

凍結の影響評価について

1. 設計基準に対する考え方について

(設置変更許可申請 添八より抜粋)

換気空調設備により環境温度を維持する他、凍結のおそれがあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより安全機能を損なわない設計とする。

(中略)

なお、水戸地方気象台での観測記録によれば、最低気温は -12.7°C であり、上記の凍結防止対策を実施することにより凍結のおそれはない。

2. 設計基準の設置に対する解釈

凍結防止に対する規格・基準はないことから、凍結のおそれのあるものに対して凍結防止対策を実施することを設計基準とした。

また、発電所の最寄りの気象観測所(水戸地方気象台)の観測記録(-12.7°C)に対して、設計への影響を確認することとしており、凍結のおそれがある環境温度下においては、内包する流体の循環運転(ポンプによる圧送)を実施することにより、環境温度が流体の凍結温度以下まで低下した場合においても流体の凍結防止が可能であると評価している。

3. 凍結防止対策

凍結防止対策として以下を例示している。

(※①～⑥の記載は、東北地方多雪・寒冷地設備設計要領より引用。寒冷地とは、最低気温平均が概ね -10°C を下回る地域と定義されている。)

- ①水抜法
- ②加熱法
- ③不凍液法
- ④流動法
- ⑤保温法
- ⑥その他

このうち、凍結防止が必要な安全施設に対して実施可能な対策は④及び⑤である。④流動法とは、外気温度が一定温度より低下した際に、ポンプを運転することで内包する流体を流動させることにより、凍結を防止する方式である。また、⑤保温法とは、凍結のおそれのある流体を内包する配管や容器に断熱のために保温材を取付け、一定の温度以下に低下させない方式である。

⑤保温法は、保温材厚さ算定のために設定した温度より周辺温度が下回った場合に、内包する流体は凍結の可能性を否定できない。

④流動法は、内包する流体を強制的に流動させることにより、運動エネルギーを流体に

平成 30 年 2 月 28 日
日本原子力発電(株)

加えることで、内包する流体の温度低下を防止する方式であり、ポンプによる強制循環運転によって、その効果は持続すると考える。なお、本方式は、温度での基準はなく、一般産業でも広く用いられているものであり、有効であると考ええる。

以上

参考資料

- ①東北地方多雪・関連値設備設計要領（抜粋）（東北ブロック営繕主管課長会議 編）

「東北地方多雪・寒冷地設備設計要領」

第1編 総則	2
第1章 東北地方多雪・寒冷地設備設計要領	2
1. 設計要領の目的	2
2. 適用範囲	2
3. 用語の定義	2
第2編 機械設備	3
第1章 凍結防止対策	3
1. 共通事項	3
2. 一般事項	4
3. 機械設備	7
第2章 雪害対策	11
1. 共通事項	12
2. 一般事項	12
3. 機械設備	12
第3章 結露対策	13
1. 共通事項	13
2. 一般事項	14
3. 機械設備	14
第3編 融雪設備	14
第1章 融雪装置	14
1. 共通事項	14
2. 一般事項	15
3. 計画	15
4. 散水融雪装置	19
5. 無散水融雪装置	22
6. 温水パイプ融雪装置	25
7. 電熱融雪装置	26
8. ルーフドレインヒーター等	28
第4編 電気設備	29
1. 電気設備	30
第5編 資料	
1. 東北地方地域別気象データ	34
2. 寒冷地チェックリスト	37
3. 参考文献	40

東北地方多雪・寒冷地設備設計要領

東北ブロック営繕主管課長会議

平成16年 3月

(東北地方整備局 営繕部HP (その他の参考基準類) より)

●東北地方多雪・寒冷地設備設計要領
 ●東北地方多雪・寒冷地としての地域特性を踏まえ、整備水準の確保、並びに地域に根ざした
 官公庁施設整備を推進するため、東北ブロック営繕主管課長会議において「東北地
 方多雪・寒冷地設備設計要領 (平成16年3月)」を作成しました。
 ●東北地方の地域特性を踏まえた設備設計を行ううえで、考慮すべき事項を取りま
 とめていきます。
 (東北ブロック営繕主管課長会議：東北6県、仙台市及び当整備局営繕部で構成)

