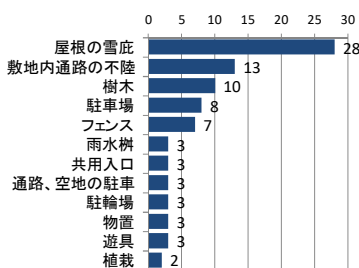


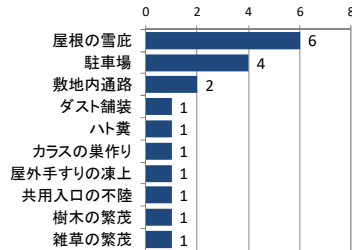
資料2 屋根雪障害対策について

1 公営住宅の屋根雪障害

屋根雪障害の発生は降雪量や気温などの気象的要因のみならず、屋根面の断熱性能や小屋裏の換気状況などと密接に関連します。断熱性能が低い過去の公営住宅においては、屋根雪が室内からの漏熱によって融け、置屋根などの勾配屋根では「氷柱」や「巻きだれ」、「落雪」が屋根雪障害の主たる問題でした。断熱性能が向上した近年では、主に陸屋根が用いられ、屋根上の積雪が多くなり、「雪庇」が主な屋根雪障害となりました。平成23年度に行った道営住宅の管理上の課題に関するアンケート調査によると、外構に関する課題として、「屋根の雪庇」が最も多く挙げられました。新規に建設される公営住宅では一定水準以上の断熱性能が確保されているため、室内からの漏熱による融雪は起きにくいと考えられます。



環境共生型道住以前の道住



環境共生型道住



雪庇

道営住宅の管理上の課題（外構関連）



雪庇防止フェンスを乗り越えて形成された雪庇



緩勾配屋根軒先の氷柱（つらら）



緩勾配屋根における氷板のせり出し

2 新築公営住宅の設計手法

屋根雪障害の対策にあたっては、屋根形状および滑落雪の有無を考慮する必要があります。屋根雪を滑落させる落雪屋根であれば雪庇の問題は生じないものの、落雪した雪による事故防止や落雪スペースの確保などの配慮が求められます。陸屋根や無落雪屋根では、屋根端部に雪庇が発生する例が多くみられるため、雪庇が形成される位置に配慮した平面計画や防止対策の検討が必要です。

勾配屋根においては、積雪が屋根上に長期間留まると巻きだれや融雪による障害発生に繋がるため、すみやかに落雪させるのか否かを最初に決める必要があります。勾配が極めて緩い場合においても、春先には屋根雪が氷板化して大量に落雪するケースが見られるため、雪止めの設置が必要です。ここでは、室内からの漏熱による融雪が生じない、一定水準の断熱性能や小屋裏換気が確保された公営住宅を前提にした設計フローを示し、設計フロー内の項目についてそれぞれ解説します。

