屋根用塗装鋼板における滑雪性能の評価 および維持の手法

Evaluation and Maintenance of Snow Sliding Performance of Coated Steel Roofing Used for Sloped Roof

伊東 敏幸^{*1}・苫米地 司^{*2}・三橋 博三^{*3}
Toshiyuki Ito Tsukasa Tomabechi Hirozo Mihashi

SYNOPSIS

Long-term evaluation of the sliding performance of coated steel roofing and a technique for maintenance of roofs designed to facilitate on going disposal of snow by sliding are examined. Properties of coated steel roofing change with time due to chemical deterioration caused by ultraviolet rays and mechanical deterioration caused by sliding snow. With polymer-coated steel roofing there is a period of about 18 years after initial deterioration during which sliding performance remains constant. Furthermore, changes of sliding performance with time of this type of roofing can be evaluated based on adfreezing strength and coefficient of friction at the interface between the snow and roofing material. Hence, it is effective to evaluate the sliding performance which corresponds to the deterioration curve over time. In addition, it is necessary to plan the maintenance of the sliding function of the roof in consideration of the deterioration curve.

From the above-stated facts, it is necessary to consider the influence of the environmental deterioration factor corresponding to the deterioration mechanism of the material to estimate the service life of the roofing material. A basic concept of the material design technique which can be applied to the sloped roof was clarified by this research.

要 約

屋根上積雪の規則的な滑落処理を継続的に行う勾配屋根に用いる屋根用塗装鋼板の長期的な滑雪性能の評価および維持の手法について検討している。勾配屋根に用いる葺材は紫外線による化学的劣化と滑雪による機械的劣化が生じ、年数の経過に伴って材料表面の性状が変化する。実際に使用されていた屋根用の塗装鋼板における滑雪性能の経年劣化曲線には、初期劣化の後に18年経過頃まで滑雪性能が殆ど変化しない期間が長く存在する。なお、この滑雪性

能の経年変化は、屋根雪と屋根葺材との凍着強度および摩擦係数で評価した。このことから、長期的な滑雪性能を評価する場合は、滑雪性能の経年劣化曲線に基づいて行うことが有効と考える。さらに、その劣化曲線を考慮して、屋根の滑落機能の維持保全を計画する必要がある。従って、屋根葺材の滑雪性能の耐久寿命を推定するには、材料の劣化機構に対応する劣化外力の影響を考慮する必要があると言える。本研究により、勾配屋根に適用できる材料設計手法の基本概念が提示された。

* 1 北海道工業大学 建築工学科 講師

* 2 北海道工業大学 建築工学科 教授

* 3 東北大学 工学部 建築学科 教授

[本稿受理：1996年10月29日，修正原稿受理：1997年2月6日，討論期限：1998年6月30日]

1. はじめに

現在においても積雪地域では屋根上積雪に起因する人身雪害が社会的問題として顕在化している。北海道における屋根上積雪に関わる人身事故に関する調査研究^{1, 2)}によると、事故が発生している建築物は建築後10数年経過している建物に多く、さらにその屋根勾配は0.4~0.7に集中していることが指摘されている。一方、積雪地域で多用されている屋根用塗装鋼板の滑雪性能の経年変化に関する研究^{3, 4)}によると、経年劣化後の滑雪性能は新築時すなわち劣化していない状態に比べ顕著に変化することが指摘されている。このことから、屋根上積雪に関わる人身雪害の要因を推察すると次のことが言える。経年過程の屋根における屋根雪の滑落機能は、新築時の状態を維持できない。しかし、このことを設計者あるいは居住者が正しく認識していないことが要因となって、予期せぬ落雪あるいは危険な雪下ろし作業を招いていると考えられる。従って、屋根雪の滑落性状の経年変化を適切に認識するためには、使用する屋根葺材の長期的な滑雪性能を明らかにし、その変化特性に対応した屋根雪の滑落処理を計画する必要がある。さらに、滑落処理計画に対する材料学的資料となる体系的な材料設計手法を確立する必要がある。

また、屋根上積雪は積雪地域における建築物を設計する際の多大な荷重外力となり、その荷重を低減することは、特に大規模構造物において重要な課題と言える。現行の日本建築学会の荷重指針⁵⁾では、信頼性のある屋根上積雪処理による荷重低減を認めており、荷重低減の一つの手法として屋根上積雪を滑落処理するには、規則的かつ長期的な滑落制御を行わなければならない。そのためには、前述したような屋根葺材の材料設計資料が必要となる。

