

(仮称) 札幌市第2 斎場整備運営事業

札幌市山口斎場

雪冷房システム計画概要書

1. 雪冷房概要
2. 雪搬送フロー
3. システムフロー
4. 基礎数値
5. 雪エネルギーの運用効率試算
6. 初年度実施計画
7. 参考資料

1. 雪冷房概要

1. 雪エネルギー利用について

雪は、1トン当たり原油換算にして10リットルに相当する冷熱エネルギーを有すると共にCO₂発生量の抑制に寄与する環境にやさしいエネルギー源です。

斎場運営事業においては充実した市民サービスの提供と同時に、環境負荷への配慮、省エネルギーを念頭に置くことが要求されています。環境負荷と維持経費の低減を両立させるための手法として、駐車場の雪を斎場の冷房熱源に利用します。

2. 雪の冷房利用システム

雪冷房システムは各方式のうち、以下の特徴から『融解水熱交換冷水循環方式』を採用します。

- ・採用実績が多数あること
- ・熱交換器を設置するため、他の熱源と組み合わせしやすいこと
- ・2次側が閉回路となるため、耐久性が高いこと

3. 融解水の利用

当斎場では雪冷房に使用された後の水を屋上庭園や敷地周囲に配した樹木の灌水源に活用します。融解水(1日約6~15トン)は、冷房熱源に利用された後、約30トンの灌水用水槽に一時貯留し、余剰水は屋外に放流されます。この貯留水は塩素滅菌装置を介した専用ポンプで1階の各玄関、2階屋上庭園の散水栓、建物北側の採水口(散水車用)へ供給します。

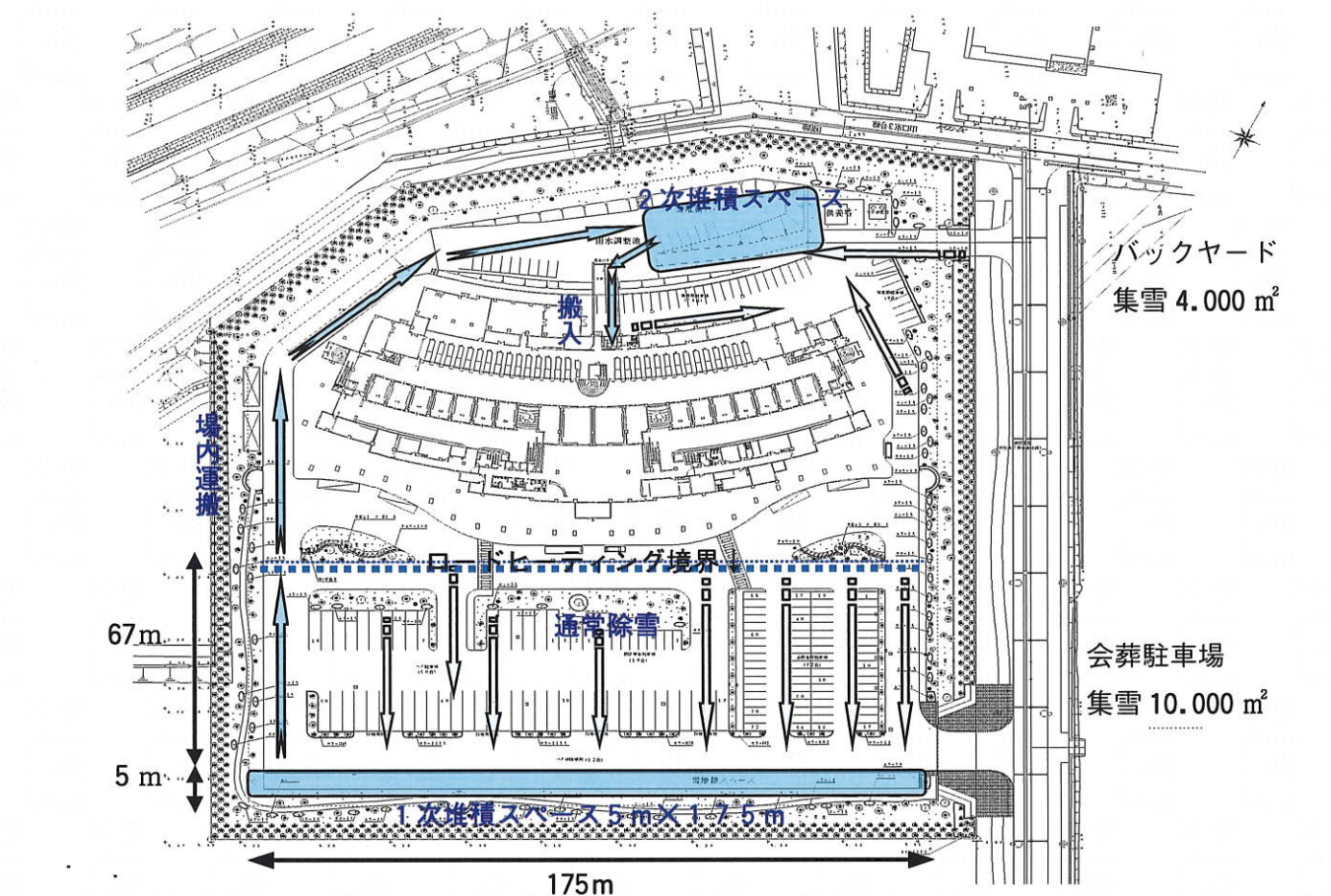
これにより降雨のない時期が続く時には、植栽の灌水業務を行います。さらに災害時のみの限定利用として、融解水がある時には1階トイレの洗浄水源に供給できるラインを設置します。

