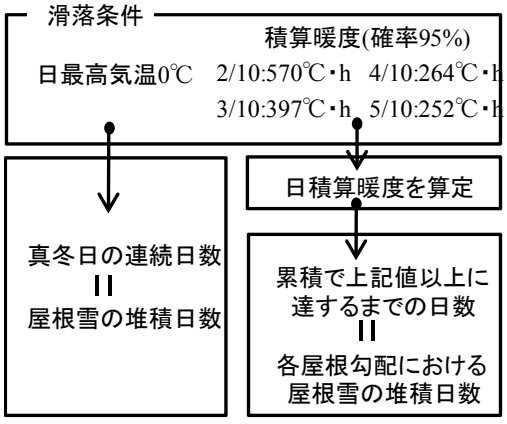


図-1　積算暖度の算定方法

Copyright　©　2011　(社)日本雪氷学会北海道支部

本研究では，2 種類の方法で屋根雪の堆積日数を推定した．図 1 に示すように，先ず，高倉ら[2)]の方法に従い，日最高気温 0℃以上になると滑落が発生することを想定した．この場合，真冬日の連続日数が屋根雪の堆積日数となる．この考え方に従い，気温データを用いて各年における屋根雪の堆積日数の最大値を算定した．次に，既往の研究[3)]で提示している積算暖度を滑落条件とし，屋根雪の堆積日数を推定した．具体的には，毎時の気温データを用いて日積算暖度を算定し，累積して滑落条件の積算暖度以上に達するまでの日数を屋根雪の堆積日数として算定した．また，前述と同様に，各年における屋根雪の堆積日数の最大値を気温データから算定した．これらの算定には気象庁のAMeDAS（全国約 800 地点）のデータを用いた．

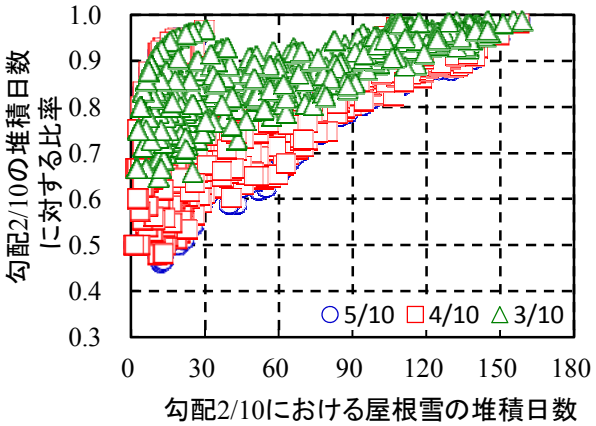
2.2　年最大 n 日増分積雪深の算定方法

荷重指針によると，制御積雪荷重は，年最大 7 日増分積雪深を用いて評価できるとしている．塗装鋼板葺き勾配屋根では，屋根雪が 7 日以上堆積する場合が多いと考えられる．本研究では，1 日～150 日までの年最大n日増分積雪深を算定し，様々な屋根雪の堆積日数に対応できるように検討した．全国約 300 地点の積雪深データを収集し，年最大n日増分積雪深の 100 年再現期待値を算定した．なお，1 回目の増分積雪深算定で年最大積雪深が含まれていた場合は，年最大積雪深の値を算定値とした．なお，再現期待値の算定方法は，荷重指針[1)]に従った．