以上のように、勾配屋根に用いる屋根葺材の滑雪性能の長期的な評価手法、さらには体系的な材料設計手法の確立が望まれている。しかし、既往の研究においては、これらに関する検討がほとんど行われていない現状にある。これまでの屋根葺材の滑雪性能に関する研究をみると、材料の初期性能を対象とした例^{6, 7, 8)}が多い。経年劣化後の滑雪性能に関し

ては、屋根用塗装鋼板の劣化材料における雪水体との凍着強度^{4, 9)}および摩擦係数³⁾を測定した例があるが、それらでは長期的な滑雪性能の評価手法に関する検討を行っていない。

これらのことから、本研究では屋根用塗装鋼板の劣化機構に対応した長期的な滑雪性能の評価手法を検討し、屋根葺材に要求される滑雪性能およびその維持に関する体系的な材料設計手法を提案することを目的とする。屋根用塗装鋼板における劣化機構および滑雪性能の経年変化を基に、建築物の耐久計画を参考にした滑雪性能の要求水準およびその維持の考え方に関する考察を行った。

2. 滑落方式屋根に用いる屋根葺材の性能

2.1 屋根雪の滑落運動に関わる屋根葺材の性能

屋根に要求される一般的な機能として、風雪などの諸外力および自重に対する耐力、防水・排水、断熱・気密、防音・遮音および遮光・採光が挙げられる。さらに、積雪地域における滑落方式の勾配屋根では、屋根雪を滑落させる機能が要求される。これらの機能は屋根材料の表面特性に依存する部分が多いことから、材料の滑雪性能を適切に評価することが重要となる。

勾配屋根の屋根雪に作用する抵抗諸力を図-1に示す。図のように、屋根雪の滑落現象は屋根勾配によって作用する滑落力($m \cdot \sin \theta$)と滑落抵抗諸力

Fa : 凍着抵抗 力 Ft : 上部雪との引張抵抗 力
Fsf : 静摩擦抵抗 力 Fs : 側部雪とのせん断抵抗 力
Fkf : 動摩擦抵抗 力 Fc : 下部雪との圧縮抵抗 力
m : 屋根雪の重量 Fch : 融雪水の粘性抵抗 力
 θ : 屋根勾配(deg.)

図-1 勾配屋根の屋根雪に作用する諸力

の釣り合い関係で説明できる。ここで、図に示す滑落抵抗諸力のうち屋根葺材の性状に大きく関わる抵抗力を整理すると次のようになる。既往の研究^{8, 10)}によると、滑落開始時に作用する凍着抵抗力 (F_a) および静摩擦抵抗力 (F_{sf})、さらに滑落持続時に作用する動摩擦抵抗力 (F_{kf}) は屋根葺材の性状に大きく支配される力である。なお、この動摩擦抵抗力は屋根雪と屋根葺材との接触摩擦によって作用する抵抗力を指し、粘性抵抗力を含まない力として扱える。また、各種屋根葺材における雪氷体との静摩擦係数は、動摩擦係数と線形関係にある⁸⁾ことから、動摩擦係数から推定評価できる抵抗力である。

屋根面が湿潤状態での滑落時に作用する粘性抵抗力 (F_{ch}) は、屋根面と屋根葺材との間に生ずる融雪水による力であり、この力は小屋裏の温熱環境あるいは屋根表面の形状に支配される¹¹⁾ことから、屋根葺材の性状に関わる部分は少ない。さらに、これら以外の抵抗力 (F_t , F_s , F_c) は周囲の屋根雪によって作用する力であることから、屋根葺材の性状と直接的に関係しない。

以上のように、屋根葺材の性状に関わる滑落抵抗力は凍着抵抗力および動摩擦抵抗力の2つに限定できることから、これらの力を評価するための材料性状について検討する。凍着抵抗力は氷点下における雪氷体と屋根葺材との付着によって生じる力であり、屋根葺材と雪氷体の凍着強度を指標として評価できる。この場合、この凍着抵抗力は凍着界面の含水量が多いほど大きな値になることから、その状態に対応する実験方法、すなわち屋根葺材上で水を氷結させて凍着させた場合の凍着強度を測定する必要がある¹²⁾。また、この凍着強度は凍着温度に大きく支配されるので、当該地域の最低外気温に対応した温度、および凍着現象が起こる0℃付近における強度を測定することが適切と考えられる。次に、動摩擦抵抗力は動摩擦係数から算定できることから、屋根葺材と雪氷体の動摩擦係数を以て評価すればよい。なお、この動摩擦係数を測定する場合の温度条件は、滑落現象が生じる温度状態すなわち0℃付近における滑雪実験によって測定する必要がある。