【a】屋根形状および屋根勾配による分類、気象資料の整理

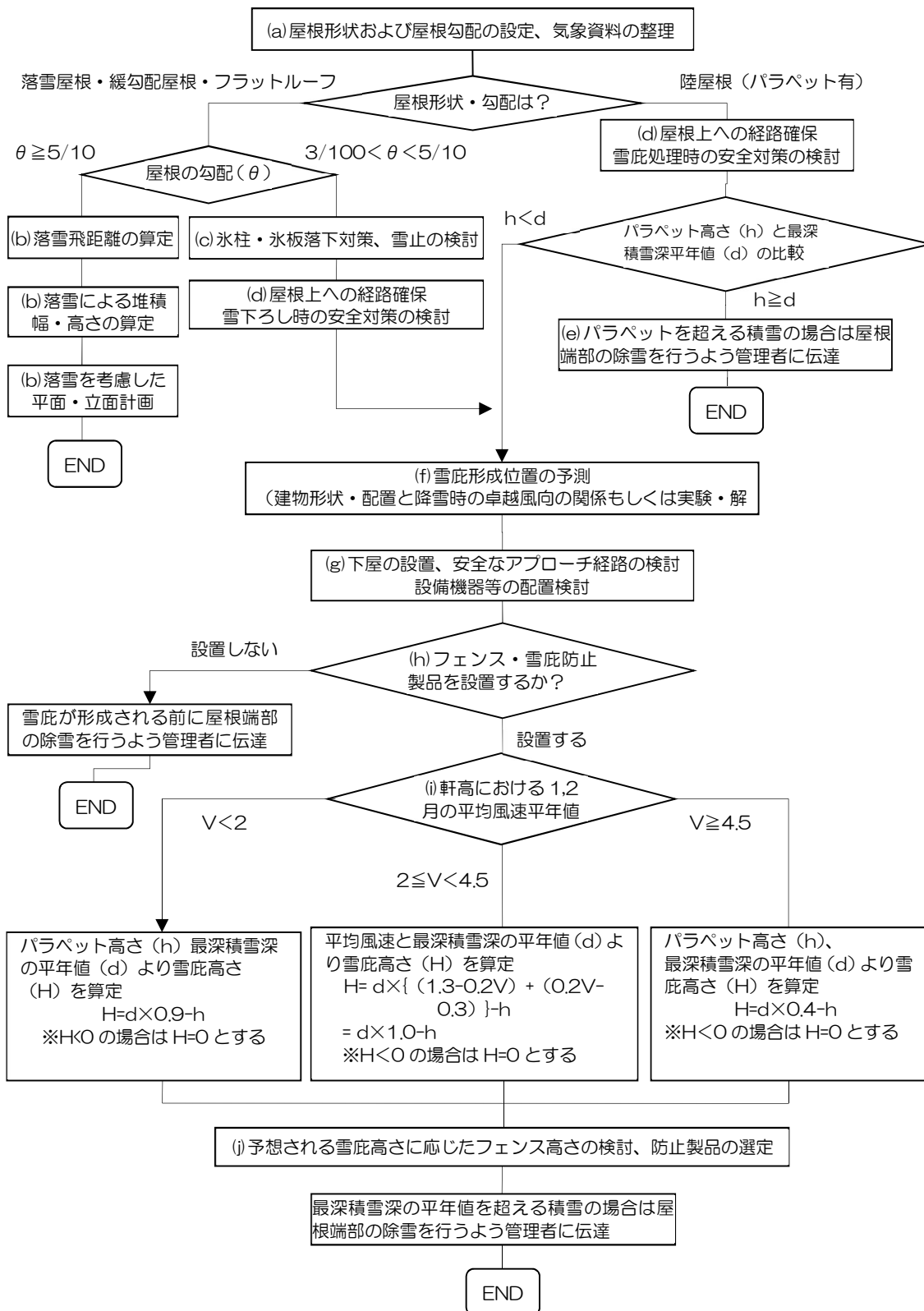
屋根雪障害は屋根形状および屋根勾配により異なるため、設計フローでは最初に傾斜のある屋根（落雪屋根、緩勾配屋根、フラットルーフ）か陸屋根かを分類します。

屋根雪障害対策の検討において使用する気象資料は、立地場所に最も近い気象観測点における観測値を用いることとします。気象庁のホームページでは過去の気象データを参照することができますし、民間の気象会社においても同様のサービスを提供しています。雪庇対策を検討する場合は、1-2月の降雪時（日降雪量5cmもしくは10cm以上）の卓越風向（最多風向）と、1-2月の日平均風速を整理します。また、風速は高さ方向で変化するため、風速計の高さも調べる必要があります（気象庁HPよりアメダス一覧を参照）。

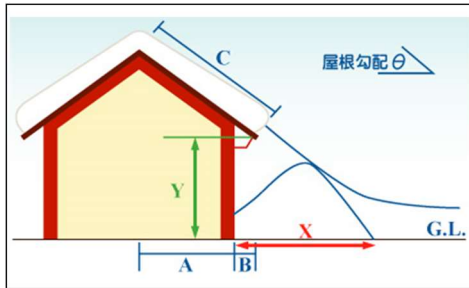
【b】落雪屋根における落雪飛距離と落雪堆積図の算定

落雪屋根については、屋根雪をすみやかに落下させるため屋根勾配（ θ ）を5/10以上の屋根とし、5/10未満の勾配の場合は、屋根上での滞留時間が長くなることから落雪屋根として取り扱わないこととします。落雪屋根（ $\theta \geq 5/10$ ）の屋根雪障害対策については、北方建築総合研究所が提供している「屋根雪の滑落飛距離の簡易計算ファイル」を基に算定した落雪飛距離、78ページの落雪堆積図により堆積高（ h_1 、 h_2 ）を求め、平面計画（落雪スペース、アプローチ計画等）や立面計画（窓位置等）を検討します。

