

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-1-029 改7
提出年月日	2020年 7月31日

V-1-1-9 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書

2020年 7月

東京電力ホールディングス株式会社

V-1-1-9 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書

発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書は、以下の資料より構成されている。

V-1-1-9-1 溢水等による損傷防止の基本方針

V-1-1-9-2 防護すべき設備の設定

V-1-1-9-3 溢水評価条件の設定

V-1-1-9-4 溢水影響に関する評価

V-1-1-9-5 溢水防護に関する施設の詳細設計

: 今回説明範囲

V-1-1-9-3 溢水評価条件の設定

目 次

1.	概要	1
2.	溢水源及び溢水量の設定	1
2.1	溢水影響を評価するために想定する機器の破損等による溢水	1
2.2	発電所内で生じる異常事態（火災を含む。）の拡大防止のために 設置される系統からの放水による溢水	11
2.3	地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料貯蔵プール等の スロッシングにより生じる溢水を含む。）	12
2.4	その他の要因（地下水の流入，地震以外の自然現象，機器の誤作動等） により生じる溢水	33
3.	溢水防護区画及び溢水経路の設定	41
3.1	溢水防護区画内漏えいでの溢水経路	41
3.2	溢水防護区画外漏えいでの溢水経路	42
別紙1	計算機プログラム（解析コード）の概要	

1. 概要

本資料は、溢水から防護すべき設備の溢水評価に用いる溢水源及び溢水量並びに溢水防護区画、溢水経路の設定について説明するものである。

2. 溢水源及び溢水量の設定

溢水影響を評価するために、評価ガイドを踏まえて発生要因別に分類した以下の溢水を設定し、溢水源及び溢水量を設定する。

- ・ 溢水影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- ・ 発電所内で生じる異常事態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングにより生じる溢水を含む。）
- ・ その他の要因（地下水の流入、地震以外の自然現象、機器の誤作動等）により生じる溢水

溢水影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水では、溢水源となり得る機器は、液体を内包する配管とし、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングにより生じる溢水を含む。）では溢水源となり得る機器は、流体を内包する容器（タンク、熱交換器、ろ過脱塩器等）及び配管として、それぞれにおいて対象となる機器を系統図により抽出し、抽出された機器が溢水影響を評価するために想定する機器の破損等における応力評価又は耐震評価において破損すると評価された場合、それぞれの評価での溢水源とする。

溢水影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水又は発電所内で生じる異常事態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水の溢水源の想定に当たっては、一系統における単一の機器の破損又は単一箇所での異常状態の発生とし、他の系統及び機器は健全なものと仮定する。また、一系統にて多重性又は多様性を有する機器がある場合においても、そのうち単一の機器が破損すると仮定する。号機間で共用する建屋及び一体構造の建屋に設置される機器にあつては、共用、非共用機器に係わらず、その建屋内で単一の溢水源を想定し、建屋全体の溢水経路を考慮する。

2.1 溢水影響を評価するために想定する機器の破損等による溢水

溢水影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水については、単一の配管の破損による溢水を想定して、配管の破損箇所を溢水源として設定する。

また、破損を想定する配管は、内包する流体のエネルギーに応じて、以下で定義する高エネルギー配管又は低エネルギー配管に分類する。

- ・ 「高エネルギー配管」とは、呼び径25A (1B) を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか又は運転圧力が1.9MPa [gage] を超える配管。ただし、被水及び蒸気

の影響については配管径に関係なく影響を評価する。

- ・「低エネルギー配管」とは呼び径25A (1B) を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃以下で、かつ運転圧力が1.9MPa[gage]以下の配管。ただし、被水の影響については配管径に関係なく評価する。なお、運転圧力が静水頭圧の配管は除く。
- ・高エネルギー配管として運転する割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さければ、低エネルギー配管として扱う。

配管の破損形状の想定に当たっては、高エネルギー配管は、原則「完全全周破断」、低エネルギー配管は、原則「配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック」（以下「貫通クラック」という。）を想定する。ただし、評価ガイド附属書Aに基づく応力評価の結果、発生応力が許容応力の0.4倍を下回ることを確認した低エネルギー配管については、破損想定不要とする。