2. 雪搬送フロー

◇ 通常除雪(集積)業務と雪搬入業務を組み合わせた『雪堆積作業マニュアル』に基づき実施します。

通常除雪ライン 

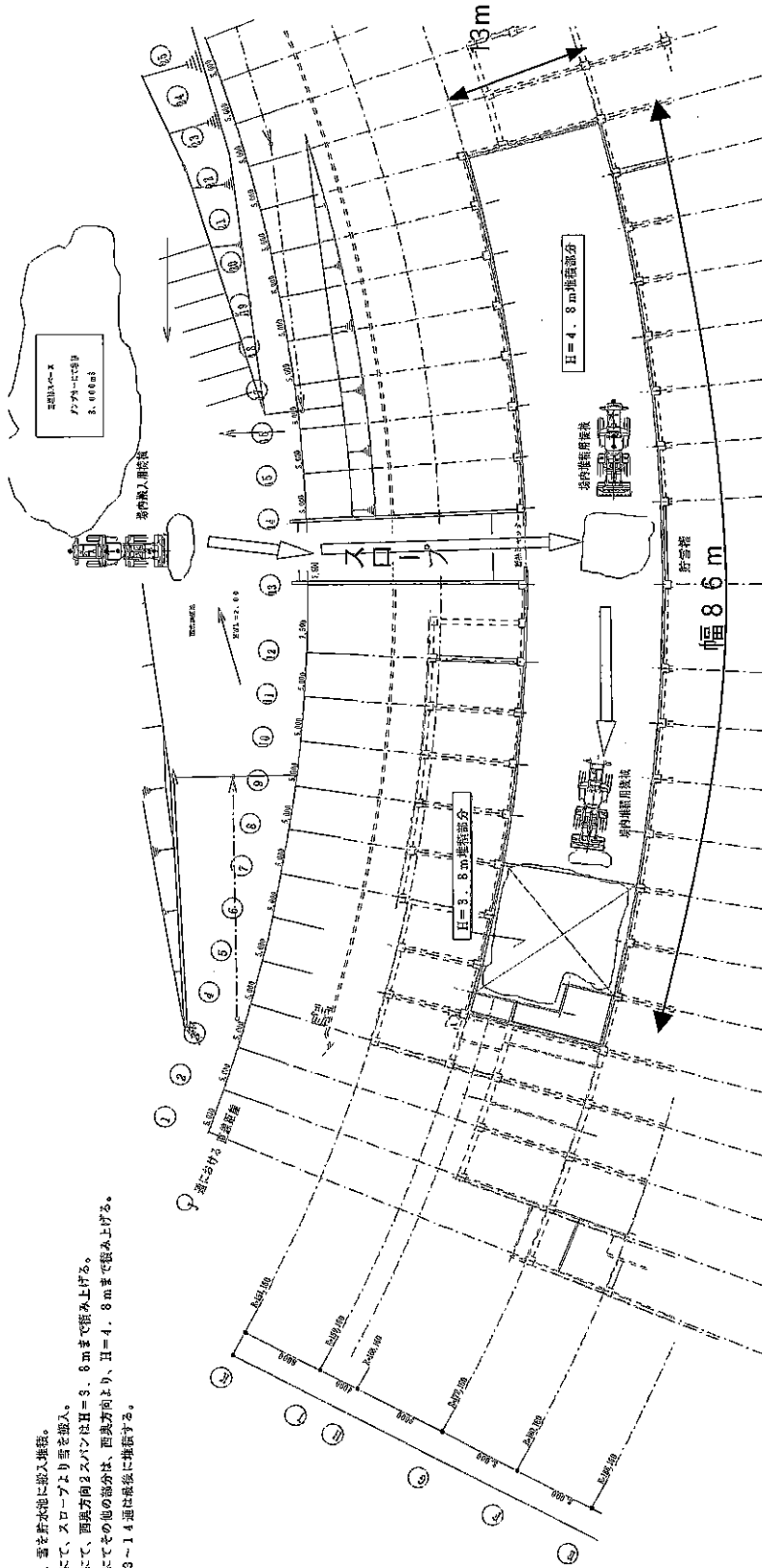
運搬ライン 



全体敷地図

貯雪槽搬入要領

1. ダンプカーにて、雪を貯水池に搬入積装。
2. 場内搬入用感線にて、スロープより雪を搬入。
3. 場内堆積用感線にて、西側方向のスパンはH=3.8mまで積み上げる。
4. 場内堆積用感線にてその他の部分は、西側方向より、H=4.8mまで積み上げる。
5. スロープ下、13-14連は最後に積装する。