●公営住宅の屋根雪障害対策設計フロー



屋根雪の滑落飛距離の簡易計算



この計算で、壁から落下地点までの距離(X)を計算することができます。各項目に値を入力すると、結果が表示されます。イラストを参考に、値を入力してください。

この計算式は、次の書籍に記載されている計算式に基づき作成しております。

- 高橋博、中村勉他：雪氷防災、白亜書房、P249
- 高倉政寛、堤拓哉、鈴木大隆：勾配屋根を持つ戸建住宅における屋根雪の滑落飛距離について、日本建築学会技術報告書、第21号P57-60、2005.6

①屋根勾配θを入力してください

$0 < \theta < 1$

5/10勾配(5寸勾配)の屋根なら0.5を、
3/10勾配なら0.3を入力してください。

②動摩擦係数μkを入力してください

$0 < \mu k < 1$

鉄板などつるつるの表面仕上げは0.1以下、
粗面では0.2~0.3としてください

③棟から軒先までの水平長さA+B(m)を入力してください

A+B

任意

④壁から軒先までの水平長さB(m)を入力してください

B

任意

⑤地面から軒先までの高さY(m)を入力してください

Y

任意

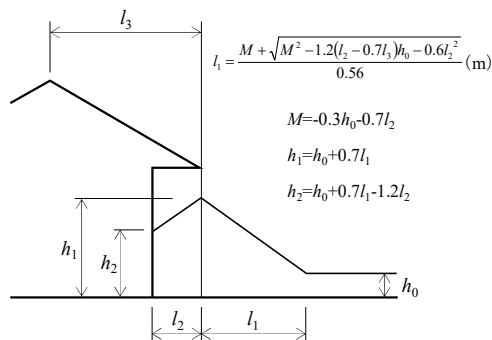
壁面から隣地境界までの必要距離X

m

(滑落飛距離の計算結果に対する留意事項)

- ◎計算結果の数値は、屋根雪が落下し、地面に直撃する距離を示しています。堆積した山が崩れることによって、二次的に隣地へ雪が侵入したりすることは想定していません。また、隣地へ直接落雪しなくても、堆雪状況により隣地へ落雪することが考えられますので留意してください。
- ◎建設される市町村では、別途、条例で落雪飛距離に定めを設けている場合があるので、その場合は、当該自治体の指示に従うこと

「屋根雪の滑落飛距離の簡易計算ファイル」の画面



h_0 ：平地での自然積雪[m]

※最深積雪深の平年値、必要に応じて大雪時の最深積雪深

l_2 ：軒の水平長[m]

l_3 ：屋根の水平長[m]

落雪による堆積図 (参考文献：雪氷防災：高橋博著)

【c】緩勾配屋根・フラットルーフ

屋根勾配が $3/100 < \theta < 5/10$ の緩勾配屋根やフラットルーフについては、「氷板のせり出し」や「巻きだれ」、「屋根上に大量に堆積した雪の落雪」が懸念されることから、雪止めの設置などの対策を行うとともに、大雪時の雪下ろし対応のため、屋根上への経路確保および雪下ろし時の命綱を固定する支点設置などの安全対策を検討する必要があります。また、雪止めを設置すると屋根雪が長期間留まることにより雪庇が形成される恐れがあることから雪庇への配慮も必要です。

【d】陸屋根における雪庇対策の考え方

陸屋根については、「雪庇」を人力で落とすまたは「雪庇」防止の方法を考えます。雪庇を落とすためには、屋根上への経路確保および作業時の命綱の固定治具設置などの安全対策の検討が必須項目となります。降雪時の風向を想定し、雪庇の出来る方位を予測した上でこれらの対策を行います。

雪庇防止としてフェンスを取り付ける方法がありますが、このフェンスを取り付ける際には想定する積雪深について、平年並みの積雪状況を想定する場合と50年に一度の大雪を想定する場合があります。平年並みの積雪状況を想定する場合は、年最深積雪深の平年値を用いることとします。また、雪荷重算定時の垂直積雪量は50年に一度の積雪を想定して設定されているため、50年に一度の大雪を想定して屋根雪障害対策を実施する場合は、雪荷重算定時の垂直積雪量を用います。なお、立地場所の近くに気象観測点が無く最深積雪深が不明な場合は、雪荷重算定時の垂直積雪量に0.7を乗じた数値を最深積雪深の平年値と仮定します。