ここで、評価ガイド附属書Aに基づく応力評価の結果、破損想定不要とした配管は、評価結果に影響するような減肉がないことを確認するために、継続的な肉厚管理を実施する。

また、高エネルギー配管として運転している時間の割合が、当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さいことから、低エネルギー配管とする系統（ほう酸水注入系、残留熱除去系、高圧炉心注水系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系）については、運転時間実績管理を実施する。

(1) 溢水源の設定

高エネルギー配管及び低エネルギー配管に対して、想定される破損形状に基づいた溢水源及び溢水量を設定する。

想定破損評価対象配管を応力評価する際には、評価ガイド附属書Aに基づく応力評価を、3次元はりモデルを用いて実施する。

評価で用いる解析コードSAP-IV及びMSAP(配管)PC1.0は耐震評価と同じ使用方法で用いる。

a. 配管破損を考慮する高エネルギー配管の抽出及び破損想定

液体又は蒸気を内包し、防護すべき設備へ影響を与える高エネルギー配管を有する全ての系統を抽出する。被水及び蒸気影響を評価する場合は25A (1B) 以下の配管も考慮する。

抽出した高エネルギー配管を有する系統について、想定する破損形状を第2-1表に示す。

第2-1表 高エネルギー配管を有する系統の想定する破損形状

系統名称	運転温度 95℃超	運転圧力 1.9MPa 超	想定する 破断形状	原子炉 建屋*1	タービン 建屋*1	コントロ ール建屋 *1	廃棄物処 理建屋*1
制御棒駆動水圧系	—	○	完全全周 破断	有	有*3		有
原子炉隔離時冷却系 (駆動蒸気系)	○	○	完全全周 破断	有			
高圧代替注水系 (駆動蒸気系)	○	○	完全全周 破断	有			
原子炉冷却材浄化系	○	○	完全全周 破断	有			
復水及び給水系	○	○	完全全周 破断	有	有*3		
給水加熱器ドレン系	○	○	完全全周 破断		有*3		
所内蒸気系*2	○	—	完全全周 破断		有*3		有

注記*1： 有：溢水源となる配管が存在する

*2： 上流側にて隔離することで原子炉建屋内では溢水源として想定しない

*3： タービン建屋内の復水器を設置するエリアのみ評価対象

b. 配管破損を考慮する低エネルギー配管の抽出及び破損想定

液体を内包し、防護すべき設備に影響を与える低エネルギー配管を有する全ての系統を抽出する。評価ガイドを踏まえて、静水頭圧の配管は対象外とし、口径が25A (1B) 以下の配管は被水影響のみ考慮する。

低エネルギー配管は、任意の箇所での貫通クラックを想定するが、評価ガイド附属書Aに基づく応力評価を実施し、発生応力が許容応力の0.4倍を下回ることを確認した配管においては、破損想定不要とする。

抽出した低エネルギー配管を有する系統について、想定する破損形状を第2-2表に示す。また、破損想定不要とする配管の応力評価結果を第2-3表に示す。

第2-2表 低エネルギー配管を有する系統の想定する破損

系統名称	運転温度 95℃以下	運転圧力 1.9MPa 以下	想定する 破断形状	原子炉 建屋*4	タービン 建屋*4	コントロ ール建屋 *4	廃棄物処 理建屋*4
ほう酸水注入系	*1		貫通クラ ック	有			
残留熱除去系	*1		貫通クラ ック	有			
高圧炉心注水系	*1		貫通クラ ック	有			有
原子炉隔離時冷却 系	*1		貫通クラ ック	有			
高圧代替注水系*2	*1		貫通クラ ック	有			
燃料プール冷却浄 化系	66	1.56	貫通クラ ック	有			
サプレッションプ ール浄化系	66	1.56	貫通クラ ック	有			
放射性ドレン移送 系	66	0.99	貫通クラ ック	有	有	有	有
純水補給水系	66	1.38	貫通クラ ック*5	有	有	有	有
復水補給水系	66	1.38	貫通クラ ック*5	有	有		有
原子炉補機冷却水 系	70	1.38	貫通クラ ック*5	有	有	有	有
タービン補機冷却 水系	70	1.06	貫通クラ ック		有	有	有
換気空調補機常用 冷却水系	70	1.38	貫通クラ ック*5	有	有	有	有
換気空調補機非常 用冷却水系	66	0.99	貫通クラ ック*5	有		有	
原子炉補機冷却海 水系	50	0.79	貫通クラ ック*5		有		
タービン補機冷却 海水系	40	0.59	貫通クラ ック		有		
所内温水系	85	1.38	貫通クラ ック*5	有	有		有