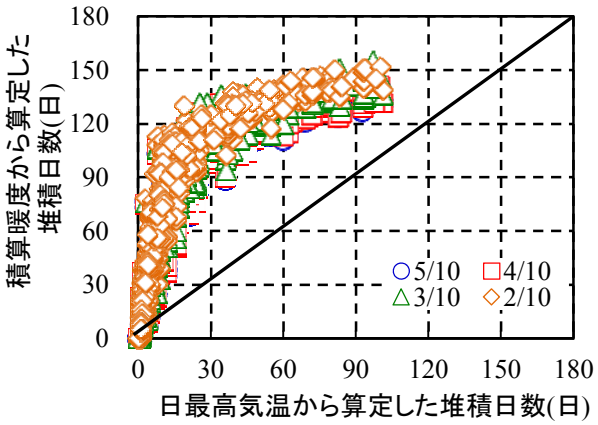
3.　研究結果

3.1　屋根雪の堆積日数の算定結果

図 2 に，積算暖度に基づいて算定した屋根雪の堆積日数の特徴を把握することを目的として，勾配 2/10 における屋根雪の堆積日数と勾配 2/10 の堆積日数に対する各勾配で得られた堆積日数の比率との関係を示す．図中の堆積日数は，過去の最大値とした．図のように，勾配の増加に伴い，屋根雪の堆積日数が短くなる傾向を示し，堆積日数の増加に伴い勾配の差異が小さくなる．日最高気温に基づいて算定した屋根雪の堆積日数と積算暖度から算定した屋根雪の堆積日数との関係を図 3 に示す．堆積日数は，前述と同様に，過去の最大値とし，図のように，いずれの勾配においても日最高気温から算定した堆積日数に比べて積算暖度から算定した堆積日数が長くなる傾向を示し，その傾向は堆積日数が短いほど顕著となる．一方，堆積日数が長いほど両者の差異は小さくなる傾向を示す．結果をみると，北海道や東北地方北部の低い気温が連日継続する地域では，日最高気温を用いて屋根雪の堆積日数を推定することが可能と考えられるが，北陸地方のような比較的温暖な地域で日



図−2　積算暖度から算定した屋根雪の堆積日数積日数



図−3　積算暖度から算定した堆積日数と日最高気温から算定した堆積日数との関係

Copyright　©　2011　(社)日本雪氷学会北海道支部

最高気温を用いて屋根雪の堆積日数を推定する場合，過小評価する可能性がある．

3.2　年最大 n 日増分積雪深の算定結果

以上に示すように，自然滑落を考慮した雪荷重評価を行う場合は，様々な屋根雪の堆積日数に対応する必要がある．本研究では，気象庁AMeDASの積雪深データを用いて年最大n日増分積雪深の 100 年再現期待値SD_nを算定し，これらの値を年最大積雪深の 100 年再現期待値SD_{max}で除したSD_n/SD_{max}を整理した．ここで，日数とSD_n/SD_{max}との関係をみると，日数の経過に伴いSD_n/SD_{max}が増加する関係を示す地点や，寡雪地域で根雪日数が短い地点では，日数に関係なくSD_n/SD_{max}が一定となる場合が考えられる．本研究では，図 4 に示すように，日数とSD_n/SD_{max}との関係に直線回帰式を当てはめ，得られた傾きの違いで地点を分類することとした．分類した日数とSD_n/SD_{max}との関係を図 5 に示す．分類Ⅰのように，根雪日数が長い考えられる地域では，日数の増加に伴いSD_n/SD_{max}が増加する関係を示すものの，根雪日数が短いと考えられる分類Ⅳの地域では，年最大 1 日増分積雪深が年最大積雪深となる可能性があり，その場合はSD_n/SD_{max}が日数に関係なく一定となることがわかる．以上の結果に示すように，根雪日数が長く年最大積雪深が大きいほど自然滑落を考慮した雪荷重評価を行う重要性が高くなることがわかる．

次に，日数とSD_n/SD_{max}との関係を分類した結果を全国地図にプロットすると図 6 となる．図のように，分類Ⅰをみると，北海道では日本海沿岸地域に分布し，東北地方では山間部に分布している．これらの地域は，積雪深が多いとともに根雪日数が長い地域で，さらに，日数の経過に伴い積雪深が比例的に増加するような推移を示す地域でもある．分類Ⅱをみると，北海道では道東地方に分布し，東北