2.2 勾配屋根における屋根葺材の劣化機構

一般に、各種屋根葺材の中で滑雪性能に優れる材料に位置付けられるのは、表面仕上げに高分子材を用いた材料である^{8, 12)}。それらの材料は雪氷体との凍着強度および摩擦係数が金属材料やガラス材料よりも小さいことから、屋根雪が滑落し易い材料と言える。しかし、高分子表面を持つ材料は、大気暴露下で使用するこによる劣化外力の影響を受け易いことから、屋根仕上げ材として使用すると、経年に伴ってその表面性状が大きく変化する。従って、それらの材料における滑雪性能を評価する場合は、経年過程における性能変化を十分に考慮しなければならない。また、積雪地域の勾配屋根に用いる屋根葺材に作用する劣化外力は、一般的な大気暴露で考慮すべき紫外線や大気汚染などの他に、降雪期間における屋根雪の滑落で生じる機械的外力が存在することを考慮しなければならない^{13, 14)}。

2.3 滑雪性能を考慮した屋根葺材の選定プロセス

前述したことを基にして滑雪性能を考慮した屋根葺材の選定プロセスに関して検討する。建築物の仕上げ部材およびその材料を選定する場合、部材および材料の耐用性を考慮することによって、建築物全体の耐用年数との関わりが明確になり、建築物を恒久的に維持する志向に適合し易くなると考えられる。

日本建築学会から示されている建築物の耐久計画の考え方¹⁵⁾によると、耐久計画は目標耐用年数に向けて、材料や構法の選定から維持保全の水準までを適切に決定して行くプロセスである。さらに、構成部材の推定耐用年数 (Y) は、そのプロセスから基本的に次式によって求められる。

$$Y = Y_0 \cdot D \cdot B \cdot C \cdot M \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Y_0 は構成材料の標準耐久性能を示す材料固有の性能値を示し、 D は立地・環境条件の劣化外力、 B は仕様・構法などの設計水準、 C は施工水準、 M は維持保全水準による係数を意味する。

このことを参考にして、屋根雪の滑落機能が要求される屋根における葺材選定プロセスを整理すると図-2となる。図のように、屋根葺材の選定プロセスは要求性能の定義に始まり、材料の基本性能によ

る検定を行った後に、外的要因を考慮した性能検定を行う流れになる。図に示すように、基本性能による選定を行った後に、劣化外力などによる検定を付加的に行う考え方は、外的要因が複雑に作用する外装材に適した手法と考えられる。また、材料の滑雪性能を検定するにあたっては、滑落を促進するため

の補助融雪¹⁶⁾の有無、滑雪性能を補強する手段の可否、さらに葺工法などによる施工後の仕上げ面形状の影響¹¹⁾などを考慮する必要がある。滑雪性能に影響する外的要因を考慮した検定を行うには、屋根葺材の経年劣化機構^{17, 18)}に基づく性能変化を適切に評価し、その材料が効率的に維持できる性能水準を決定することが有効と考えられる。

3. 屋根用塗装鋼板における滑雪性能の経年劣化

3.1 経年による葺板表面の劣化状態

前述のように、屋根用塗装鋼板は各種屋根葺材の中でも滑雪性能に優れる材料であり、北海道における主要な屋根葺材であることから、この材料を対象として滑雪性能の経年変化の特性を検討する。この検討は、札幌市内の住宅などで実際に使用されていた塗装鋼板の劣化状態およびその状態における滑雪性能を用いて行う。劣化した塗装鋼板は表-1に示す通り、勾配屋根および無落雪屋根から採取した試