第2-2表 低エネルギー配管を有する系統の想定する破損

系統名称	運転温度 95℃以下	運転圧力 1.9MPa 以下	想定する 破断形状	原子炉 建屋*4	タービン 建屋*4	コントロ ール建屋 *4	廃棄物処 理建屋*4
雑用水系	66	1.38	貫通クラ ック		有	有	有
消火系	66	1.38	貫通クラ ック*5	有	有	有	有
非放射性ドレン移 送系	66	0.99	貫通クラ ック	有	有	有	有
飲料水系*3	66	0.79	貫通クラ ック*5			有	有
廃棄物処理系	66	1.38	貫通クラ ック				有

注記*1： 高エネルギー配管として運転している時間の割合が、当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さいため、低エネルギー配管として扱う。

*2： 分類は原子炉隔離時冷却系と同等とした。

*3： 消火系との共用はしていない。

*4： 有：溢水源となる配管が存在する

*5： 評価ガイド附属書Aに基づく応力評価を実施し、発生応力が許容応力の0.4倍を下回ることを確認した配管においては、破損想定不要とする。

第2-3表 破損想定不要とする低エネルギー配管の応力評価結果 (1/2)

系統名称	評価モデル 番号	建屋	区画名称	発生応力 (MPa) *1	許容値 (MPa) *2
換気空調補機常用冷却水系	HNCW-R-H09	R/B	R-3F-4	81	100
	HNCW-R-H10	R/B	R-M4F-4共	45	100
	HNCW-R-H11	R/B	R-3F-4	59	100
	HNCW-R-H12	R/B	R-M4F-4共	26	100
原子炉補機冷却水系	RCW-R-X134	R/B	R-1F-12	73	111
	RCW-R-X135	R/B	R-1F-12	81	111
	RCW-R-X140	R/B	R-3F-4	110	111
	RCW-R-X215	R/B	R-3F-4	95	111
	RCW-R-X1049	R/B	R-3F-4	39	111
	RCW-R-X1050	R/B	R-3F-4	66	111
	RCW-R-X1134	R/B	R-1F-12	64	111
	RCW-R-X1135	R/B	R-1F-12	55	111
	RCW-R-X1136	R/B	R-3F-4	78	111
	RCW-R-X1143	R/B	R-3F-4	77	111
	RCW-H-1	T/B	T-1F-4①	80	111
			T-B2-2		
	RCW-H-2	T/B	T-1F-4①	76	108
			T-B2-2		
	RCW-H-7	T/B	T-1F-4①	47	111
	RCW-H-8	T/B	T-1F-4①	51	111
	RCW-C-1	C/B	C-B2-2	108	111
RCW-C-2	C/B	C-B2-2	107	111	
RCW-C-3	C/B	C-B2-3	104	111	
RCW-C-4	C/B	C-B2-3	97	111	
純水補給水系	MUWP-R-098	R/B	R-1F-12	44	137
	MUWP-R-180	R/B	R-3F-4	19	137
	MUWP-001R2	C/B	C-1F-7	52	137

注記*1： 各モデルにおける裕度（許容値÷発生応力）が最小となる箇所の結果を記載。

注記*2： 評価対象配管が全て低エネルギー配管であるため、許容値には0.4×許容応力を用いる。

第2-3表 破損想定不要とする低エネルギー配管の応力評価結果 (2/2)

系統名称	評価モデル 番号	建屋	区画名称	発生応力 (MPa) *1	許容値 (MPa) *2
所内温水系	HWH-R-X017	R/B	R-3F-4	45	111
復水補給水系	MUWC-R-102	R/B	R-3F-4	36	111
原子炉補機冷却 海水系	RSW-H-3	T/B	T-1F-4①	65	108
	RSW-H-11	T/B	T-1F-4①	65	108
換気空調補機非 常用冷却水系	HECW-C-H03	C/B	C-2F-3	81	100
			C-1F-7		
			C-B1-6		
	HECW-C-H04	C/B	C-2F-3	75	100
			C-1F-4B		
			C-1F-7		
			C-B1-6		
	HECW-C-H10	C/B	C-2F-3	89	100
			C-B1-6		
	HECW-C-H11	C/B	C-2F-3	52	100
C-B1-6					
HECW-C-X050	C/B	C-B2-3	26	111	
HECW-C-X151	C/B	C-B2-3	29	111	
消火系	FP-C-1	C/B	C-2F-3	44	100
			C-1F-7		
	FP-025R2	C/B	C-1F-7	73	100
飲料水系	Y41-002	C/B	C-2F-3	98	100

