



クローズドシステム処分場における
雪害対策マニュアル
(維持管理編 暫定版)

平成 27 年 1 月

特定非営利活動法人 最終処分場技術システム研究協会
(NPO・LSA)

雪害対策研究委員会

＜クローズドシステム処分場における雪害対策マニュアル（維持管理編 暫定版）＞

まえがき	2
雪害に対する維持管理について	3
1章：降雪における対応	4
1.1 施設の雪対策の把握	4
1.2 積雪の観測	7
1.3 融雪、落雪	10
2章：除雪、雪下ろしでの安全確保	15
2.1 人の安全確保	15
2.2 安全の確認	16
2.3 緊急時等の連絡体制の確認	17
3章：維持管理	18
3.1 除雪方法	18
3.2 積雪、除雪の処理	18
3.3 情報の管理	18
3.4 雪、氷の有効利用	19
4章：有事の対応	20
4.1 状況の確認	20
4.2 破損覆蓋の対応	20
4.3 最終処分場外周の対応	21
4.4 埋立物の対応	21
4.5 大雪による事故に遭わないための対策	23

資料編（別途資料、近日公開予定）

- 1：雪害について
- 2：基礎知識
- 3：設計について
- 4：アンケート調査
- 5：その他
 - ・ 気象データの取扱
 - ・ 実験報告書
 - ・ 雪害での一般建築物等の被害事例

まえがき

平成 26 年 2 月の大雪により、関東・甲信・東北地方等でいろいろな構造物が大きな被害を受けた。この大雪による被害を受けて、国も雪害対策委員会を設置し、その報告書を公表している。本マニュアルでもその抜粋を紹介している。

その 2 月の大雪で、東北地方のクローズドシステム処分場で屋根が倒壊する事故が 1 件発生した。クローズドシステム処分場を推進する NPO・LSA（非営利活動法人 最終処分場技術システム研究協会）では、この大雪での被害を重く受けとめ、同年 3 月に急遽、NPO・LSA 内に「雪害対策研究委員会」を設置した。

本委員会では、まず豪雪地域の主なクローズドシステム処分場について調査を行った。その結果では、平成 25 年 1 月の北海道の 1 件、上記の東北地方の 1 件以外では大きな問題はなかったことが確認できた。クローズドシステム処分場は、適切な設計・施工・維持管理が行われれば、大雪に対しても安全な施設と考えられる。

本資料は、クローズドシステム処分場における雪害対策マニュアルとしてまとめつつあるものの暫定版である。既設のクローズドシステム処分場の維持管理においては、今シーズンの雪にも対応すべくまず維持管理の部分を先行してまとめた。引き続き、設計に関する部分等も加えてマニュアルの完成に向けていく。なお、本内容を参考にしての対応においては、利用者の責任の範囲でお願いしたい。

また、NPO・LSA では、クローズドシステム処分場に関する専門集団として幅広い技術的な対応も継続していく。

本マニュアルが、既設のクローズドシステム処分場の維持管理の方々の参考になれば幸いである。

平成 27 年 1 月

NPO・LSA 雪害対策研究委員会メンバー

委員長	大野 文良	(清水建設(株))
委員	瀨瀨 卓也	(株)エイト日本技術開発)
委員	中尾 さやか	(株)エイト日本技術開発)
委員	小谷 克己	(個人会員)
委員	小日向 隆	(株)エックス都市研究所)
委員	嶋谷 孝	(株)大林組)
委員	伴野 茂	(鹿島建設(株))
委員	薦田 敏郎	(鹿島建設(株))
委員	松本 真	(株)建設技術研究所)
委員	井土 將博	(国際航業(株))
委員	海老原 正明	(大成建設(株))
委員	丸山 幸敏	(太陽工業(株))
委員	青山 克己	(太陽工業(株))
委員	山口 英治	(太陽工業(株))
委員	村上 祐一	(太陽工業(株))
委員	伊藤 良治	(飛島建設(株))

雪害に対する維持管理について

本マニュアルでは、雪害に関する維持管理のポイントも記述している。

雪害対策には、その維持管理ポイントの確認が重要と考えられる。

下記の維持管理ポイントの確認を行うことは、施設の安全維持に役立つと考える。

また、その詳細については、本マニュアルの関連部分(⇒で表示)を参照いただきたい。

【雪害に対する維持管理のポイント】

- ・ ①設計時の**雪荷重**はご存知ですか？ また、それを施設に表示していますか？
⇒ 1章 1.1(2) 設計積雪荷重の把握 (p4～)
- ・ ②積雪を**観測**していますか？ いくつかの計測方法があります。
⇒ 1章 1.2 積雪の観測 (p7～)
- ・ ③施設の**積雪の傾向**はご存知ですか？ 積雪で危険な場所はどこですか？
⇒ 1章 1.2 積雪の観測 (p7～)
- ・ ④**除雪、雪下ろしでの安全**についてはどのようなことが重要でしょうか？
⇒ 1章 1.3(2)2) 落雪防止方法 (p12～)
⇒ 2章 除雪、雪下ろしでの安全確認 (p15～)
⇒ 3章 維持管理 (p18～)
⇒ 4章 有事の対応 (p20～)
- ・ ⑤**維持管理マニュアル、チェックシート**はありますか？
⇒ 2章 2.2(7) チェックシートの作成 (p17～)

第1章 降雪に対する対応

1.1 施設の雪対策の把握

(1) 屋根の雪処理方法等の確認

クローズドシステム処分場（以下、「CS 処分場」という。）は、基本的には、設計積雪荷重までは覆蓋施設（埋立地を覆う屋根または壁）の雪下ろし作業は不要な構造となっている。しかし、雪庇や巻き垂れの発生、設計積雪荷重を超えるような大雪等に備えて、当該施設における覆蓋施設の積雪対策、排雪処理方法等に関する、設計時の考え方を把握しておく必要がある。

その上で、安全な屋根の雪処理・雪下ろし方法、手順、処理後の雪の排雪方法、堆雪場所、緊急時の対応等を定めた除雪計画（**維持管理マニュアル**）を作成し、積雪に備えておく必要がある。

(2) 設計積雪荷重の把握

当該施設における建築物の**設計積雪荷重や垂直積雪量（積雪深）**を把握し、積雪がどの程度に達したら、覆蓋施設の雪下ろしが必要になるかを把握しておくことが重要である。また、覆蓋施設の面積が大きく、雪下ろしに期間を要する場合や、1日で積雪量が数十cmに達するような大雪の場合などに備えて、**警戒積雪量を設定**し、警戒積雪量を超えた段階で雪下ろしを実施する、またはその段階ではできないことが予想される場合は、できるタイミングを図り実施することが望ましい。