第1編総則

第1章 東北地方多雪・寒冷地設備設計要領

1. 設計要領の目的

この設計要領は、「官庁施設の基本的性能基準」(以下「性能基準」という)及び「官庁施設の基本的性能に関する技術基準」(以下「技術基準」という)で定める性能の水準を確保するため、東北地方の多雪・寒冷地において、雪害及び凍害等から建築設備を守るための手法を設計要領として示すものであり、国及び地方公共団体等が、適正かつ合理的な官公庁施設等の設備設計を実施することによって、建築設備の信頼性の向上と安全性に資することを目的とする。

2. 適用範囲

この設計要領は、東北地方の多雪・寒冷地において「性能基準」及び「技術基準」で要求する整備水準の確保が必要な官公庁施設等を対象として実施設計段階で適用する。

なお、本設計要領は、概ね市街地に立地するRC造またはSRC造の事務庁舎を想定した標準的な設備設計手法を示したものである。従って、それ以外の施設はもとより事務庁舎であっても適用できない場合もあり、その場合は立地場所の気候条件、建築構造、用途、施設運用、管理形態、過去の被害の有無など実情を勘案し、この設計要領を準用して施設に応じた個別の対策を講じるものとする。

3. 用語の定義

(1) 多雪地

多雪地は、第5編1.「東北地方地域別気象データ」により、雪害対策を講じる必要性のある多雪地A(過去10年間の最深積雪の平均が概ね0.5m以上となる地域)と、それに準じた対策を検討する多雪地B(過去10年間の最深積雪の平均が概ね0.5m未満となる地域)に区分する。

(2) 寒冷地

寒冷地は、第5編1.「東北地方地域別気象データ」により、凍結防止対策を講じる必要性のある寒冷地A(過去10年間の最低気温の平均が概ね -10°C 以下となる地域)と、それに準じた対策が必要な寒冷地B(過去10年間の最低気温の平均が概ね -5°C 以下となる地域)に区分する。

(3) 結露

結露は、水蒸気を含む空気が露点温度以下になり、空気中の水蒸気が水滴となつて現れる現象をいう。この結露には次の要因が挙げられる。

①表面結露

- ・窓面、壁面等の表面温度の低下
- ・過剰な水蒸気の発生と流入
- ・空気の滞留による局所的な温度低下

②内部結露

- ・壁体内部の温度低下
- ・壁内部への水蒸気侵入

第2編 機械設備

第1章 凍結防止対策

[設計要領]

寒冷地においては、その地域の気温、風向、風速等の気候条件、地盤の凍結深度、建築物用途、使用形態等による暖房設備の運用方法を調査し、凍結事故及び地盤の凍上による被害等が生じないよう、建築及び建築設備の両面から対策を講じる。

[設計資料]

1. 共通事項

(1) 凍結防止対策には、周囲の温度環境を水点下にしないうにする建築面の対策と配管あるいは装置自体を凍結させないようにする建築設備面の対策が考えられる。寒冷地においては、建築面においては、

(2) 建築設備における対策の方法は、下記に分類される。

- ①水抜き
- ②加熱法
- ③不凍液法
- ④流動法
- ⑤保温法
- ⑥その他

なお、流動法、保温法については気候条件に左右され、信頼性のある対応法とは言えない。

また、通常行われる配管に対する保温は、防露対策の保温であり、防凍保温とする場合は、表2-1-1を参考に断熱材厚さを検討する。

表 2-1-1 配管口径と初期水温における保持時間に対する必要断熱材厚さ¹⁾

水温 [°C]	条件		被覆厚 [mm]											
	保持 時間 [h]	周囲 温度 [°C]	管径 [A]											
			15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
5.0	5	-5	87	71	51	33	26	17	12	8	6	4	3	
		-10	130	117	97	72	57	38	25	19	13	10	8	
		-15	161	151	134	108	90	62	41	31	21	15	12	
10.0	10	-5	144	132	114	87	71	47	31	24	16	12	9	
		-10	197	189	176	153	135	100	67	50	33	24	19	
		-15	238	232	222	203	187	152	108	82	52	38	29	
15.0	10	-5	56	40	26	17	13	9	6	4	3	2	1	
		-10	87	71	51	33	26	17	12	9	6	4	3	
		-15	110	96	75	52	41	27	18	14	9	7	5	
20.0	10	-5	105	90	69	47	36	24	16	13	9	6	5	
		-10	144	132	114	87	71	47	31	24	16	12	9	
		-15	173	163	148	123	105	73	48	36	24	18	14	
25.0	5	-5	43	28	18	12	9	6	4	3	1	1	1	
		-10	66	51	34	22	17	12	8	6	4	3	2	
		-15	87	71	51	33	26	17	12	9	6	4	3	
30.0	10	-5	87	71	51	33	26	17	12	9	6	4	3	
		-10	119	106	85	61	48	32	21	16	11	8	6	
		-15	144	132	114	87	71	47	31	24	16	12	9	