設計フローでは、雪庇対策を検討する上での積雪深の設定を最深積雪深の平年値を用い、平年を超える積雪があった場合は管理者が対応することを想定していますが、管理者が対応出来ない場合は、要求性能に応じて大雪時を想定（積雪深を割増）した検討を行ってください。積雪深の割増については日本建築学会の建築物・荷重指針同解説により、再現期間に応じた最深積雪深を算定することができます。



屋上へのアプローチ確保の例



命綱を固定する支点の例

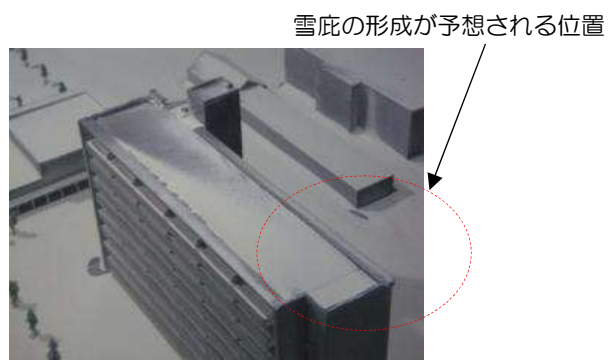
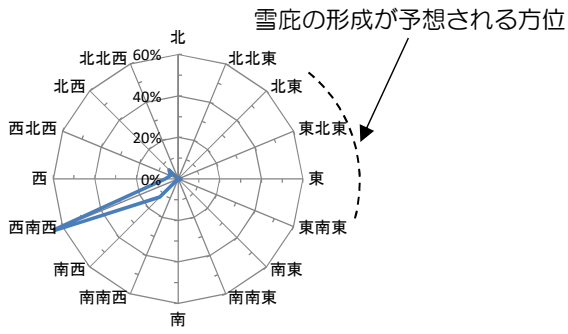
(美唄市 道営であえーる中央公園)

【e】最深積雪深がパラペットの高さを超えない場合

最深積雪深の平年値（ d ）がパラペットの高さ（ h ）以下の場合には、雪庇が形成される可能性は低いと考えられ、対策の費用対効果の観点から、管理による雪庇対策を主とします。平年の最深積雪深を上回る積雪（パラペットを超える積雪）が予想される時は雪庇が形成される可能性が高いことから、雪庇が形成される前に屋根端部の除雪を行うよう管理者に伝達する必要があります。

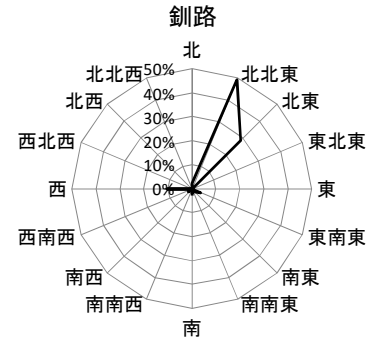
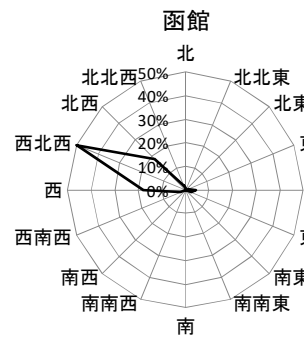
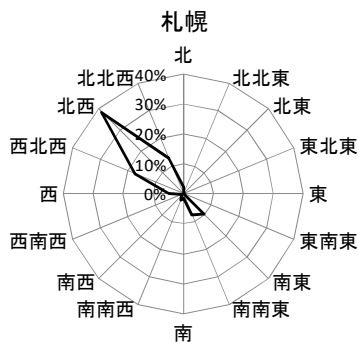
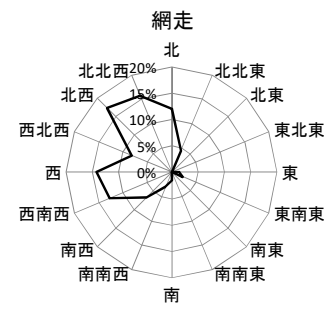
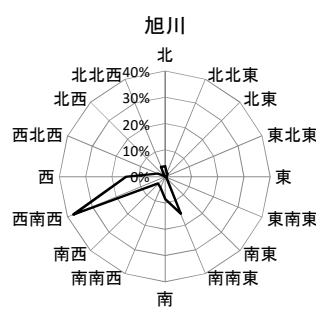
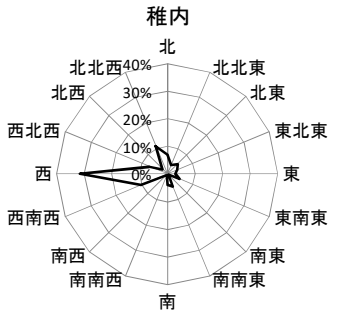
【f】最深積雪深がパラペットの高さを超える場合