貯雪計画平面図

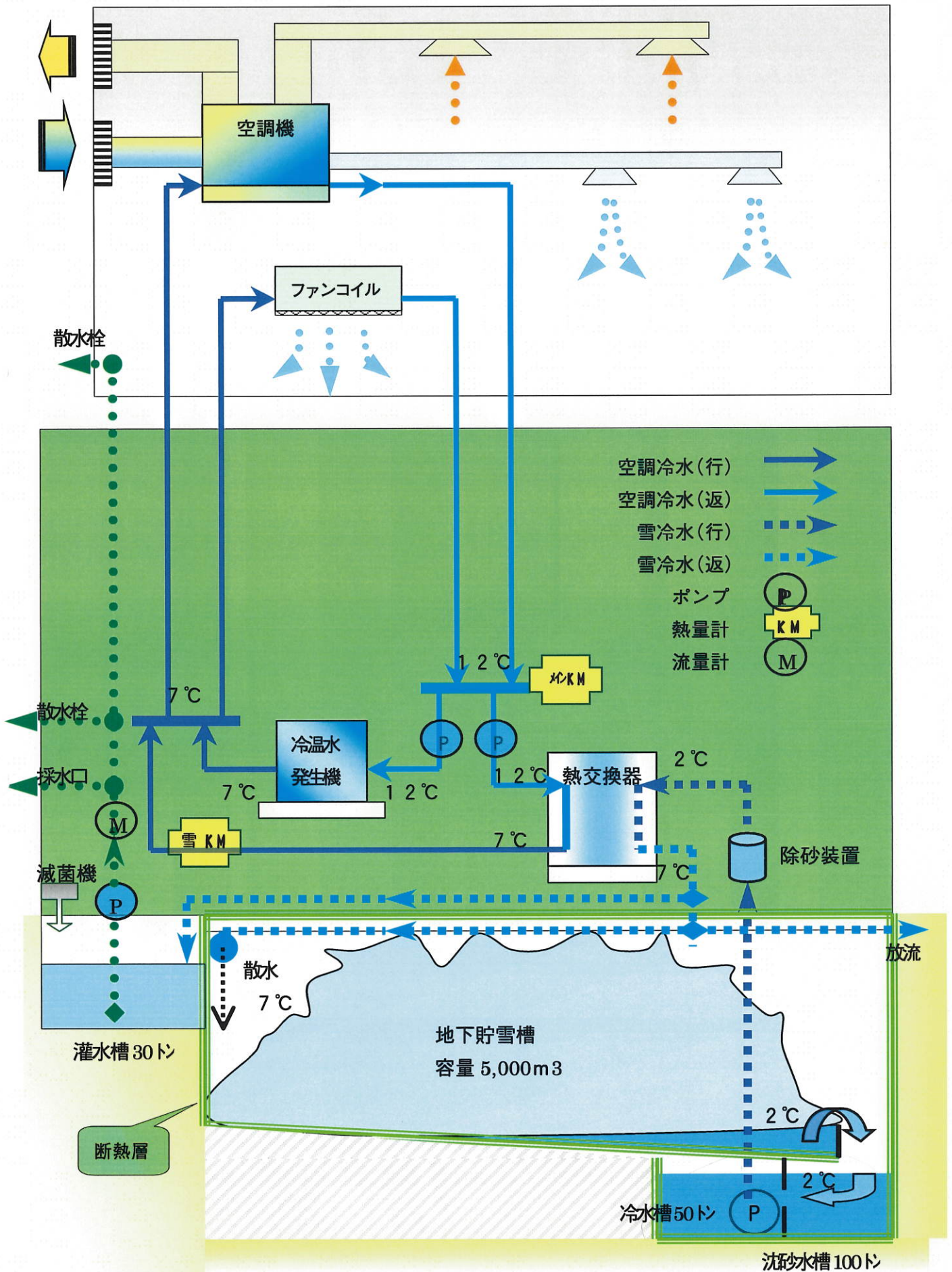
1/500

雪の地域性

雪冷房計画に当り当該地域の立地条件を反映した機能を考慮します。

	立地条件	対応策
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸線から 1.5Km の塩害地域であり潮風、砂風の影響があること。 ・ 近隣は畑の他、更地であり通年、砂埃が舞うこと。 ・ 敷地内の植栽から落ち葉などの混入があること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 沈砂水槽は余裕のある容量(約 100 トン)を確保し年 1 回の清掃に対応します。 ・ 沈砂水槽に流入する堰部分は各槽毎に開口幅を広げ、槽の清掃作業性に配慮します。 ・ 散水配管ラインに除砂装置を設置します。 ・ 雪散水管は SUS 製を採用します。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 集雪箇所は駐車場である為、車輻が持ち込む油脂、泥混じりの氷塊が混入する事。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 沈砂水槽は油脂分離を考慮します。 ・ 極力きれいな雪を確保する為、『雪堆積作業マニュアル』により実施します。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雪の搬入口は北向きであり、下りスロープ部分は雪に埋もれる位置であること。 ・ 貯雪槽は建物の 1 階床下である為、地中熱の影響を受ける事。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雪搬入口は開閉のし易さと断熱性能をもち合せた構造を検討し、断熱オーバースライダーを採用します。 ・ 貯雪槽、水槽とも躯体の外側に断熱材を入れ、自然融解量の低減を図ります。

3. システムフロー



4. 基礎数値

- ・氷(雪)の融解潜熱；80kcal/kg (80Mcal/ト)、水の顕熱；1kcal/kg (1Mcal/ト)
- ・利用する雪の密度；500kg/m³(貯雪槽での状態) (新雪比重0.1～ザラメ雪しまり雪0.5)
- ・除雪集雪対象面積；14,000m² (会葬者駐車場10,000m²、バックエリア4,000m²)
- ・降雪量；150cm/シーズン(10cm以上降雪時の累計)

5. 雪エネルギーの運用効率試算

◎ 集雪量試算

貯雪投入する2月末、3月では以下の通り積雪量が予想されます。又、重機による集積堆積、搬入作業によりさらに圧密されるので雪密度は500kg/m³前後を想定します。

(7 参考資料-1 参照)