表-1 実際に使用されていた塗装鋼板の概要

試料 No.	経過 年数	屋根 形状	勾配 deg.	塗装(色)
N0	0	-	-	PG(青)
F3	3	無落雪	6	PG(灰)
G5	5	切妻	23	PG(青)
G7	7	切妻	12	PG(青)
G8	8	切妻	20	PG(赤)
F8	8	無落雪	6	PG(茶)
F9	9	無落雪	13	PG(茶)
F19	9	招き	60	PG(茶)
G9	9	切妻	11	PG(赤)
F13	13	無落雪	9	PG(茶)
F113	13	招き	60	PG(茶)
G13	13	切妻	10	PG(茶)
M18A	18	腰折れ	15	PG(青)
M18B	18	腰折れ	45	PG(青)
G25A	約25	切妻	45	AG(青)
G25B	約25	切妻	23	AG(青)

*PGはポリエステル樹脂の光沢仕上げ、
AGはアクリル樹脂の光沢仕上げである。

図-2 滑雪性能を考慮した屋根葺材の選定プロセス

料であり、各々の経過年数などが異なる。

これらの試料における劣化状態は、表面塗膜の厚さおよび表面粗さの特性および経年変化から分類できる¹⁴⁾。屋根用塗装鋼板の経年過程における劣化状態を図-3に示す。図に示す劣化した塗装鋼板の表面性状は、それぞれ次のような性質を持つ性状である³⁾。表面粗さ R_z は材料表面の凹凸を示し、JIS B 0601 による測定平均値 (μm) である。光沢度は材料表面の反射光の強さを示し、JIS Z 8741 に従う60度鏡面光沢度の測定平均値 (%) である。接触角は材料表面の撥水性を示し、試料上に滴下した蒸留水と試料表面との成す角を自動接触角計で測定した平均値 (deg.) である。

図のように分類される劣化状態は、勾配屋根に用いる高分子被覆金属材の一般的な劣化パターンと言える。すなわち、金属層と高分子層との付着層からの剥離現象よりも高分子層表面からの塗膜の損耗現象が支配的となる劣化機構である。図のように、勾配屋根の塗装鋼板は初期材料である1.の状態から、塗膜表層部が樹脂分解の過程にある2.の状態に進行し、塗膜の損耗が進行して部分的な塗膜剥離が生じる3.の状態を経て、塗膜が殆ど損耗して下地金属板が発露する4.の状態に至る劣化過程を辿る。また、その劣化過程において、材料表面の凹凸状態を示す表面粗さおよび光沢度、あるいは撥水性を示す液滴の接触角が劣化状態に対応して段階的に変化することから、この表面性状の変化に伴って滑雪性能が経年変化することが推察できる。

3.2 滑雪性能の経年変化

前述のように、塗装鋼板は経年過程でその表面性状が変化し、それに伴い滑雪性能も変化する。このことから、ここではその変化特性を明らかにする。先に示した通り、屋根葺材の滑雪性能は屋根雪との凍着強度および動摩擦係数で評価することが有効であり、その評価を行うときの温度条件は、実際に屋根雪が滑落する温度である 0°C 付近の方が再現性に優れると考えられる¹⁰⁾。このことから、ここでは -2°C における氷の凍着強度、および 0°C における氷の動摩擦係数を測定して、滑雪性能の経年変化お

劣化状態	表面性状
	1. 未使用状態 (試料N0) 表面粗さ $R_a=0.19$, $R_z=3.08$ 光沢度=80.9 接触角=59.4
	2. 塗膜部の劣化状態 (試料G5, G7, G8, G9) 表面粗さ $R_a=0.36\sim0.58$, $R_z=3.70\sim6.24$ 光沢度=61.2~9.1 接触角=56.2~40.6
	3. 一部下地に及ぶ劣化状態 (試料G13, M18A, M18B) 表面粗さ $R_a=0.52\sim0.86$, $R_z=5.05\sim8.69$ (塗膜剥離部 $R_a=1.46$, $R_z=15.44$) 光沢度=32.3~23.4 接触角=56.9~46.1
	4. 下地金属板に及ぶ劣化状態 (試料G25A, G25B) 表面粗さ $R_a=1.60\sim2.53$, $R_z=16.9\sim26.6$ 光沢度=3.8~1.1 接触角=45.9~27.2

図-3 勾配屋根に用いた塗装鋼板の劣化過程

およびその特性を評価する。

凍着強度および動摩擦係数の測定方法は次の通りである。凍着強度は、試料上に載せた塩ビ管内 ($\phi 31\text{mm}$) に水道水を注ぎ、それを -2°C で8時間放置して氷結凍着させ、凍着した雪氷体をせん断剥離させるのに要する荷重を凍着面積で除して求めている¹²⁾。動摩擦係数は、 0°C の試料上に載せた10cm角の氷ブロックを滑動させ、それに要した荷重を氷ブロックの重量で除して求めている。