最深積雪深の平年値（ d ）がパラペットの高さ（ h ）を超える場合には、恒常的に雪庇が形成される可能性が高いと判断できます。雪庇は降雪時の卓越風向の風下側に形成される傾向にあることから、住棟の形状および配置と降雪時の卓越風向の関係から、雪庇の形成位置を類推します。ただし、住棟の形状や配置が複雑な場合や風上に検討している住棟と同規模もしくは高い建物がある場合は、風向きが変化し、卓越風向の風下側に雪庇が形成されると限らないため、風洞実験や数値解析により予測する必要があります。



降雪時（日降雪量 5cm 以上）の風配図

風洞実験による雪庇形成位置の予測例

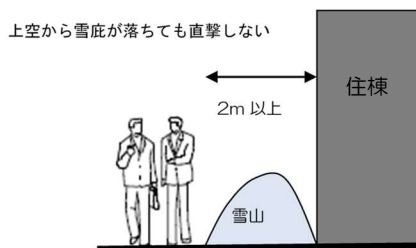


道内主要都市の風配図

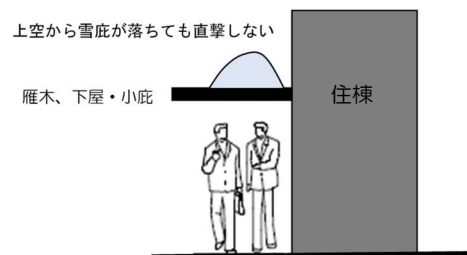
(日降雪量 5cm 以上における最多風向、2008/2009 冬期～2012/2013 冬期)

【g】雪庇対策の検討

雪庇が恒常的に予想される場合の対策については、まず、雪庇の形成位置の予測に基づき平面計画（出入口位置、下屋の設置、安全なアプローチ経路、設備機器の配置等）を検討することとします。歩行動線と外壁の間は2m以上離し、歩行動線と住棟の間を堆積場所とすると、歩行者が外壁近くを歩かず雪庇が落ちて安全ですが、外壁より2m以内に歩行動線がある箇所には、雪庇の落下に備え衝撃荷重を考慮した雁木や下屋・小庇を設けるようにします。



歩行動線と住棟間に雪山を設ける



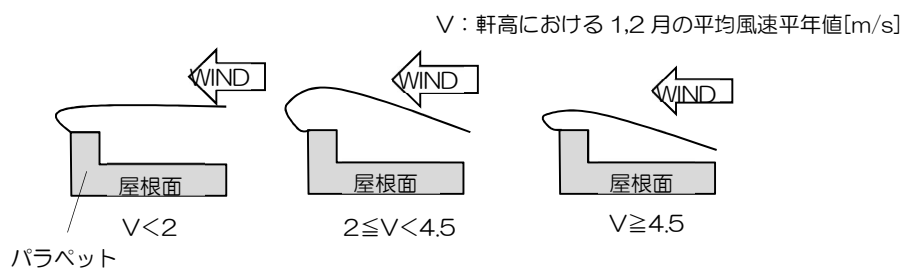
歩行動線上に下屋や小庇を設ける

【h】雪庇高さの算定

屋上フェンスもしくは雪庇防止製品の検討にあたっては、予想される雪庇高さに応じて選定する必要があります。ここでは平年並みの積雪により形成される雪庇の高さの算定方法について説明します。最深積雪深の平年値を用いた場合は、平年を超える積雪時には雪庇が形成されるため、屋根端部の除雪が必要なことを管理者に伝える必要があります。