設計積雪荷重等は、容易に確認できるように、施設の出入口や内部の見やすい位置に**表示板を設置する**などして維持管理者及び維持管理従事者に周知することが重要である。

なお、設計積雪荷重等の表示は、建築基準法施行令第86条第6項の規定により垂直積雪量を減らして積雪荷重を計算した場合には、出入口、主要な居室又はその他の見やすい場所に、その軽減の実況その他必要な事項を**表示することが義務付け**られている（同条第7項）。また、都道府県等によっては、規則・基準等で表示板の様式、表示を定めている場合がある。表1-1に、表示板の例を示す。

表1-1 積雪荷重等に係る表示板の例

北海道	調査中
-----	-----

<p>秋田県 雪おろし表示板 (建築工事特記 仕様書(平成26 年版))</p>	<p>・プラスチック製 厚さ5mm 文字は彫込みOP ステンレスビス止め</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">雪おろし表示板</p> <p>設計積雪荷重 ○○○ N/m² (垂直積雪量: ○○○cm、単位荷重: ○○N/m²cm)</p> <p>設計者 (住所 受注者名) (管理技術者氏名)</p> <p>施工者 (住所 受注者名) (現場代理人氏名)</p> <p>完成年月日 ○○年○○月○○日</p> <p>注意 1 積雪量が垂直積雪量の7割に達する場合は、雪おろしをしてください。 2 雪おろしは、積雪量だけで判断せず、「施設保全マニュアル」を参考に適切に対処してください。 3 積雪荷重が設計積雪荷重を超えた場合は、建物の損傷や倒壊の恐れがあります。</p> </div> <p style="text-align: center;">260 mm程度</p> <p style="text-align: right;">360 mm程度</p>																																			
<p>山形県 建築基準法第86 条第7項の規定 による表示 (建築基準法施行 細則(昭和37 年4月1日山形 県規則第18号))</p>	<p>雪下ろしは、次の量に達する前に完了すること。</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;"> <p>↑ 15 セ ン チ メ ー ト ル 以 上 ↓</p> </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>垂 直 積 雪 量</p> <p style="text-align: right;">cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>単 位 × 荷 重</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">N/m²cm</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>=</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">1 平方 メ ー ト ル 当 た り の 積 雪 荷 重</p> <p style="text-align: center;">N/m²</p> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;">← 25センチメートル以上 →</p>																																			
<p>群馬県 雪おろしによる 積雪荷重低減の 表示板 (群馬県建築基 準法例規・事例 集関係様式)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">建築物の積雪荷重に関する制限</th> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">この建築物は、雪おろしの実況に応じ次の条件で設計されています。</td> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="width: 10%;">条 件</th> <th style="width: 20%;">積 雪 荷 重</th> <th style="width: 20%;">垂 直 積 雪 量</th> <th style="width: 20%;">単 位 荷 重</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">N/m²</th> <th style="text-align: center;">c m</th> <th style="text-align: center;">N/m²/c m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>建築主又は管理者氏名</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>設計者氏名</td> <td></td> <td>確認機関名</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工者氏名</td> <td></td> <td>確認番号</td> <td></td> </tr> <tr> <td>用途</td> <td></td> <td>確認年月日</td> <td>年 月 日</td> </tr> <tr> <td>構造</td> <td></td> <td>完了年月日</td> <td>年 月 日</td> </tr> </tbody> </table> <p>この表示は、建築基準法施行令第86条第7項に基づくものです。</p> <p>(備考) 大きさは、縦25cm以上、横35cm以上とすること。</p>	建築物の積雪荷重に関する制限				この建築物は、雪おろしの実況に応じ次の条件で設計されています。				条 件	積 雪 荷 重	垂 直 積 雪 量	単 位 荷 重	N/m ²	c m	N/m ² /c m	建築主又は管理者氏名				設計者氏名		確認機関名		施工者氏名		確認番号		用途		確認年月日	年 月 日	構造		完了年月日	年 月 日
建築物の積雪荷重に関する制限																																				
この建築物は、雪おろしの実況に応じ次の条件で設計されています。																																				
条 件	積 雪 荷 重	垂 直 積 雪 量	単 位 荷 重																																	
	N/m ²	c m	N/m ² /c m																																	
建築主又は管理者氏名																																				
設計者氏名		確認機関名																																		
施工者氏名		確認番号																																		
用途		確認年月日	年 月 日																																	
構造		完了年月日	年 月 日																																	

<p>新潟県 垂直積雪量の表示 (新潟県垂直積雪量(積雪荷重)運用基準)</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">設計積雪量</td> </tr> <tr> <td colspan="2">下記の積雪量を超えるときは雪下ろしが必要です。</td> </tr> <tr> <td>設計積雪量</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>設計者</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工者</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工年月日</td> <td>年 月 日</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">(縦16cm、横18cm以上)</p>	設計積雪量		下記の積雪量を超えるときは雪下ろしが必要です。		設計積雪量	m	設計者		施工者		施工年月日	年 月 日		
設計積雪量															
下記の積雪量を超えるときは雪下ろしが必要です。															
設計積雪量	m														
設計者															
施工者															
施工年月日	年 月 日														
<p>福井県 雪下ろし表示板 (福井県積雪荷重等指導基準)</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">雪下ろし表示板</td> </tr> <tr> <td colspan="2">この建築物の屋根上積雪が警戒積雪荷重を超える時は、雪おろしをしてください。</td> </tr> <tr> <td>設計積雪荷重</td> <td>N/m² (cm)</td> </tr> <tr> <td>警戒積雪荷重</td> <td>N/m² (cm)</td> </tr> <tr> <td>設計者</td> <td></td> </tr> <tr> <td>着工年月日</td> <td>平成 年 月 日</td> </tr> <tr> <td>完成年月日</td> <td>平成 年 月 日</td> </tr> </table> <p>(注 意) 雪おろしができない場合で設計積雪荷重を超える時は、危険ですから使用停止等必要な措置をしてください。</p> <p style="text-align: right;">大きさ：B5版以上 材質：金属板、プラスチック板、またはこれらと同等以上に耐候性のあるもの</p> <div style="text-align: center;">  </div>	雪下ろし表示板		この建築物の屋根上積雪が警戒積雪荷重を超える時は、雪おろしをしてください。		設計積雪荷重	N/m ² (cm)	警戒積雪荷重	N/m ² (cm)	設計者		着工年月日	平成 年 月 日	完成年月日	平成 年 月 日
雪下ろし表示板															
この建築物の屋根上積雪が警戒積雪荷重を超える時は、雪おろしをしてください。															
設計積雪荷重	N/m ² (cm)														
警戒積雪荷重	N/m ² (cm)														
設計者															
着工年月日	平成 年 月 日														
完成年月日	平成 年 月 日														