-2°C における氷の凍着強度の経年変化を図-4、 0°C の湿潤摩擦状態における氷の動摩擦係数の経年変化を図-5に示す。図-4に示す平均値および標準偏差は6回の測定結果、図-5に示す平均値および最大値は所定距離を滑動させたときの測定結果を表す。

図に示すように、氷の凍着強度は、未使用状態よりも塗膜部の劣化状態の方が低下し、それ以降は漸次増加する経年変化特性を示す。この変化特性は凍着界面の塗膜表面に分解樹脂粉が介在することが影響している。なお、図中の5年経過時の比較的大き

な凍着強度を示す試料は、その表面性状が他試料と異なる波形状になっている。次に、0℃における氷ブロックとの動摩擦係数は、初期状態は極めて小さな値であるが、塗膜部の劣化状態になると約0.1まで増加し、一部下地に及ぶ劣化状態に至っても同程度で推移する。しかし、下地金属板に及ぶ劣化状態になると摩擦係数は急増する経年変化特性を示す。この変化特性は材料表面の微視的形状変化すなわち表面粗さに大きく支配されている。

以上のように、屋根用塗装鋼板における未使用時から耐用年数に至るまでの期間内の凍着性状および摩擦性状は異なる経年変化特性を示すことから、この2つの性能変化特性を考慮した上で材料の長期的な滑雪性能を評価することが必要と考える。

4. 材料性能の経年劣化を考慮した要求性能の概念

4.1 外装材の性能劣化曲線

建築物の耐久計画に基づいて材料性能を評価するには、経年過程における材料性能の劣化曲線²⁰⁾を考慮する必要がある。ここで、建築外装材における性能劣化曲線のタイプを示すと図-6となる。図のように、一定の水準まで性能が劣化する過程における性能劣化曲線は、その材料の耐久性あるいは劣化外力の状態によって、加速型、等速型および減速型に分類できる。さらに、異なる素材が複層構造になっている材料における性能劣化曲線は、ここで分類したタイプを組み合わせたS字型あるいは逆S字型になると考えられる。

このように、各種材料は固有の性能劣化過程を示すので、材料の長期的な滑雪性能を把握するには、その材料の劣化機構に対応する滑雪性能の経年劣化曲線を考慮することが有効と考えられる。

4.2 滑雪性能に関わる材料特性の経年劣化と要求水準

塗装鋼板における表面処理である高分子被覆層は、下地金属板の防錆等の劣化抑止的な機能と同時に滑雪性能を向上させる機能を併せ持つものである。従って、この高分子層が損耗すると、下地鋼板が発錆して著しく滑雪性能が低下する。すなわち、塗装鋼板

図-4 -2℃における凍着強度の経年変化

図-5 0℃における動摩擦係数の経年変化

図-6 外装材における材料性能の経年劣化曲線

の場合には表面の高分子層の存在が滑雪性能を完全に支配していることから、勾配屋根に用いる場合は、その高分子層の損耗が材料の耐用年数を決定する大きな要因になると言える。

このことから、勾配屋根に用いた塗装鋼板における滑雪性能の経年劣化曲線をみると図-7となる。上図は滑落開始に関わる指標となる凍着強度に支配される剥離し易さ、下図は滑落持続に関わる動摩擦係数に支配される滑り易さを示す。図のように、両性能が著しく低下する末期劣化に至る前までの年数を材料の耐用年数とすることによって、材料性能の長期的な要求水準の範囲を明確に示すことが出来る。特に、屋根雪の滑り易さの劣化曲線をみると、初期劣化期から中期劣化期まで顕著な変化を見せずに推移する期間が長く存在する。

滑雪性能の経年劣化曲線に示されるように、初期数年間の極めて優れる滑雪性能を要求水準にしなければ、安定した滑雪性能を長期間に渡って維持することが出来る。すなわち、中期劣化期における材料性能で許容できる滑雪性能水準を屋根葺材に要求する考え方が、維持保全の面からも有効と考えられる。材料性能の経年劣化特性を考慮した要求水準あるいは維持水準を設定することにより、材料の本質的な性能を活かすことが可能になり、さらにその性能を維持することが容易になると考えられる。なお、この性能劣化曲線は材料の劣化機構に基づいて示されなければならないことから、使用する各種屋根葺材の劣化機構を明らかにすると共に、その劣化外力を指標化して、適切な劣化曲線を検討することが重要となる。