注記*1： 各モデルにおける裕度（許容値÷発生応力）が最小となる箇所の結果を記載。

注記*2： 評価対象配管が全て低エネルギー配管であるため、許容値には0.4×許容応力を用いる。

(2) 溢水量の設定

溢水評価では、「(1) 溢水源の設定」において設定した破損形状による溢水を想定し、異常の検知、事象の判断及び漏えい箇所の特定制並びに漏えい箇所の隔離等による漏えい停止するまでの時間を適切に考慮し、想定する破損箇所から流出した溢水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して溢水量を算出する。想定する破損箇所は防護すべき設備への溢水影響が最も大きくなる位置とする。

破損を想定する配管については、以下の手法を用いて溢水量の算定を行う。

- ・完全全周破断の場合は、原則として、保守的に系統の定格流量とし、系統上の破断位置、口径、流体圧力等を考慮することにより、より適切な値が定量的に算定できる場合はその値を流出流量とする。
- ・貫通クラックの場合は、破断面積、損失係数及び水頭を用いて以下の計算式より求める。

$$Q=A \times C \times (2 \times g \times h)^{1/2} \times 3600$$

Q：流出流量 (m³/h) A：破断面積 (m²) C：損失係数 g：重力加速度 (m/s²)

h：水頭(m)

ここで算出する損失係数は破断箇所の断面形状等をもとに0.82とする。また、破断面積(A)及び水頭(h)は、原則として系統全体の最大値(最大口径、最大肉厚、配管の最高使用圧力)を使用するが、破断を想定する箇所を特定し、その箇所における口径、肉厚、圧力が明確な場合は、その値を使用する。

- ・溢水の発生後、溢水を検知し隔離するまでの隔離時間を、手動隔離及び自動隔離を想定し設定する。評価した隔離までの時間に流出流量を乗じて系統保有水量を加えた溢水量を算定する。
- ・系統保有水量は、配管内及びポンプ等機器内の保有水量の合計値に、保守的に1.1倍の安全率を乗じた値を使用する。ただし、配管の高さや引き回し等の観点から流出しないと判断できる範囲を明確に示せる場合は、その範囲を除いた保有水量を用いる。また、屋外タンク等、公称容量が定められ、想定する保有水量が大きく変動する可能性の少ない機器に関しては、1.1倍の安全率を乗ずる対象から除外する。なお、純水補給水系は純水タンクNo3,4、雑用水系及び消火系はろ過水タンクNo3,4を水源としているが、常時片側のタンクのみ系統に供給する運用としていることから、それぞれの系統保有水量の水源分はタンク1基分とする。
- ・隔離までの流出流量に関しては、補給水や他系統からの回り込みを考慮する。
- ・溢水量を比較して最大となる溢水量を、当該系統の没水評価に用いる溢水量として設定する。設定した溢水量を第2-4表に示す。

なお、配管の溢水影響を評価するために想定する機器の破損等による溢水において、溢水量を制限するために漏えい停止操作に期待する場合は、的確に操作を行うために手順を整備する。

第2-4表 配管の溢水影響を評価するために想定する機器の破損等による溢水量の設定

系統名称	分類*2	破断形状*3	溢水量 (m ³)
制御棒駆動水压系	高	全	70
ほう酸水注入系	低	貫	34
残留熱除去系	低	貫	252
高圧炉心注水系	低	貫	338
原子炉隔離時冷却系	低	貫	123
高圧代替注水系*1	低	貫	123
原子炉冷却材浄化系	高	全	71
燃料プール冷却浄化系	低	貫	96
サプレッションプール浄化系	低	貫	94
放射性ドレン移送系	低	貫	34
復水及び給水系*4	高	全	697
純水補給水系	低	貫	188
復水補給水系	低	貫	149
原子炉補機冷却水系	低	貫	245
タービン補機冷却水系	低	貫	447
換気空調補機常用冷却水系	低	貫	146
換気空調補機非常用冷却水系	低	貫	53
原子炉補機冷却海水系	低	貫	247
タービン補機冷却海水系	低	貫	542
所内温水系	低	貫	85
雑用水系	低	貫	116
消火系	低	貫	271
非放射性ドレン移送系	低	貫	26
飲料水系	低	貫	22