図 1-1 福井県小浜市一般廃棄物最終処分場における表示例

1.2 積雪の観測

(1) 積雪量（積雪深）の観測

最終処分場は、山間部に設置される場合も多く、気象情報や中心市街地よりも積雪量が多い場合がある。そのような場合、覆蓋施設の雪下ろし等の雪処理が必要な積雪量に達しているかどうかを判断するため、現地におけるおおよその積雪量（積雪深）がわかるように事前に準備しておく必要がある。

また、覆蓋施設上の積雪は、建物の形状や風の影響により、**雪の積もり方が一様ではない**場合が多い。特に、覆蓋施設の屋根面積が大きい場合には、屋根上の雪の積もり方の違いに留意する必要がある。そのため、**図 1-3** に示すような配慮事項を踏まえて、複数年にわたって**現地の積雪状況を観測**し、屋根上の積雪の分布傾向を把握するとともに、積雪量（積雪深）の観測位置と屋根上の積雪量の多い箇所との相関関係を把握しておくことが重要といえる。さらに、**風向き**、**覆蓋形状の影響**で積雪量が多くなると予測される場所の観測を重点的に行えるよう計画することも必要である。

積雪量（積雪深）の観測方法の例を以下に示す。

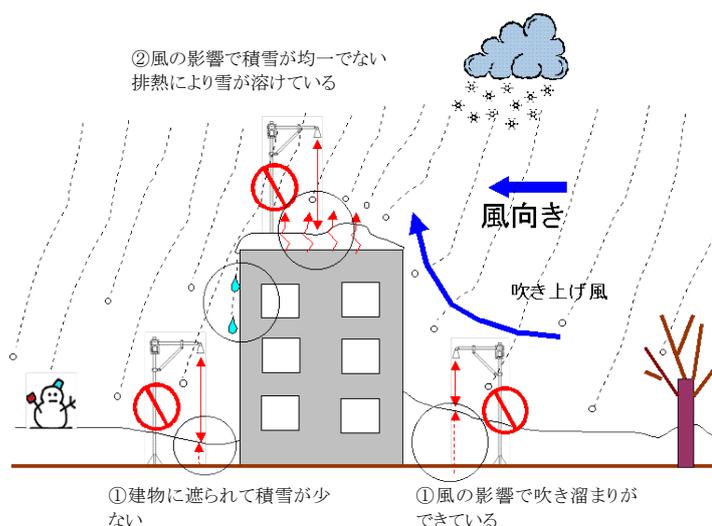
- ・測定ポール（地上における積雪深の観測）

測定箇所にて測量用ポール（赤白 20 cmピッチ）を地表等に立てて、雪面の高さを目視で確認する。積雪は降雨よりも風の影響が大きく、建物や樹木周辺では風の乱れが生じることから、吹きだまり等が発生し、積雪状況に差が発生する。測量ポール設置場所は、風向きなどを考慮した地点で選定する。



図 1-2 測定ポールの例

- ・設計積雪荷重、警戒積雪量の目安となる高さの表示（建屋の壁面部等に表示）
- ・積雪計（超音波式、レーザー式）
- ・監視カメラ（屋根上や地上の積雪状況、雪庇や巻き垂れ等の発生有無等の監視。）



出典：気象庁 HP、「気象観測ガイドブック」

図 1-3 積雪量（積雪深）観測時の配慮事項

(2) 屋根部材の観測

C S 処分場の覆蓋(屋根)の積雪の深さは最も知りたい情報である。しかし、屋根は、均一な地表面に比べ、建物や構造物の影響で吹き上げるような風が発生し、風で降雪が吹き飛んでしまったり、逆に吹きだまりが生じたりするので、積雪は不均一となる。それらを**事前に予測することは不可能**で、年度、季節、日々でも差が出る。このため、その施設の屋根に積もる雪の状態を、常駐している施設管理者が**定点で観察**して、施設特有の降雪の仕方、場所による雪の溜り方、融け方を把握することが大事である。

そのうえで、もっとも平均的な積雪深さの場所や最も多い場所を確認して、積雪ポール等を設置するなど**屋根に積もった雪の量と重さを把握する情報**を入手できるようにする。

覆蓋構造の予防保全の観点から、降雪前から積雪期にかけて、覆蓋施設の屋根部材の変形(梁等のひずみ、たわみ等)の有無を定期的に測定し、施設の安全性を確認することも重要である。

屋根部材の観測方法の例を図 1-4 に示す。

- ・ トータルステーション (自動・手動、変位測定位置に反射プリズムを設置)
- ・ ひずみゲージ
- ・ 監視カメラ



トータルステーション 出典：株式会社トプコンカタログ



監視カメラ

南魚沼市柵形山処分場

図 1-4 屋根部材の観測方法例

屋根の端部(軒)では、上部からの降り積もった雪が、融雪、滑落により下がってきて、「巻きだれ」「雪庇」「氷柱」などが発生する。特に降雨や、晴天時の気温上昇や日射で雪が融けはじめると、**一気に落雪し危険**であるため、大きく成長する前に除雪・撤去することが望ましい構造もある。軒周辺に、雨とい、電設・配管などがある場合は、作業時に破損しないような注意が必要である。

降雪時に屋根内部においては、屋根部材などから積雪荷重のキシミ音の大きさや頻度が大きくなった場合には、部材の変形も大きくなっている可能性がある。その場合には建屋内から一時避難し、立ち入り禁止などの措置を取る。



図 1-5 屋根材端部の雪の状態の例（左から「巻きだれ」「雪庇」「氷柱」）

出典：「雪国の住まいハンドブック」 やまがたゆきみらい推進機構・山形県

屋根の雪の重量（荷重）を簡単に正確に把握することは難しい。建築基準法では、雪比重（積雪の単位荷重）を $20\text{N}/\text{cm}/\text{m}^2$ 以上としているが、地域や環境・気象条件、積雪期間などで大きな差がある。多雪地域では別途取り決めている場合があるので確認が必要である。また、雪の状態によっても比重は大きく変わる。屋根面に降り積もった雪が非常に比重の小さな「粉雪」であっても、圧雪されていると密度も上がり「締雪」となり、やがて荷重が大きくなると最下部では、「氷板」となり、通常の雪と較べてかなり重くなる。また、降雪後の降雨も短期的に積雪荷重が増加するので、留意が必要である。