4.3 滑雪性能維持の方策

屋根上積雪の滑落処理を継続的に行うには、屋根の維持保全を適切に行う必要がある。一般に、屋根葺材は建物全体よりも耐久寿命が短いことから、適切な補修あるいは改修を施す必要がある。また、そのためには建築当初において保全周期を適切に設定しておくことが望ましい。ここでは、滑雪性能面からみた屋根葺材の維持保全に関して考察する。

前述したような屋根用塗装鋼板における滑雪性能

の耐久寿命は、材料表面の高分子層の損耗に支配されることから、この損耗を推定する手法¹⁷⁾によって、保全周期を設定することが可能となる。すなわち、下地金属板に及ぶ劣化に達する前に維持保全行為を繰り返すことによって、建物全体の目標耐用年数まで、屋根葺材の滑雪機能を維持することが出来

- ・上限は材料の経年劣化特性からみて要求可能な上位水準、下限は滑落機能を果たすために要求される性能の最低水準、耐久寿命は要求性能の水準に応じて決まる。

図-7 滑雪性能の経年劣化曲線を考慮した要求性能の設定

- ・上限は材料の経年劣化特性からみて維持可能な上位水準、下限は材料選定のときに設定した要求水準である。

図-8 維持保全に対する滑雪性能の維持水準

る。この滑雪性能維持の計画概念を示すと図-8となる。図のように、屋根葺材の劣化状態に応じて再塗装あるいは葺替えを繰り返して、屋根雪を滑落させるために要求される水準以上の滑雪性能を維持して行く必要がある。

ここで、滑雪性能の診断手法について考察すると次のようになる。屋根葺材の補修あるいは改修を決定するためには、その判断基準となる劣化診断を行う必要がある。劣化した屋根用塗装鋼板の滑雪性能を評価するには、材料表面の粗さあるいは接触角の指標が有効となる^{3,12)}。しかし、それらの現地測定を行うには危険が伴う場合も少なくないことから、安全かつ容易に行える劣化診断手法が望ましく、先に示した勾配屋根の劣化機構を基にした手法が有効と考えられる。例えば、劣化過程において表面塗膜が損耗する劣化機構を利用し、損耗が著しい部位の損耗量が一定値を越えると目視判断できるサインが屋根材料表面に露出するような塗装を高分子層の下層に施しておくなどの手法が有効である。

5. まとめ

屋根上積雪を滑落処理する勾配屋根に用いる屋根葺材の長期的な滑雪性能を評価するには、材料の経年過程における性能劣化曲線を明らかにする必要性がある。また、その劣化曲線を考慮して、屋根葺材に要求する性能水準あるいは維持する性能水準を決定することが有効な手法と言える。すなわち、材料の経年劣化機構に基づく滑雪性能の耐用年数を明らかにし、その過程における性能劣化特性に対応した性能水準を設定することが材料設計に対する適切な性能評価手法になると考える。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、東北大学工学部 吉野 博教授、山田大彦教授ならびに野村希晶助教授に貴重なご意見を賜りました。記して感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 苫米地司, 伊東敏幸, 山形敏明, 川上俊一: 屋根雪の落雪事故からみた屋根葺材の滑雪特性, 第6回寒地環境工学合同シンポジウム講演論文集, pp.154-159, 1993.4
- 2) 山形敏明, 苫米地司: 北海道における屋根雪の落雪事故の発生状況, 日本雪氷学会大会講演予稿集, p.27, 1995.10
- 3) 伊東敏幸, 苫米地司, 星野政幸: 劣化した屋根用塗装鋼板の表面性状と滑雪性について, 日本雪工学会誌, Vol.10, No.2, pp.2-10, 1994.4
- 4) 伊東敏幸, 苫米地司, 星野政幸: 劣化した屋根葺材と屋根雪の凍着性状について, 第9回日本雪工学会大会論文報告集, pp.123-126, 1993.1
- 5) 日本建築学会: 建築物荷重指針・同解説, pp.197-200, 1993
- 6) 上野 学, 高島和希, 高村久雄, 福本博光: 雪氷に対する屋根鋼板の特性評価, 雪氷, 49巻3号, pp.131-137, 1987.9
- 7) 清水増治郎, 木村忠志: 氷点下における雪の屋根材への付着, 雪氷, 54巻3号, pp.269-275, 1992.9
- 8) 渡辺正朋: 屋根葺材の滑雪特性に関する基礎的研究, 東北大学・学位論文, 1990.6
- 9) 上野 学, 落合鍾一, 鈴木 剛, 高村久雄, 福本博光: 雪氷に対する屋根鋼板の特性評価—第2報 滑雪用屋根鋼板の経年変化—, 雪氷, 50巻4号, pp.207-215, 1988.12
- 10) 前田博司: 金属屋根における積雪の滑落, 雪氷, 41巻3号, pp.199-204, 1979.9
- 11) 伊東敏幸, 苫米地司, 三橋博三: 金属板屋根における葺工法が屋根雪滑落に及ぼす影響, 日本建築学会構造系論文集, 475号, pp.9-16, 1995.9
- 12) 伊東敏幸, 苫米地司, 三橋博三: 屋根葺材と屋根雪の凍着性状に関する研究—材料特性と気象要素に基づく凍着過程と凍着強度—, 日本建築学会構造系論文集, 470号, pp.43-51, 1995.4
- 13) (財)建材試験センター: 建築材料等の耐久性に関する標準化のための調査研究報告書,