注：・使用する断熱材の熱伝導率は、0.032kcal/(m・h・°C)とする。

・保持時間とは、初期の温度の水が、凍結を始めるまでの時間である。

2. 一般事項
 (1) 水道事業者による地中埋設深さの規定がある場合は、その深さを凍結深度とする。
 ただし、当該規定がない場合には、表 2-1-2 各地の凍結指数から凍結深度を求める。

凍結深度の概略値は、次式によって推定する。

$$Z = C\sqrt{F}$$

ここで、 Z : 凍結深度 [cm]

F : 凍結指数 [°C・days]

C : 係数 [3~5] (標準的には4とする)

表 2-1-2 10年確率凍結指数一覧表²⁾

【青森県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
大間	79	14	鞆ヶ沢	78	40
むつ	148	3	深浦	66	66
小田野沢	147	6	弘前	155	30
今別	99	30	黒石	165	40
脇野沢	105	15	酸ヶ湯	805	920
市浦	106	20	三沢	127	39
蟹田	165	3	十和田	152	42
五所川原	118	9	八戸	104	27
青森	113	4	碓ヶ関	218	145
野辺地	129	43	休屋	138	408
六ヶ所	154	85	三戸	100	38

【岩手県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
種市	119	70	宮古	53	43
軽米	255	153	紫波	173	170
二戸	194	120	川井	143	206
山形	234	290	沢内	261	327
久慈	91	25	大迫	194	140
荒屋	273	310	山田	64	4
奥中山	392	430	湯田	222	250
葛巻	302	390	遠野	209	273
普代	110	7	釜石	23	15
岩泉	114	112	若柳	153	100
小本	101	10	江刺	146	42
藪川	634	680	大船渡	24	37
雫石	224	208	一関	72	32
盛岡	154	115	千厩	91	77

【秋田県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
秋田	77	-	岩角山内	119	55
能代	52	6	角館	136	56
鷹巣	124	29	田沢湖	245	228
大館	186	59	大正寺	92	20
毛馬内	45	126	大曲	143	30
湯瀬	192	236	真田利	94	117
八幡平	452	620	横手	133	59
男鹿	69	20	矢島	60	72
大潟	69	-3	湯沢	142	96
五城目	78	6	湯の岱	192	320
阿仁合	192	120	八森	49	31

【山形県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
差音鍋	192	90	楯岡	83	100
金山	164	170	左沢	113	133
鶴岡	-	16	山形	59	152
狩川	-	17	小国	65	140
向町	154	212	高畠	122	220
肘折	194	365	高峰	127	250
尾花沢	110	110			

【宮城県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
駒ノ湯	239	525	石巻	47	43
気仙沼	82	62	新川	144	264
築館	77	25	塩釜	62	105
米山	89	5	仙台	13	39
志津川	62	38	川崎	116	200
大衡	94	55	白石	42	86
鹿島台	55	3			

【福島県】

地名	凍結指数	標高(m)	地名	凍結指数	標高(m)
茂庭	66	250	船引	90	460
松原	386	839	只見	133	377
福島	9	67	郡山	16	230
喜多方	172	212	川内	161	410
鷲倉	658	1210	南郷	213	540
飯館	127	452	小野新町	160	433
楳苗代	221	521	田島	243	570
金山	100	324	白河	38	354
若松	75	212	石川	73	290

(2) 建物の断熱・気密化及び適切な位置への配管、機器設置スペースの確保等の建築面の対策を行う。

(3) 設備機械室には、室温低下の弱点となる大きな窓等をなるべく設けない。

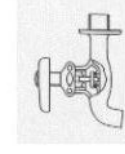
(4) 屋外設置機器及び埋設配管の凍結防止対策は、原則として機器の基礎底及び配管の埋設深さを凍結深度以下にする。