1.3 融雪、落雪

屋根荷重を低減するには、人為的な雪下ろしのほか、融雪や落雪も効果がある。また、積雪荷重を低減せず、構造体で積雪に対処する耐雪式もある。これらの方式の考え方は設計段階で決まるものであるが、以下に融雪と落雪について述べる。

(1) 融雪

融雪とは、個体の雪（氷）を融点以上にして液体（水）に変えて、雨と同様の処理を行えるようにするものである。ただし、北海道や東北の内陸部で、氷点下 10℃、20℃など極端に冷え込む地域では、溶かした雪が、瞬時に再び凍る可能性も高く、荷重が増大して逆効果になる場合がある。よって、**融雪対策が取れる地域かどうかの判断**が必要である。

1) 加熱法

加熱法には、水と電気の利用に大別できる。水利用では、温水が効果的ではあるが、隣接の焼却施設の余熱利用や温泉が利用できるなどの条件以外では、温水利用はコスト面で現実的でなく、一般的には地下水や水道水を屋根に散水する方法となる。散水による融雪方法は廉価であり、維持管理も含め比較的容易である。特に地下水は、融点よりも十分高い温度で活用できるので、地下水が豊富な地区では融雪には適している。ただし、地下水利用時には、鉄分や塩分を多く含んでいる場合には、屋根材、樋などに錆びや変色が発生すること、地下水の枯渇による地盤沈下などに留意点する必要がある。

直接加熱する方法としては、ロードヒーティングのように、電熱線による加熱や不凍液を屋根面に循環させたりする工法もある。熱エネルギー利用する融雪のため効果は大きいですが、設置時の費用だけでなく、電気代などの維持費も大きいことから、全面設置するのではなく、**図 1-7** のように軒先だけの設置でも効果的である。

建物内部側から屋根材に内部暖房（温風）などを当てて、融雪する方法もあるが、CS 処分場は、屋根面積も大きく、内部空間も大きいことから、2重構造の膜屋根内部に温風を送るなどエネルギー削減の工夫が必要である。



図 1-6 散水方式



図 1-7 電熱装置を軒先のみ設置

出典：「雪国の住まいハンドブック」 やまがたゆきみらい推進機構・山形県

2) 凝固点降下法

雪の融点を下げるもので、具体的には塩化カルシウムなどの融雪剤を散布する方法である。雪上に融雪剤を撒くと、凝固点降下が起こり、融点が下がり、気温を下回れば雪は融けはじめる。また塩化カルシウムが水に溶けるときの溶解熱の効果もある。しかし、融雪剤の効果は数℃～十数℃程度なので、北海道や東北の極寒地では効果は少ない。

(2) 落雪

落雪とは、屋根に降り積もった雪が、雪と屋根あるいは雪同士の界面で、融けることで水膜による滑り層が形成され、振動などで滑りが生じ、下方に滑り出して落下する事象をいう。屋根の上の荷重低減の面では、落雪させた方がよいが、落下した雪の危険性、落下の予測が難しいなど安全面、運用面ではマイナス面もある。施設の構造、運用に関して事前に方法論を協議しておくことが肝要である。

以下では落雪させる方法及び逆に落雪を防止する方法を述べる。

1) 落雪方法

落雪を積極的に起こさせるために、屋根勾配を急にしたり、滑りやすい屋根材、膜材を用いたりして、雪を自然に滑り落とすものである。また、屋根に雪割り装置を取り付ける方法もある。

落雪屋根の仕様としては、以下のものがあげられる。

- ・滑りやすい屋根ふき材（ステンレス鋼板やフッ素樹脂鋼板等の滑雪能力のある金属板など）や塗料（フッ素加工など）の使用。
- ・屋根勾配が3/10程度以上ある。
- ・屋根の形をできるだけ単純にする。
- ・落雪を妨げる障害物がない。
- ・巻垂れ防止のため、軒屋根の部分を急勾配にして軒雪を自然落下させる。
- ・塗装面の補修などのメンテナンスを実施。

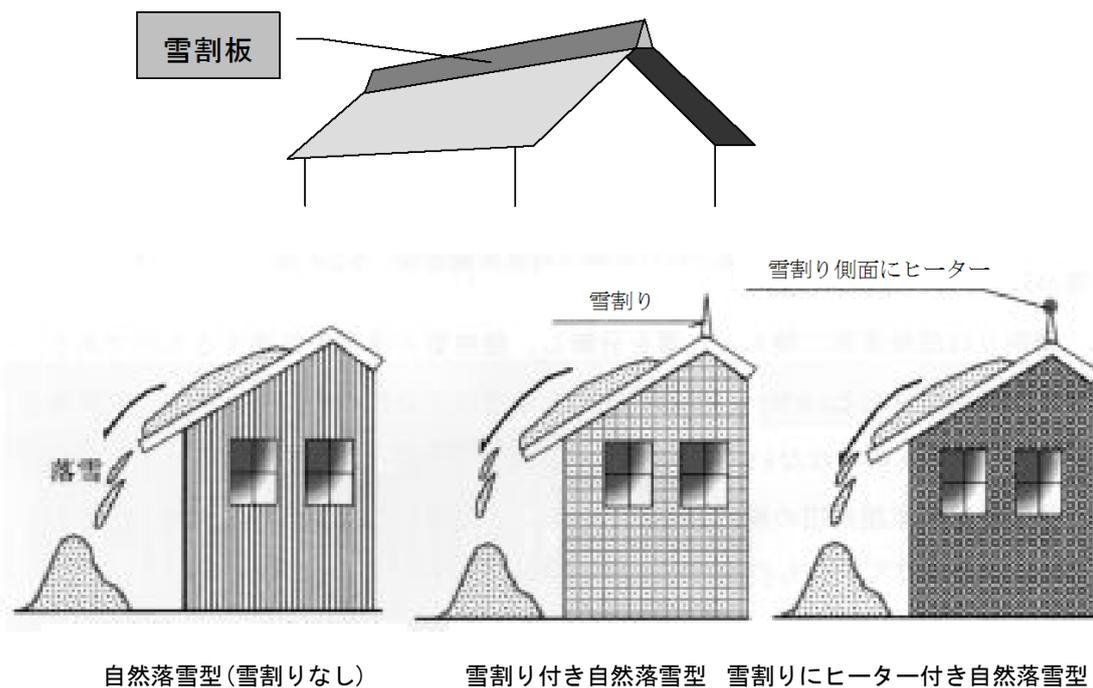


図 1-8 落雪促進屋根 出典：(社)雪センター「雪処理技術事例」

2) 落雪防止方法

屋根からの落雪は、そのタイミング、場所、量の予測が難しく、北海道や東北の住宅では、屋根からの落氷雪や除雪時の転落により死傷者が後を絶たない。また、落雪した後の除雪処理も重労働である。北海道の住宅では無落雪建築が主流であり、雪を屋根に乗せたまま荷重を受け持って自然処理している。