1985.3および1988.3

- 14) 伊東敏幸, 苫米地司, 星野政幸: 積雪地域における屋根用塗装鋼板の表面劣化に関する研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 444号, pp. 7-12, 1993.2
- 15) 日本建築学会編: 建築物の耐久計画に関する考え方, 丸善, 1988.10
- 16) 田村盛彰, 吉村達四郎, 宮内信之助: ヒーターの有無による樹脂被覆された屋根上からの雪の滑落, 日本雪工学会誌, Vol.7, No.4, pp.2-7, 1991

- 17) 伊東敏幸, 苫米地司, 三橋博三: 屋根雪滑落による屋根葺材の摩耗現象に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 475号, pp.9-16, 1995.11
- 18) 古谷昭夫: 塗膜の耐候性, 防食技術, 33巻1号, pp.37-46, 1984
- 19) 遠藤八十一, ほか6名: 屋根雪の滑落条件と飛距離, 第4回寒地技術シンポジウム論文報告集, pp.220-225, 1988.11
- 20) 飯塚 裕: 建築維持保全, 丸善, 1990

雪工学豆辞典

高床式住宅

雪国における高床式住宅の原型は, 1932 (昭和7) 年頃に新潟県大和町に建てられたものである。これは地階にコンクリートブロックを積んで物置とし, その上に木造2階建ての住宅を建て, 急勾配のトタン葺き屋根とし, 雪タナ (融雪池) に屋根雪を自然落下させ, それを融かす形を採ったものである。この形式による克雪型住宅は1970 (昭和45) 年頃から新潟県並びに北海道の豪雪地帯で普及するようになった。

雪国の住宅は一般に大きいため, 都市のサラリーマンを対象とする持ち家の確保のための金融公庫融資が受けられず, 1階を鉄筋コンクリート造とすると固定資産税評価が高くなる。これらの緩和策として, 建設省によって1987 (昭和62) 年4月に高床式住宅に係る床面積の算定方式の特例及び建築基準法施工規則の一部改正が行われ, 特別豪雪地帯並びに垂直最深積雪量が2.0m以上の地域におい

て爆発的に普及するようになった。

特例を受けられる建物は, 床下部分に電気以外の水道, ガス, 収納, その他の設備を設けず, かつ積極的な利用を行わないものとされているため, 車庫や物置としてしか利用できず, 使用上中途半端なものとなっている。また, 吹きさらしの外階段は滑り易く, 老人や子供, 妊婦などの出入りに不便かつ危険である。この他, 接地性が喪失するため庭いじりができ難く, 地域コミュニティとの断絶, 景観形成などの問題点が指摘されている。現在, 高齢化が進む中で上下し易い階段づくりやホームエレベータの設置などが求められている。尚, 1.8m程度の鉄筋コンクリートの基礎の上に木造2階建ての建物を載せる形式の高床式住宅は, 背が高く, 両者の地震による固有振動周期が異なるため, その地震安全性の確認の必要性が指摘されている。

(新潟工科大学教授 深澤大輔)