3. 機械設備

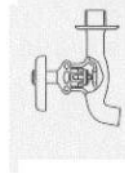
(1) 給水器具

①量水器は、凍結深度以下に設置し、本体は保温を行う。

②器具付属品を含め、水栓は固定コマ式とし、浮きコマ式は使用しない。水栓の構造を図2-1-1に示す。



(a) 固定コマ式



(b) 浮きコマ式

図2-1-1 水栓の構造(例)¹⁾

(a) ボルトと弁座が押付を固定。水栓を開くとボルトと弁座が押付が同時に上昇する。水抜栓を操作すれば空気を吸込み管内の水抜きができる。

(b) ボルトとコマが分離している。逆流防止形で水抜き栓を操作してもコマが落下して空気を吸込み管のため、管内の水抜きができない。

- ③屋外に設置する水栓は、耐寒水栓（JWWA 認証品）とする。
- ④水抜き栓を設置する場合は、その系統の給水管に吸気弁等の設置を検討し、確実に水抜きができるよう考慮する。
- ⑤散水栓等を設置する場合は、散水栓毎に水抜き栓等の設置を検討し、確実に水抜きができるよう考慮する。
- ⑥水抜き栓の設置位置は、浸透性が良好な場所とする。
- ⑦遠隔操作の水抜き装置操作盤の設置場所は、容易に操作できる位置とする。
- ⑧水抜き装置の駆動方式は、操作性・設置個数・操作頻度を考慮し、電動式または手動式とする。
- ⑨揚水ポンプ、給水ポンプユニット等の機器類は原則として屋内に設置する。
- ⑩寒冷地Aにおいて屋外にポンプ室付受水槽を設ける場合は、ポンプ室にパネルヒーター等の設置を検討し、室内の機器及び配管の凍結防止対策を考慮する。
- ⑪長期に使用されない系統または部分がある場合は、その系統または部分毎に水抜きができるよう考慮する。
- ⑫鳥居配管等になる部分については、水抜き用の弁等を設け管内の水抜きが完全にできるよう考慮する。

(2) 排水器具

- ①各種の排水トラップは、内部の封水が、凍結しないよう考慮して設置場所を選定する。やむを得ずピロティ天井等の凍結の恐れがある場所に設置する場合は、防寒保温を行うと共に、寒冷地Aにおいては、配管用の凍結防止ヒーター等の設置を検討し、封水の凍結防止対策を考慮する。
- ②やむを得ず屋外に衛生器具等を設置する場合は、器具本体に排水トラップは設けられないものとし、別途地中配管または排水桝等において排水トラップを設けるよう検討する。
- ③凍透樹の設置深さは凍結深度以下とし、凍透樹の凍上や透過容量の不足のないよう考慮する。

(3) 温水機器

- ①給湯器、温水ボイラ等の機器は、凍結防止機能付とする。
- ②給湯器は原則として屋内設置とする。やむを得ず屋外に設置する場合は、配管用の凍結防止ヒーター等の設置を検討し、給湯器廻り配管の凍結防止対策を考慮する。
- ③給湯器、温水ボイラ等の膨張管・迷がし管は水勾配をとり管内に水が滞留しない構造とする。

(4) 空気調和機

- ①外気を処理する空気調和機は、外気取り入れダクトにダンパーを設け、送風機の運転と連動させてダンパーを閉鎖させる。また、寒冷地Aにおいては冷温水コイルの凍結防止ヒーター等の設置を検討し、コイルの凍結防止対策を考

慮する。

- ②空気調和機停止時は、外気温度が一定の温度より低下した時にポンプを運転し、コイル内の水を流動させて凍結防止を行うよう考慮する。なお、この時冷温水コイルの制御弁等は全開とし、設計流量の全量が流動するよう考慮する。
- ③外気処理専用の空気調和機は、空気調和機運転中も外気温度が一定の温度より低下した時に、冷温水コイルの制御弁等が一定の開度を保持できるようにし、コイル内に温水を流動させて、凍結防止を行うよう考慮する。

(5) 冷却塔

- ①電算機用冷却塔など冬期間に運転する場合は、水槽内にヒーター等の設置を検討し、凍結防止対策を考慮する。
- ②冬期間運転しない冷却塔は、補給水、冷却水配管等を含め確実に水抜きができるよう配管等に勾配をとり、水抜き配管及び弁等の設置を検討する。