屋根勾配部に横棧の雪止め構造があるものと、屋根をフラットにしたものに分かれる。



図 1-9 雪止め金具による落雪防止屋根

出典：「雪国の住まいハンドブック」 やまがたゆきみらい推進機構・山形県

設計積雪荷重を屋根だけでなく、基礎を含めた建屋の構造全体で受け持つため、設計積雪荷重を超える場合には、雪下ろし作業が必須であり、除雪ができない場合には、落雪タイプの屋根構造よりも、大雪時の屋根崩壊など大規模な事故が発生する可能性もあるので留意しておく必要がある。

3) 落雪空間、堆雪空間

屋根からの落雪は、**建屋の横に堆積**することになる。多雪地区のCSCS処分場の敷地内配置は十分余裕をもって設計する必要がある。

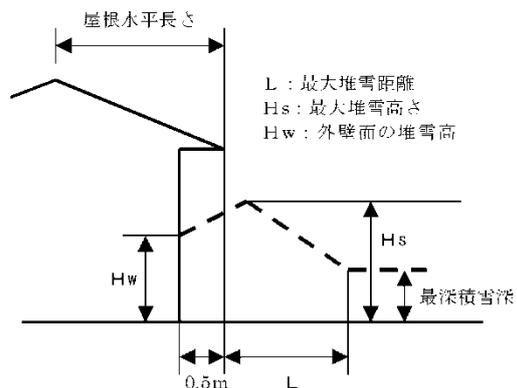
以下が設計及び運用時の留意点となる。

- 屋根からの落雪、堆雪空間を確保した施設の配置計画。
- 出入口やアプローチには屋根雪が落ちないように配慮。
- 屋根の落雪方向、水平長さや軒高、勾配、ふき工法などから、堆雪距離と堆雪高さを考慮し、風向きや風力にも配慮。
- 除排雪や雪運搬などの作業空間、玄関先や道路からの除雪の堆雪場所も考慮する。
- 隣接地、隣接施設との境界に塀等を設置せず、共用堆雪空間としての相互活用を考慮する。
- 落雪場所近くに、融雪池(水槽、水路)などを設け、除雪や運搬の手間をかけずに処理できるようにする。

《計算例①》

(単位：m)

最 深 積雪深	屋根水平 長 さ	2.0	3.0	4.0	5.0
		1.0	L 0.9	1.6	2.0
	Hs 1.6	2.1	2.4	2.7	
	Hw 1.0	1.5	1.8	2.1	
1.5	L 1.3	1.9	2.4	2.9	
	Hs 2.4	2.8	3.2	3.5	
	Hw 1.3	2.2	2.6	2.9	
2.0	L 1.4	2.2	2.7	3.3	
	Hs 3.0	3.5	3.9	4.3	
	Hw 2.4	2.9	3.3	3.7	
2.5	L 1.6	2.4	3.0	3.6	
	Hs 3.6	4.2	4.6	5.0	
	Hw 3.0	3.6	4.0	4.4	
3.0	L 1.7	2.5	3.3	3.9	
	Hs 4.2	4.8	5.3	5.7	
	Hw 3.6	4.2	4.7	5.1	



出典：新潟県「雪に強い住まいづくり」(克雪住宅ガイドブック)※国立科学技術センター新庄支所：中村秀臣、1978による

図 1-10 堆雪距離と堆雪高さの計算例

(3) 落雪の処理・処分

屋根からの落雪を除雪しないと、処分場施設の側面壁へ圧力が発生し、場合によれば押しつぶされる可能性もある。また、軒下に落雪した雪が軒高まで達すると、屋根から落雪しなくなる。管理用道路の状況にもよるが、重機等で排雪する必要がある。なお、作業時には屋根や上部からの落雪には十分注意して作業を行う。

CS処分場内には、万が一火災があった場合の避難経路が複数ある。事前に確認しておき、常にその出入口（非常口）は、積雪（落雪）で封鎖されないように、通路を確保する。

第2章 除雪、雪下ろしでの安全確保

積雪による覆蓋施設の損傷を避けることはもちろんのことであるが、積雪への対処に際しては、**人の安全確保を最優先**に考えなければならない。

2.1 人の安全確保

(1) 除雪時

雪の処理を行っている作業員が除雪機械に巻き込まれる事故が毎年起きている。これは、積雪が多いと人が雪に隠れてしまって、除雪機械のオペレータが近くに人がいることを認識できなくなることが原因と考えられる。除雪機械に巻き込まれる事故を防止するため、除雪機械の近傍で作業を行わないことを厳守する。さらに、適切な誘導を行い、人や構造物等と接触事故と回避するなどの対応が必要である。

また、悪天候(強風、降雪)時の除雪作業は危険を伴うため、原則避けるべきである。

(2) 雪下ろし時

覆蓋上に人が上がり、人力あるいは機械により雪下ろしを行う場合は、**転落事故防止**のため、以下のようなことに留意する必要がある。

- ・悪天候(強風、降雪)時は、作業を避ける。
- ・単独での作業は避け、必ず複数で作業を行う。
- ・安全帯を着け命綱で安全を確保する。
- ・屋根面を露出させるとすべりやすくなるため、完全に雪を除去せず、屋根面に雪の層を残置する。

また、雪下ろしの作業前には、覆蓋の下に人がいないことを確認してから行う。**監視員を配置**して、安全を確認することも必要である。さらに、下ろした雪に埋もれる事故を避けるため、地上部での雪の処理は雪下ろしとの**同時作業を避ける**べきである。