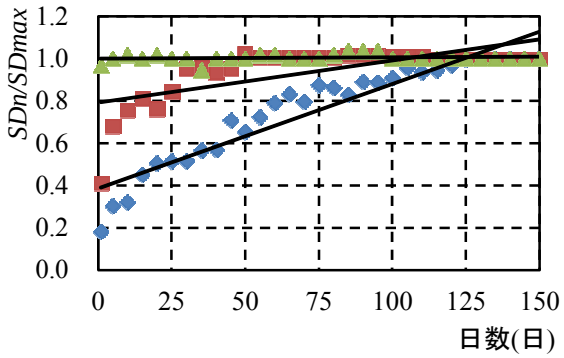
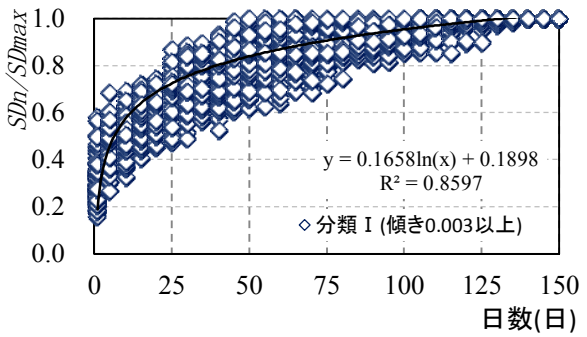
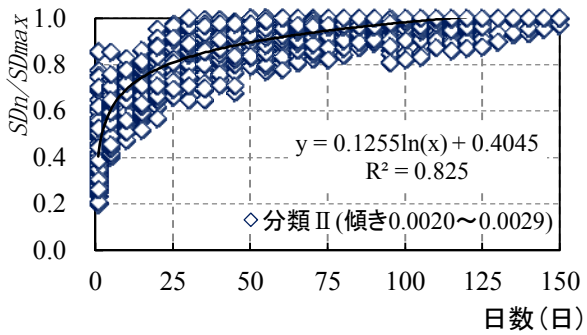
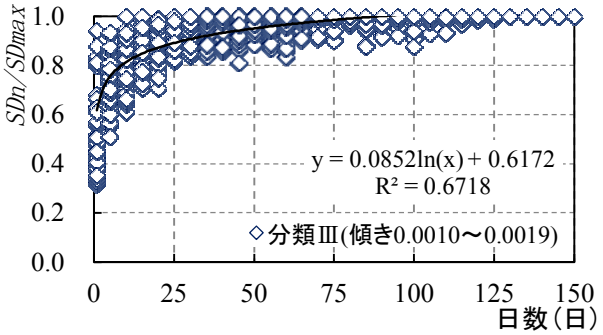


図-4 日数とSD_n/SD_{max}との関係の分類方法







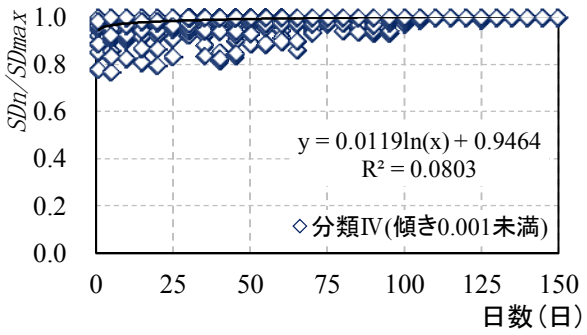


図-5　日数とSD_n/SD_{max}との関係

Copyright　©　2011　(社)日本雪氷学会北海道支部

地方では山間部の一部に分布するとともに，北陸地方で多く分布している．これらの地域は，短期的に積雪深が急増する地域である．これらに対し，分類Ⅳをみると，北海道では該当する地点がみられず，東北地方では太平洋沿岸地域に分布し，中国地方の日本海沿岸部にも分布している．これらの地域は，積雪深が小さいとともに，根雪日数が短い地域で，年最大 n 日増分積雪深と年最大積雪深が同程度になっていると考えられる．以上の結果をみると，年最大 n 日増分積雪深を用いて雪荷重の評価を行う場合は，積雪深の大きさ，雪の降り方，および根雪日数に応じた値を採用する必要性が明らかとなった．