(6) ポンプ

- ①ポンプ類は、原則として屋内に設置する。
- ②寒冷地Aにおいては、ポンプの保温及びフランジヒーター等の設置を検討し、凍結防止対策を考慮する。

(7) タンク類

- ①膨張タンク、受水タンク、高置タンク等は、原則として屋内に設置する。
 - ②寒冷地Aにおいては、タンク類を設置する室にパネルヒーター等の設置を検討し、室内の機器及び配管の凍結防止対策を考慮する。
- パネルヒーターの能力は、建築設備設計基準（平成14年版）第2編-4 空気調和設備第1章第3節暖房負荷計算によって決定する。
- また、設計用室外温度は、第5編1. 東北地方地域別気象データの最低気温とす。電気式パネルヒーターの例を図2-1-2に、赤外線ヒーターの例を図2-1-3に示す。



図 2-1-2 電気式パネルヒーター (例)



図 2-1-3 赤外線ヒーター (例)

(8) 配管

- ①配水管から建物内に給水管を引き込む際には、水道事業者の規定に基づき凍結防止対策を行う。
- ②屋外埋設の給水管は、凍結深度以下に埋設する。
- ③建物内の給水管は、全ての管路において水抜きが行えるよう勾配をとリ水抜き管及び弁等の設置を検討する。
- ④水道直結の給水管路には、水抜き栓及び吸気弁等の設置を検討し、確実に水抜きができるよう考慮する。
- ⑤給水管は屋外露出とならないよう計画する。やむを得ず屋外露出とする場合は、水抜き装置や配管用の凍結防止ヒーター等の設置を検討し、凍結防止対策を考慮する。
- ⑥凍結防止ヒーターは、原則としてサーモスタットによる自動ON-OFFタイプロし、電源表示・通電表示ランプ付とする。図 2-1-4に例を示す。また、凍結防止ヒーターは、重ね巻きすると発火の危険性があるので、施工時に注意が必要である。



図 2-1-4 サーモスタット付凍結防止ヒーター (例)⁵⁾

- ⑦自己温度制御形凍結防止ヒーターは、重ね巻きしても発火する危険性はないが、取り付け工事の際に、ホチキスの針などで本体を貫通させてしまうと漏電事故が発生させることがあるので、施工時に注意が必要である。図 2-1-5に例を、図 2-1-6に施工要領を示す。



図 2-1-5 自己温度制御形凍結防止ヒーター (例)⁶⁾

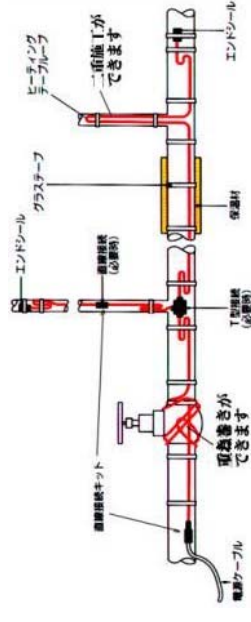


図 2-1-6 自己温度制御形凍結防止ヒーター施工要領 (例)⁷⁾

(9) その他

- ①消火ポンプ等の機器は、原則として屋内に設置する。寒冷地Aにおいてはハネルヒーター等の設置を検討し、室内の機器及び配管等の凍結防止対策を考慮する。
- ②寒冷地Aにおいて消火配管（屋内消火栓、屋外消火栓、スプリンクラー設備等）の凍結防止対策は下記による。なお、採用に当たっては所轄の消防署と打合せを行う。
 - 1) 消火配管内の水抜きを行い、乾式配管とする。
 - 2) 消火配管等の湿式配管内に不凍液を混入して凍結防止を図る。
 - 3) 湿式消火配管で、凍結の恐れがある部分は防凍保温を行い、凍結防止を図る。また、寒冷地Aにおいては凍結防止ヒーター等の設置を検討し、凍結防止対策を考慮する。
 - 4) 給水管等は、外壁内に埋め込み配管を行わない。やむを得ず外壁面に配置する場合は、ライニング壁を設けて配管する。
 - 5) 不凍液を公共水域に排水する際には、排水流域の水質規制を確認する。確認の結果、必要な場合には、法令に従い適正に処分する。
 - 6) 外部に面した便所・湯沸室及び水配管のある設備室等は、ハネルヒーター等の設置を検討し、凍結防止対策を考慮する。
 - 7) 排水ポンプ等の圧送管路において、ポンプ停止時に逆止弁により管内が充水状態となる場合、その部分が凍結しないよう考慮する。
 - 8) 寒冷地Aにおいて雨水立管が接続する排水側蓋は、グレーチング等の外部に解放した側蓋にしない。

第2章 雪害対策

雪害対策は、原則として多雪地Aにおける対策を示すが、立地場所の気候条件、建築構造、用途、施設運用、管理形態等を検討し、多雪地Bにおいても必要となる対策は準用する。