(3) 残雪の対応

豪雪の場合、春先になっても各所に残雪があることがある。施設周辺あるいは搬入道路沿いの斜面の残雪の滑落等で怪我などしないような対策を考える。

また、融雪水で地盤が軟弱になって地盤が崩壊することもあることから、地盤の変状がないか、見回って安全を確認する。

(4) 雪被害の構造物の対応

積雪荷重や雪による水平方向の荷重で屋根や壁などが変形していることも考えられ、思わぬ怪我をすることもあることから、適切な補修が望ましい。

2.2 安全確認

(1) 除雪装備・除雪場所の安全確認

降雪期となる前に、除雪機や除雪器具、装備（命綱、ヘルメット、カラビナ、安全带・ハーネス等）の点検とともに、アンカー（命綱の固定場所）の強度の確認、屋根の状態など、除雪場所の安全確認を行う必要がある。

(2) 積雪情報の取得・確認

国交省、気象庁、都道府県、市町村等の雪情報・気象情報から、予想積雪量、降水量及び気温等を確認し、設計積雪荷重に達する前に、余裕をもって雪下ろし等の対応を行うことが重要である。

(3) 当該施設の施設概要と構造、用地等の把握

当該施設の設計条件と構造的特徴を事前に調べ把握しておく必要がある。

設計条件では、特に覆蓋施設の構造耐力上の設計荷重として雪荷重（積雪深；具体的に何m）とその根拠（確率1回/30年等）を、また、構造的特徴では覆蓋施設の構造形式（膜構造か折板構造、全体上屋方式か上屋移動方式）を事前に調べ施設全体のイメージを持つておくことが重要である。

併せて、当該施設の敷地境界を確認して用地（敷地）計測を行い、作業スペース、堆雪場（容量、面積）、アクセスルート（除雪、移動、仮置・堆雪場までの通路）を設定し、目視確認できる場所にポール、標識を設置して、安全が確保できるかを事前に調べておく。

また、除雪機械が覆蓋に乗る場合は、その重量を調べて安全を確認する。その上で、具体的な計画を作成して除雪を実施する。

(4) 計測管理結果、環境モニタリング結果の把握

当該施設で実施されている計測管理、環境モニタリングの内容（計測項目、場所、計測頻度等）及び結果を事前に調べ、除雪、雪下ろしの作業直前の状況を把握し作業を実施する。

(5) 必要資材の投入、応援の要請

降雪が継続する場合や作業に危険が伴う場合または現地での判断が難しい場合は、各組織の上層部、コンサルタント会社、建設会社等へ報告し判断を仰ぎ、必要な資機材等の投入、応援の要請により安全に作業を実施する。

(6) 機能検査、異常不具合の有無と確認

前出の（4）の計測管理、環境モニタリングは定点で実施されており、状況の適正把握等の観点から必ずしも十分に測点が設置されているとは言えない場合がある。このため、

異常部を見落とすことがあるので注意が必要である。

そこで、作業員による機能検査、異常・不具合の確認が必要となるが、積雪の中では危険が伴う場合があることから、(3)、(4)の各作業により調査、確認が必要と判断された場合に限り、安全を優先して実施する。

なお、NPO・LSAでは、**処分場機能検査者認定試験**の講習、試験の実施を行っているので、**認定を受けた機能検査者による最終処分場の機能検査も有効**である。(注：積雪による建築物の性能が落ちていることに対する検査は除く。)

(7) チェックシートの作成、準備

上記の(3)～(6)の各作業は、一連の作業としてチェックシート等により記録し、**作業員が変わっても安全が確保できる**体制にして引き継ぐ必要がある。

なお、チェックシートは、当該施設に合った内容で作業員の熟練度に合わせて作成することが重要である。

(8) 積雪後の対応

1) 除雪、雪下ろし

除雪、雪下ろしが確実に実施されたかを当該施設及び敷地内で目視確認する。

2) 当該施設の機能検査と機能回復

除雪、雪下ろしを確認後、当該施設の機能検査を実施し、施設が今後の供用に耐えうるかどうかをチェック、検討し判断する。

前出の機能検査者に委託することも有効と考えられる。

3) 当該施設の補修、復旧

当該施設の補修が必要となった場合には、専門家、コンサルタント等に診断、補修計画、見積もりを依頼し、必要な予算措置とともに補修を実施する。

補修作業が終了した後、完了検査を行い許可権者へ報告し、記録の保管を行う。機能検査者に機能検査を委託した場合は、その診断書を併せて保管する。

2.3 緊急時等の連絡体制の確認

火災や事故等の緊急連絡体制とともに、大雪に備えた緊急連絡体制を整備しておく必要がある。緊急連絡体制には、設計積雪荷重を超えるような大雪時に自ら雪下ろしや除雪ができない場合の除雪作業の依頼先や、万が一、覆盖施設等が損壊してしまった場合の緊急連絡先を網羅しておく必要がある。

第3章 維持管理

3.1 除雪方法

(1) 次年度以降の除雪方法の検討

今年度の除雪作業が不適切なために、余分な作業を行っていなかったか、除雪作業の機器が不適切で除雪費や労力を無駄にしなかったかなどを思い返してみることも大切である。

(2) 次年度以降の除雪準備

今年度の除雪作業を思い返して、使用機器や人力配置の準備をしておく必要がある。また、除雪資材、融雪剤などの消耗品の在庫の確認を行い、不足しているものを補充しておく必要がある。

常備しておくことが望ましいもの(例)

- ・スコップ
- ・長靴
- ・防寒具
- ・融雪剤
- ・赤白ポール

3.2 積雪・除雪の処理

(1) 次年度以降の積雪の対応

積雪量は風や構造物の方角などにも影響する。今年度の積雪の観測位置、観測機器や測定方法を見直して次年度以降の参考にする必要がある。

(2) 次年度以降の除雪の対応

廃棄物の搬入作業、管理作業に支障のないよう、あらかじめ除雪した雪を集積する場所を確保しておくことも必要である。

3.3 情報の管理

(1) 情報収集の重要性

積雪がCS処分場にどのような影響を与えたか、CS処分場に与えた変状や被害などの調査を行って次年度以降の積雪の影響を最小限にする情報を蓄積する必要がある。蓄積する情報は、できる限り具体的な数値とし、写真、ビデオで記録しておくことが望ましい。