4,　まとめ

本研究では，全国の気象データを用い，各地域の塗装鋼板葺き勾配屋根における屋根雪の堆積日数や，年最大 n 日増分積雪深の算定を行った．その結果，北海道や東北北部の低い気温が連日継続するような地域では，日最高気温を用いて屋根雪の堆積日数を推定することが可能と考えられるものの，北陸地方のような比較的温暖な地域で日最高気温を用いて屋根雪の堆積日数を推定する場合は，過小評価する可能性があることがわかった．また，年最大 n 日増分積雪深を算定し，その地域特性を検討した．その結果，積雪深の大きさ，雪の降り方，および根雪日数に応じた値を採用する必要が明らかとなった．

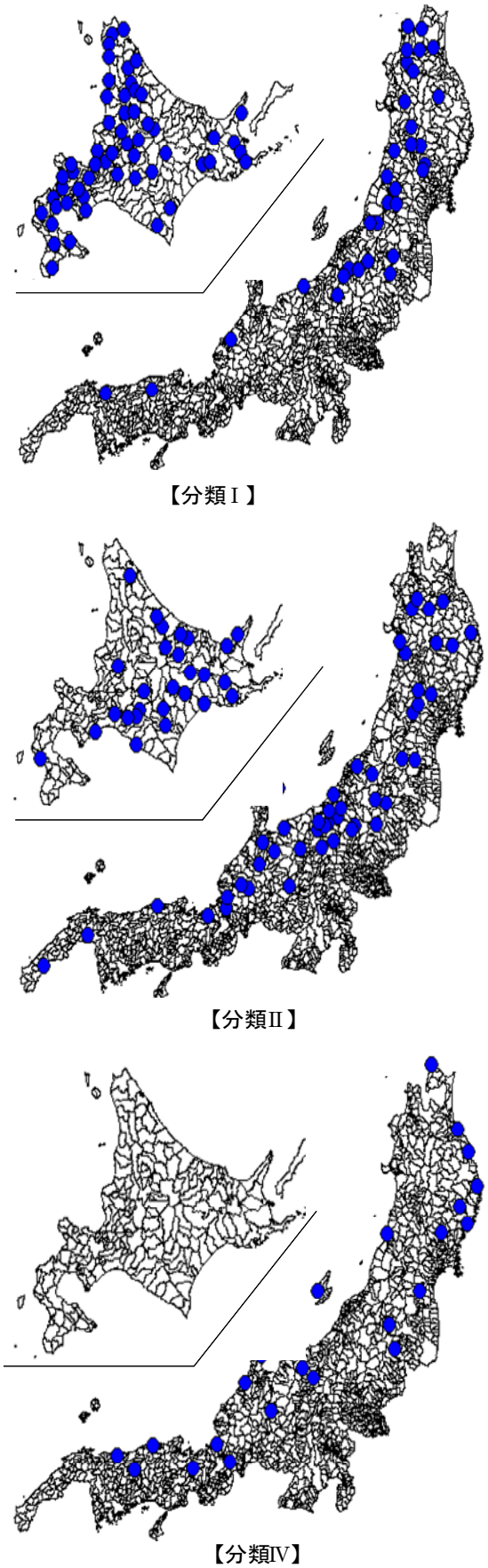


図-6　各分類の全国分布

【参考文献】

1) 日本建築学会編：建築物荷重指針・同解説(2004)，第 5 章雪荷重，pp，271-275，2004，9
2) 高倉政寛，千葉隆弘，伊藤敏幸，苫米地司：制御積雪荷重を用いる勾配屋根における制御日数について，日本建築学会構造系論文集，№528，pp53-57，2000，2
3) 千葉隆弘，苫米地司，伊東敏幸，高橋徹：塗装鋼板葺き勾配屋根における屋根雪の滑落確率に関する研究，日本建築学会北海道支部研究報 告集，No，83

Copyright © 2011 (社)日本雪氷学会北海道支部