4. 凍結影響評価について

(1) 基本方針

安全施設のうち外部事象防護対象施設は、低温に伴う凍結により、安全機能を損なわない設計とする。

気象庁の気象統計情報における低温の観測記録（第 4-1 表）によれば、東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）で観測された観測史上 1 位の最低気温は下記のとおりである。

水戸市：最低気温 -12.7°C

（1952 年 2 月 5 日，統計期間 1897 年 1 月～2012 年 3 月）

(2) 評価対象施設等の健全性評価

評価対象施設等が、低温によって安全機能を損なうことのない設計であることを評価・確認するため、低温が安全施設に作用した場合の影響について評価し、安全機能が維持されることを確認した。

本評価における基本的な考え方は、以下のとおり。

○ 評価対象施設等を実評価し、安全機能が維持できることを確認する。

また、安全機能が維持されない場合には対策を実施する。

① 屋内に設置されている設備については、建屋内は常に換気空調設備等の運転により、極端な低温にさらされることなく、安全機能が維持可能である。仮に、換気空調設備等の運転が停止し、建屋内の安全施設が極端な低温にさらされる場合においても、循環運転等による凍結防止措置により、安全機能が維持可能である。（別紙 1）

② 建屋外に設置されている低温による凍結のおそれのあるものについては、保温材による凍結防止対策若しくは循環運転等による凍結

防止措置により，凍結のおそれのない設計とする。

- その他の構築物，系統及び機器については，機能を維持すること，若しくは損傷を考慮して，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能な場合，安全機能が維持可能であることから影響評価の対象外とする。

第4-1表 低温の観測記録（水戸市）（気象庁HPより）

年	最低気温 [°C]	年	最低気温 [°C]	年	最低気温 [°C]
1897	-8.8	1936	-9.5	1975	-7.0
1898	-7.5	1937	-6.2	1976	-9.3
1899	-7.9	1938	-10.0	1977	-8.2
1900	-9.9	1939	-8.9	1978	-8.9
1901	-7.4	1940	-9.2	1979	-7.5
1902	-9.7	1941	-7.8	1980	-7.4
1903	-6.4	1942	-9.2	1981	-8.0
1904	-9.7	1943	-8.5	1982	-8.5
1905	-7.4	1944	-8.7	1983	-8.0
1906	-9.3	1945	-11.0	1984	-11.0
1907	-9.1	1946	-8.4	1985	-10.6
1908	-8.2	1947	-8.1	1986	-8.5
1909	-11.4	1948	-6.7	1987	-6.5
1910	-9.1	1949	-6.9	1988	-6.5
1911	-7.3	1950	-7.0	1989	-5.9
1912	-8.0	1951	-7.8	1990	-7.6
1913	-8.0	1952	-12.7	1991	-6.0
1914	-6.6	1953	-8.1	1992	-5.6
1915	-7.4	1954	-8.8	1993	-5.7
1916	-10.1	1955	-7.7	1994	-6.1
1917	-8.0	1956	-7.6	1995	-7.0
1918	-6.6	1957	-7.2	1996	-8.9
1919	-7.5	1958	-7.6	1997	-6.0
1920	-6.6	1959	-6.6	1998	-6.1
1921	-7.5	1960	-7.9	1999	-6.8
1922	-9.7	1961	-8.1	2000	-6.6
1923	-9.3	1962	-7.7	2001	-7.4
1924	-8.3	1963	-10.9	2002	-5.8
1925	-8.9	1964	-6.9	2003	-7.1
1926	-9.1	1965	-7.4	2004	-5.3
1927	-12.0	1966	-8.3	2005	-6.5
1928	-8.5	1967	-9.9	2006	-7.7
1929	-9.5	1968	-8.6	2007	-4.4
1930	-8.0	1969	-8.2	2008	-5.5
1931	-10.1	1970	-11.0	2009	-5.4
1932	-6.7	1971	-8.0	2010	-6.5
1933	-7.5	1972	-6.1	2011	-7.2
1934	-8.5	1973	-7.8	2012	-7.1
1935	-7.5	1974	-7.9		

屋内設備に係る凍結防止対策について

外部事象防護対象設備のうち、屋内に設置されている設備については、建屋内は建屋の換気空調設備等の運転により、極端な低温にさらされることなく、安全機能を維持可能である。