(2) 今年度の積雪状況とCS処分場の被害など

今年度の積雪量は場所によりどれくらいの違いがあったかは、今後の対応の大切な情報となる。特に、地上と屋根の積雪量の差や屋根の場所による積雪量の違いは、除雪作業の

判断に重要な資料となる。また、**気象観測所の積雪と処分場の積雪との関係**を整理し、積雪量の予測手法を確立しておくことも必要である。

C S 処分場は、積雪などの影響を受けてどのような被害を受けるのかを知ることは、次年度以降の対策にとって重要な資料となる。特に、構造物が被害を受けた際の積雪深、気象条件等の情報は、次年度以降の雪下ろし、除雪の判断の重要な情報である。

(3) 今年度の積雪時に行った対応情報の管理

今年度に行った積雪時の対応を記憶の確かなうちに記録し、その効果についても評価しておくことが次年度以降の対応に大いに役立つ。

3.4 雪、氷の有効利用

除雪した雪の有効活用を考えることも必要である。しかし、雪はエネルギー密度が小さいため、利用に際して輸送等のエネルギーを投入することは得策ではない。単に熱エネルギーとして利用することは、逆にエネルギーを浪費する場合もある。

そこで、熱エネルギー源としてだけでなく、適切な湿度を保持することで米、野菜、肉などの食材の保存や酒などの熟成に効果がある雪室として雪の有効利用をはかることが考えられる。

第4章 有事の対応

豪雪によって、覆蓋（屋根や側壁）の崩壊などがないように最善の予防策を講じる必要があることは言うまでもないが、万が一災害が発生した場合は、**人の安全を第一優先**とし、被害が拡大しないように、応急的な措置をとり、その後十分な検討を行って恒久対策を行うことが大切である。また、早急に関係者へ通報し、適切な指示に従って行動しなければならない。