- ・降雪量/シーズン；14,000m²×1.5m=21,000m³(雪比重0.1～0.3)
- ・2月末積雪量データ63cmより；14,000m²×0.63m=8,820m³(自然圧密比重0.3)
- ・重機集雪、運搬、堆積による圧密雪の予想総量；延べ8,820m³(圧密比重0.3)
- ・8,820m³(自然圧密比重0.3)→5,290m³(自然圧密比重0.5)
- ・貯雪槽容量；約5,000m³ (8,820/5,000=176%)

◎ 熱収支試算

貯雪庫は外断熱構造を構築していますが、雪投入3月以降、冷房で使い切る9月上旬までは躯体の蓄熱及び地中受熱がある為、自然融解が進行します。構造体の熱通過によるロスの試算は以下の通りです。

- ・雪エネルギーの初期保有熱量 当初計；212,500 Mcal A
 - ・5,000m³ ×比重0.5=2,500ト (氷相当)
 - ・融解潜熱量；2,500ト×80Mcal/ト=200,000Mcal
 - ・融解水の顕熱量；2,500ト×(7-2℃)=12,500Mcal
- ・貯蔵期間80日(3月上旬～5月末)の自然ロス計；22,363 Mcal B
 - ・貯雪庫内での自然融解；20,803 Mcal
 - ・融解水の水温上昇(2→8℃)；1,560 Mcal
- ・雪冷房期間100日(6月～9月上旬)の自然ロス計；20,683 Mcal C
 - ・貯雪庫内での自然融解；19,243 Mcal
 - ・融解水の水温上昇(2→8℃)；1,440 Mcal
- ・配管等の効率ロスは微小につき上記Cに含みます。

◎ 雪エネルギーの実質使用可能熱量；=169.454 Mcal ★

$$\cdot A - (B + C) = 212.500 - (22.363 + 20.683) = 169.454$$

$$\ast 169.454 / 212.500 = 80\% \Rightarrow \text{自然ロス } 20\%$$

◎ 想定年間冷房負荷熱量；421,387 Mcal/シーズン ☆

平成16年実施設計図、運営表より想定

- ・冷房運転期間；6月から9月末；120日
- ・冷房対象範囲；会葬者使用ゾーン全域（延べ12,800㎡のうち約7,800㎡）
- ・運営日数；100日、休業日数；20日（友引）
- ・最大冷房負荷；1,232,125Kcal/時間
- ・空調運転時間；8時00分から17時00分の9時間/日（但し主要部分は8時～15時）
（火葬受付開始9時、会葬完了15時30分）
- ・外気冷房、ナイトパーズ運用期間；6月から9月；120日
- ・全負荷相当時間；100日×9時間/日×38%=342時間/シーズン

上記想定より

$$\cdot \text{年間冷房負荷；} 1,232,125\text{Kcal/時間} \times 342\text{時間} = 421,387\text{ Mcal/シーズン}$$

◎ 年間冷房負荷に対する雪依存率（★/☆）

$$\cdot 169,454 / 421,387 = 40.2\%$$

6. 初年度実施計画

雪冷房システムに伴う地中埋設型のコンクリート製貯蔵庫は地熱の影響を受けるので、躯体が低温に安定するまで2～3年かかると言われています。この経験則を認識し1年間は試行年度と位置付け、準備作業から計画します。

◎ 雪搬入前準備作業（平成18年1月、2月）

- 1、 融解水は冷水槽での使用水温を2℃程度を目標に設定していますが、貯雪槽の床、壁及び水槽内は地中温度（7℃前後）になっています。このため、1月から雪搬入時まで、氷点下時の外気取入れ、及び試験雪投入により予冷を行います。
- 2、 敷地地内の除雪範囲は運営前につき、工事期間中の除雪時は1次堆積場及びバス駐車場を1次堆積場とし、場合を見て調整池（2次堆積場）に移動し圧密させます。
- 3、 除雪、集雪から貯雪槽への搬入まで、一連の除雪車作業は運転者のトレーニングを先行して行うと共に、雪の圧密程度を観察します。