屋内に設置される安全施設のうち、内包する流体が液体で、かつ通常状態において停止している系統について、凍結のおそれがなく、安全機能が維持されることを確認した。

表1 屋内に設置される安全施設の凍結防止対策

安全施設	設置されている建屋	凍結のおおその有無及びその凍結防止対策
ほう酸水注入系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転していること、ほう酸水は、非常用電源より供給されるほう酸析出防止ヒータにより温度制御していることから、環境は極端な低温にさらされることがなく、凍結のおおそのはない。また、系統の循環運転が可能である。
残留熱除去系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転している。 なお、凍結のおおそのがある場合、系統の循環運転が可能である。
残留熱除去系海水系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転している。 なお、凍結のおおそのがある場合、循環運転が可能である。
原子炉隔離時冷却系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転している。室内温度は室内に設置されている駆動用蒸気配管への蒸気通気により高温状態を維持しているため、凍結のおおそのはない。 なお、凍結のおおそのがある場合、系統の循環運転が可能である。
高圧炉心スプレイ系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転している。 なお、凍結のおおそのがある場合、系統の循環運転が可能である。
低圧炉心スプレイ系	原子炉建屋 (原子炉棟)	建屋の換気空調設備を運転し温度を制御している。 なお、凍結のおおそのがある場合、系統の循環運転が可能である。
非常用電源系 (ディーゼル機関)	原子炉建屋 (付属棟)	当該エリア内に設置している非常用ディーゼル発電機用補機 (潤滑油系, 清水系) の温度制御 (非常用電源より供給)、電気設備 (制御盤) からの放熱により、室内は極端な低温にさらされることがなく、凍結のおおそのはない。 なお、凍結のおおそのがある場合、ディーゼル機関の運転による潤滑油系, 清水系の循環運転が可能である。
非常用ディーゼル発電機用 (高圧炉心スプレイ系を含む。) 海水系	原子炉建屋 (付属棟)	当該エリア内に設置している非常用ディーゼル発電機用補機 (潤滑油系, 清水系) の温度制御 (非常用電源より供給)、電気設備 (制御盤) からの放熱により、室内は極端な低温にさらされることがなく、凍結のおおそのはない。 なお、凍結のおおそのがある場合、系統の循環運転が可能である。
非常用電源系 (蓄電池)	原子炉建屋 (付属棟)	室内は換気空調設備 (非常用電源を供給) を運転し温度を制御していることから、室内は極端な低温にさらされることがなく、凍結のおおそのはない。 なお、運転中の換気空調設備が停止した場合、予備機を起動することで室内の温度制御は可能である。

表 2 安全施設が設置されている換気空調設備の概要

安全施設を設置している建屋	当該建屋の換気空調設備	供給電源	備考
原子炉建屋（原子炉棟）	原子炉棟換気系	常用電源	換気空調設備が停止した場合においても、外気取入が遮断されることにより急激に建屋内温度が低下することは考え難いため、速やかに換気空調系の修復を行う。なお、凍結のおそれのあるものは循環運転による凍結防止対策を実施する。
原子炉建屋（付属棟）	電気室換気系	非常用電源	電気設備及び計測制御設備からの放熱による温度上昇に対して温度制御している。
	バッテリー一室換気系	非常用電源	蓄電池の温度低下による機能低下を防止するため、非常用電源を供給している換気空調設備によって温度制御することで安全機能を維持している。
	中央制御室換気系	非常用電源	電気設備及び計測制御設備からの放熱による温度上昇に対して温度制御している。
原子炉建屋（廃棄物処理棟）	廃棄物処理棟換気系	常用電源	外部事象防護対象施設のうち凍結のおそれのある施設を内包していない。なお、外部事象防護対象施設以外の凍結のおそれのある施設について、換気空調設備が停止した場合、凍結を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることににより安全機能を損なわないこととしている。
タービン建屋	タービン建屋換気系	常用電源	外部事象防護対象施設のうち凍結のおそれのある施設を内包していない。なお、外部事象防護対象施設以外の凍結のおそれのある施設について、換気空調設備が停止した場合、凍結を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることににより安全機能を損なわないこととしている。
廃棄物処理建屋	廃棄物処理建屋換気系	常用電源	外部事象防護対象施設のうち凍結のおそれのある施設を内包していない。なお、外部事象防護対象施設以外の凍結のおそれのある施設について、換気空調設備が停止した場合、凍結を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることににより安全機能を損なわないこととしている。