ここでは、万が一、雪による被害を被った場合の対応フローを以下に示す。

事故発生時の対応フローの例

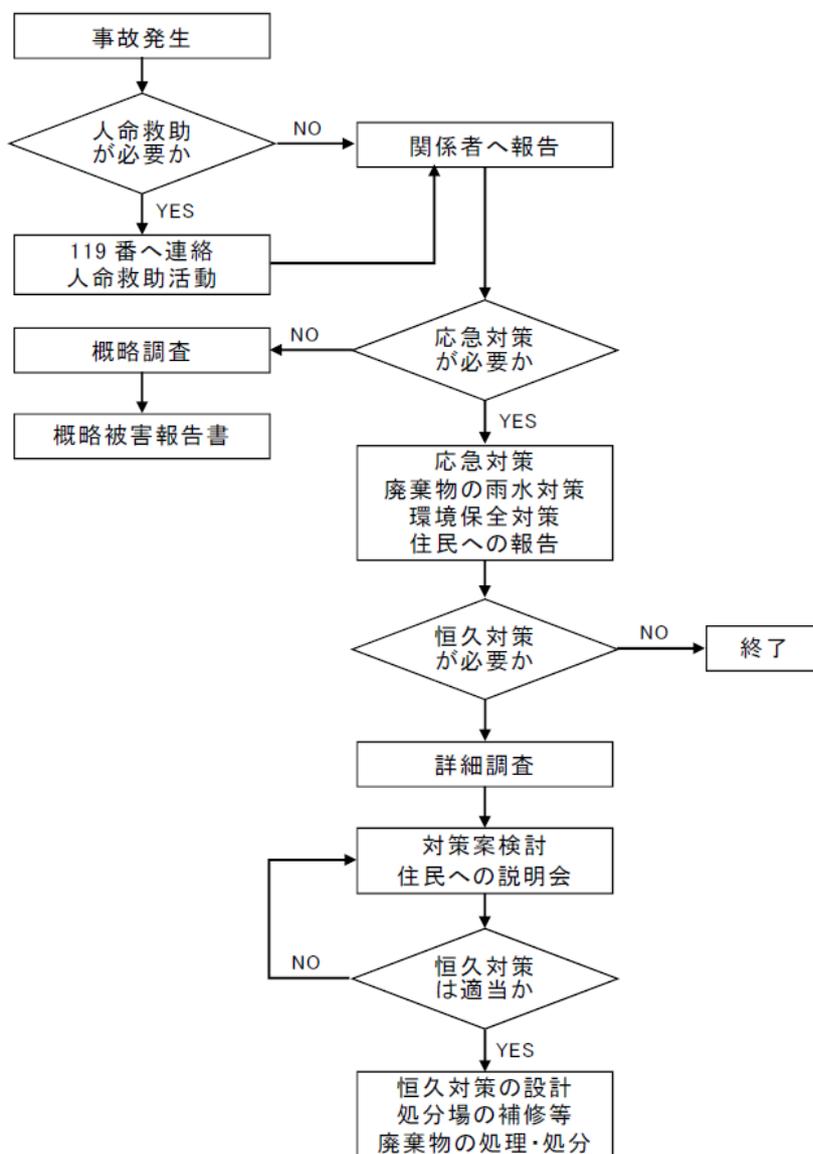


図4-1 事故発生時のフローの例

4.1 状況の確認

(1) 人の安全

CS 処分場が被害を受けた場合は、第一に人命の安全を確認し、その後、最終処分場の従事者などに二次的な被害がないような予防を講じなければならない。

(2) 被害の状況観察

被害の状況を大まかに観察し、関係者に報告できるように、写真撮影や簡単な被害状況メモの作成などを行う。

【写真の撮影の例】

- ①施設全体がわかる遠景
- ②事故部の詳細(大きさのわかるような物差しを入れて撮影)
可能なかぎり XYZ 方向のもの
- ③埋立廃棄物の状態

【メモの例】

- ①施設全体がわかる遠景
- ②事故部の詳細(大きさのわかるような物差しを入れて撮影)
可能なかぎり XYZ 方向のもの
- ③埋立廃棄物の状態

(3) 対策の可能性

すぐに対応可能な応急的な対策は実行しなければならないが、多数の人、大型の機械、ならびに多額の費用などを必要とする場合は、管理者として対策の可能性を検討する。

4.2 破損覆蓋などの対応

(1) 破損覆蓋などの調査

破損した覆蓋などの調査は、危険を伴うことがあるので、設計者や専門家の意見を聞きながら、慎重に行わなければならない。

調査は、原因究明と対策案の作成とに役立つように行うこととする。調査に際しては、計画書を作成し、関係部署と相談する。

(2) 破損覆蓋などの対策案検討

復旧対策案は、応急対策と恒久対策とに分けて行う。

応急対策は、現状の被害が拡大しないようにすることし、供用中の最終処分場では、廃棄物の埋立ての対応を考えることになる。

恒久的な対策は、設計条件の変更や予算の捻出にも関係するので、関係者と相談しながら行うこととする。

【応急対策の例】

- ①降雨対策としてのブルーシート覆い
- ②被害の拡大を防ぐ除雪
- ③支柱が必要と思われる場合は支柱での支え

4.3 最終処分場外周の対応

(1) 機械搬入道路の調査

覆蓋などの対策には、大型の機械を必要とすることが多いため、予想される使用機械の搬入を考慮して、搬入道路の調査と整備を行う必要がある。

(2) 作業スペースの確保

覆蓋が破損した場合は、作業機械の作業スペース、破損した覆蓋の部材置き場、補修のための材料置き場、ならびに組立て場所など、作業スペースの確保が必要になる。

復旧工事に先立って用地などの確保を検討する。

4.4 埋立物の対応

(1) 埋立物の状態調査

覆蓋が破損した場合は、その後、雨や動物が入り込む場合が多いため、廃棄物の種類によっては、仮の覆いを準備しなければならない場合もあることから、廃棄物の種類や埋立て状況などを調査・確認しなければならない。

(2) 埋立物移動の対策案検討

覆蓋の破損時に、遮水シートなどの遮水設備も同時に破損した場合は、地下水の汚染につながることから、復旧までの期間は埋立廃棄物の移動を検討しなければならない。

(3) 別の埋立地の確保

埋立廃棄物の移動に際して、仮置き場が必要となる場合は、早期に最も経済的な方法と輸送手段の検討を行わなければならない。

また、廃棄物の移動により、地元の環境問題に発展することも考えられることから、住民説明会開催などの地元対応が望まれる。

4.5 大雪による事故に遭わないための対策

レスキューナウ危機管理情報センターでは、大雪による事故に遭わないための対策を公表している。それを参考に下記に対策として記述する。

内閣府と国土交通省は、学識経験者や地方公共団体などと連携し、豪雪地域の防災力向上に向けた中間とりまとめを2011年12月に公表した。

2011年12月中旬～下旬、日本列島には強い寒気が度々流れ込んできた。この影響で、日本海側を中心に大雪となり、新潟空港(新潟県新潟市東区)では除雪作業のため滑走路が閉鎖され、多くの便で欠航や遅延が発生した。

国土の約51%が豪雪地帯といわれている日本。そして、2010年度の大雪では131人が死亡、「平成18年豪雪」では死者・行方不明者152人を出すなど、大雪が降るたびに多くの被害が出ているという現実がある。

(1) 高まる高齢者のリスク

今回の中間とりまとめによると、2010年度における死者全体の81.7%が、除雪作業中の事故で亡くなっていたことが分かった。死亡原因を詳しくみると、屋根からの転落(はしごからの転落を含む)で40.5%、屋根からの落雪で16.8%、水路への転落で9.9%、除雪に伴う心筋梗塞などの発症で7.6%、除雪機による事故で5.3%の方が亡くなっている。そして、特筆すべきことは、死者全体の65.7%が65歳以上の高齢者であるという点である。つまり、体の自由が利く若者に除雪作業を依頼できないことで、やむを得ず高齢者が作業を行うことが、死者数を増やす要因のひとつとして考えられる。なお、豪雪地帯といわれる新潟県津南町の高齢化率は36.0%(2011年3月31日現在)、長野県栄村では46.5%となっている(2011年10月1日現在)。高齢化が進めば進むほど、除雪作業中の事故で高齢者が死亡するリスクは高まるともいえる。

(2) 複数人での作業

除雪作業は複数人で行うことが原則である。事故が起きた場合、すぐに救助できる態勢をとることが可能であるから。今回のとりまとめでも、発見が遅れるほど死亡する可能性が高まることを指摘している。また、国土交通省が行ったヒアリング調査によると、毎年の作業による「慣れ・過信・慣習」から、除雪作業の危険性を十分に認識できていないことが、事故の発生につながっていることが分かった。一方で、「家族は仕事などで日中外出している」・「特に雪が多い地域であるため、近隣は皆それぞれ自宅の除雪作業で手一杯である」・「近隣に除雪を頼める若い人がいない」などの理由から、除雪作業を一人でせざるを得ない状況もあることが分かった。

(3) 除雪作業中の事故防止対策

1) 複数人で作業

複数人で除雪作業を行うことが原則。親族に依頼できない場合は、隣近所の住民や地域コミュニティなどと協力し合って作業を行う。

2) 携帯電話の携行

緊急時の連絡手段として携帯電話を携行する必要がある。事故が発生した際に、負傷者自らが携帯電話で通報し、救助された例もある。

3) 慣れや油断には注意

毎年の作業であるため、屋根の上へのぼることが危険であるという意識が薄れがち。1階の屋根から転落して死亡することもあることから、常に油断をせずに作業を行う。

4) 命綱・ヘルメットの着用

地面に転落しないように命綱を着用する。また転落した際に頭部を守るためのヘルメットも着用することを徹底する。

5) はしごの固定

はしごの上部と足下をしっかりと固定させる。また、はしごは、軒先より 60cm 以上長く、屋根に対して真っ直ぐ、かつ、決められた角度(約 75°)でかける必要がある。

6) 気温上昇時、好天時に注意

気温が上昇すると、屋根雪がすべり落ちやすくなる。軒から水が滴り始めたり、雪が動く音がしたら注意。また、つららの落下や落雪に注意。

7) 水路等の危険箇所の把握

水路転落事故の死因の 69%は溺死・心臓麻痺。転落してから助けを求めることは難しい。水路のある場所をあらかじめ把握し、積雪時にはその周辺に近づかないことが必要。

8) 除雪機のエンジンはこまめに切る

除雪機に体の一部を巻き込まれてしまうケースが多い。しっかりエンジンを止めて棒などで雪を取り除くようにし、こまめに作業の安全を確認。

9) 無理な作業はしない

寒い屋外での重労働であるため、こまめに休憩をとりながら雪処理を行う。体調がすぐれないときは周囲の住民に協力してもらうことも必要。

このほか、除雪作業をボランティアで行ってくれる団体もある。また、山形県や秋田県では、気象台のデータを基に「雪下ろし注意情報」を発表し、雪下ろし中の事故や落雪に注意するよう呼びかけている。高齢になった親族の代わりに、子や孫といった若い世代が、こうした情報を収集することも必要だ。事故防止のためには、世代間同士で協力する姿勢も求められる。