冬期間の平均風速が 2m/s を超える風の強い地域では、風により屋根上の雪が吹き払われ、屋根の風上側では積雪深が減少し、風下側では吹きだまりが発生します。屋根風下側の吹きだまりがパラペットの高さを超えると雪庇が形成されます。沿岸部など風が極めて強い場合は、風下側の積雪も吹き払われるため、雪庇の高さも限定的となります。このように雪庇の高さは積雪深に加え屋根面（軒高）の風速の大小で変化します。

なお、平年を超える積雪による雪庇高さを算定する場合には、前述の日本建築学会の建築物・荷重指針同解説により必要な再現期間に応じた最深積雪深の値を用いてください。



【i】屋根面（軒高）の風速設定

雪庇高さを算定するためには、建設建物の軒高における 1、2 月の平均風速を設定します。風速は地表面からの高さによりその値が異なるため、気象庁のアメダスなどで観測された風速の値を軒高の風速に換算する必要があります。風速の換算は以下の式により風速の鉛直分布を表すべき指数 α_{SITE} を用いて軒高風速 V を求めます。なお、軒高の風速および屋根上の積雪は周辺状況や風上側の建物の影響を受けるので、厳密な評価には実験や数値解析を行う必要があります。

$$V = U_{\text{SDP}} \left(\frac{Z}{Z_{\text{SDP}}} \right)^{\alpha_{\text{SITE}}}$$

V ：軒高の平均風速[m/s]

Z ：軒高[m]

U_{SDP} ：気象観測地点の風速[m/s]

Z_{SDP} ：気象観測地点における風速の測定高さ[m]

α_{SITE} ：建設地における風速の鉛直分布を表すべき指数（郊外 0.15、市街地 0.2、大都市 0.27）

【j】フェンス高さの検討、防止製品の選定

前項で設定した軒高風速を、風速 2m/s 未満、風速 2m/s 以上 4.5m/s 未満、風速 4.5m/s 以上に区分し、最深積雪深の平年値から、それぞれの風速条件における雪庇高さを求めてフェンス高さの設定、防止製品の選定を行います。フェンスを超える積雪があると防止効果は無くなるため、屋根上の積雪深（雪庇の厚さ）や施工条件に応じた設計が必要になります。

パラペットの笠木に設置する雪庇防止フェンスには多数の製品があります。大きく分けると、三角形の断面形状を持つ三角フェンス、風で吹き払う形状の吹き払い式フェンス、開口を設けた有孔フェンスや格子フェンス等に分けられます。



三角フェンス
(小樽市 道営最上団地)



吹き払い式フェンス
(札幌市内民間住宅)



丸孔フェンス
(札幌市内民間住宅)

三角フェンスは比較的多くの使用実績がありますが、他のフェンスに比べてコストが若干高く、吹きだまりによりフェンス付近の積雪が多くなる傾向にあり、吹きだまりがフェンスを乗り越えて雪庇が形成される場合もあります。

吹き払い式フェンスは風の強い地域や階高が高いなど設置場所の風速が速い場合には有効ですが、風が弱い場合は吹き払い効果が低くなります。屋根面の風の状況は建物形状や周辺状況によって異なりますので、吹き払い式フェンスを用いる場合は、事前に気象データを調べるなど設置高さの風速を確認する必要があります。

有孔フェンスは、風の通り抜けにより屋根上の雪を吹き払うことを意図した製品ですが、フェンスの高さが低い場合、積雪の多い地域ではフェンスを乗り越えて雪庇が形成される例がみられます。



格子フェンス（金網）の設置例
(芦別市 道営ふれあい団地)



格子フェンスの設置例
(旭川市営北彩都団地)



格子フェンスは、風による吹き払いと雪の張り出しを抑制することを意図した形式で、現時点では価格も比較的安く、信頼性が比較的高い形式ですが、開口が大きい場合にはあまり効果がみられません。過去の実験から、金網や格子部材（部材幅 2 cm 程度、開口 5 cm 角の寸法）でパラペット端部に設置すると雪庇の成長を抑制できます。既製品は少ないので、設計施工時にパラペットや笠木の状況に応じて取り付け方を検討する必要があります。