◎ 雪搬入後準備作業（平成18年3月から10月）

- 1、 貯蔵雪の経過観察、融解水の温度、水量の記録を行い、次年度に向け除雪、集雪、堆積、搬入及び散水方法等の基礎資料とします。
- 2、 2月下旬から3月初旬の雪搬入期から6月冷房開始までの3ヶ月にわたる貯蔵期間で自然融解する水量は試算上260トン（総貯蔵量5,000m³の約1割）と想定されます。これに対し沈砂水槽、冷水槽の総容量は150トンである為、約110トンがポンプアップされ、灌水用水槽30トンに貯留、余剰70トンは屋外に放流されると考えられますので、5月の少雨時には灌水を含め、積極的に利用します。
- 3、 初年度の雪質は運営前であるので、汚泥量は少ないと考えられますが、秋口には貯雪槽内の汚れ程度、水槽内の泥、ゴミ量を観察し、次年度以降の清掃方法を計画します。

◎ 効果の検証作業（平成18年3月から10月）

- 1、 雪冷房による冷房効果を把握する為、次のデータ収集を行います。
 - ・ 雪で処理した冷房負荷量
 - ・ 全冷房負荷の内、雪で処理した冷房負荷の割合
 - ・ 貯蔵した雪の冷房への利用率
- 2、 上記データ収集の為、以下の計測機器を設置し、初年度の実績を検証します。
 - ・ 熱量メータ2箇所（冷房主配管系統、雪融解水配管系統）
 - ・ 水量メータ（灌水用給水系統）
 - ・ 排水弁開閉時間計（屋外放流系統）

実施スケジュール

時 期		作 業			備 考
		貯雪槽	観察、測定	除雪、集雪	
12月	下旬	清掃	—	随時 駐車場除雪	工事期間中
平成18年 1月	上旬	予冷（換気）	貯雪槽内温度測定	↓	
	中旬	↓	↓	↓	
	下旬	↓	↓	↓	工事完了
2月	上旬	↓	↓	↓	運営準備開始
	中旬	↓	貯雪槽内温度測定 雪比重計 [°] リンク [°]	除雪車作業トレーニング [°]	↓
	下旬	予冷（試験雪入れ）	↓	搬入トレーニング [°]	↓
3月	上旬	雪貯蔵	↓	雪搬入	↓
	中旬	—	雪、水量の観察	随時駐車場除雪	↓
	下旬	—	↓	↓	開業準備
4月		—	↓	—	斎場運営開始
5月		—	冷房準備	—	
6月		—	雪、水量の観察 冷房運転調整	—	冷房切替
7月～9月		—	↓	—	冷房運用
10月		汚れ観察、清掃	測定観察記録整理	—	暖房切替
11月		↓	↓	作業計画準備	
12月		準備	↓	随時駐車場除雪、集雪	
平成19年 1月		予冷開始	温度測定	↓	
	2月	↓	↓	↓	
	3月	—	↓	雪搬入	
	4月	—	雪、水量の観察		

7. 参考資料

◎ 過去の積雪状況(気象協会 HP データ)

* 手稻山口近隣の石狩市観測所数値より抜粋

年	月	10cm以上の降雪cm	降雪計cm	月末の積雪深度cm	備考
H10年	11月	15 11	146	15	
	12月	15 10		59	
H11年	1月	25 20 10		92	
	2月	10 10		⇒87	
	3月	20		27	
	11月	13		13	
H12年	12月	55 10	174	52	
	1月	15		64	
	2月	40 16		⇒63	最低積雪量
	3月	15 10		0	
	11月	14		0	
H13年	12月	15 15 15 20	149	57	
	1月	20 15 10		89	
	2月	10 10		⇒94	
	3月	5		43	
	11月	—		0	
	12月	10 10 15		18	
H14年	1月	15 10 15 30	140	67	
	2月	20 15		⇒79	
	3月	—		4	

- ・ 4年間の平均降雪量(10cm以上時)；150cm/シーズン(雪比重0.1~0.3相当)
- ・ 2月末での平均積雪量(気象データ)；80cm(雪比重0.3)
- ・ 2月末での最低積雪量(気象データ)；63cm(雪比重0.3)

※平成15年以降18年までは豪雪かつ厳冬につき、参考としない。

計画用数値 ⇒2002年最低積雪量 63cm