注記*1： 同様の系統構成である原子炉隔離時冷却系統と同等

注記*2： 高：高エネルギー配管，低：低エネルギー配管

注記*3： 貫：貫通クラック，全：完全全周破断

注記*4： 流出流量：高圧ドレンポンプ，低圧ドレンポンプ停止の前後で変化
系統分：主蒸気管トンネル室より上部の保有水量

2.2 発電所内で生じる異常事態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

消火水の放水による放水量については、発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定する。火災発生時には、1箇所（火災源）を消火することを想定するため溢水源となる区画は1箇所となる。なお、消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝播を考慮した溢水経路とし、火災により壁貫通部止水処置の機能を損なうおそれがある場合は、当該貫通部止水処置の止水機能は喪失することとする。

なお、消火水を使用しない消火手段であるハロゲン化物消火設備又は二酸化炭素消火設備を設置する区画は、溢水の影響はないこととする。

(1) 溢水源の設定

発電所内で生じる異常事態（火災を含む。）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水については、発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定する。

消火栓以外の設備としては、スプリンクラや格納容器スプレイ冷却系があるが、防護すべき設備が設置されている建屋には、スプリンクラは設置しない設計とし、それ以外の箇所に設置されたスプリンクラに対しては、その作動による溢水の流入により、防護すべき設備が要求される機能を損なわない設計とすることから溢水源として想定しない。また、原子炉格納容器内の防護すべき設備については、格納容器スプレイ冷却系の作動によって発生する溢水により安全機能を損なわない設計とする。なお、格納容器スプレイ冷却系は、単一故障による誤作動が発生しないように設計上考慮されていることから誤作動による溢水は想定しない。

a. 放水時間の設定

消火栓からの放水時間については一律3時間を設定する。

(2) 溢水量の設定

消火設備等からの単位時間当たりの放水量と放水時間から溢水量を設定する。

屋内の消火栓からの溢水量の算定に用いる放水流量は、消防法施行令第11条に規定される、「屋内消火栓設備に関する基準」により定められる必要水量（1300/min以上）を満たす系統設計仕様の水量（1500/min）とし、この値を2倍した流量を流出流量とする。

$$\begin{aligned} \text{流出流量} &: 1500/\text{min} \times 2 = 3000/\text{min} \\ &= 18\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\text{溢水量} : 18\text{m}^3/\text{h} \times 3.0\text{時間} = 54.0\text{m}^3$$

2.3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングにより生じる溢水を含む。）

(1) 溢水源の設定

地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングにより生じる溢水を含む。）については、溢水源となり得る機器（流体を内包する機器）のうち、基準地震動 S_s に対する耐震性を確認していない機器及び基準地震動 S_s による地震力により生じる使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングによる漏水を溢水源として設定する。

耐震 S クラス機器については、基準地震動 S_s による地震力によって破損は生じないことから溢水源として設定しない。また、耐震 B 、 C クラス機器のうち耐震対策工事の実施あるいは設計上の裕度の考慮により、基準地震動 S_s の地震力に対して耐震性が確保されているものについては溢水源として想定しない。

なお、放射性物質を含む液体の管理区域外漏えいに関する評価を行う場合については、溢水源となり得る機器（流体を内包する機器）のうち、要求される地震力により破損が生じる機器による漏水を溢水源として設定する。

溢水源としない機器の具体的な耐震計算をV-2「耐震性に関する説明書」のうち別添2「溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書」に示す。

(2) 溢水量の設定

溢水量の算出に当たっては、溢水が生じるとした機器のうち防護すべき設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとして評価する。溢水源となる配管については破損形状を完全全周破断とし、溢水源となる容器については全保有水量を考慮した上で、溢水量を算出する。

また、漏えい検知による漏えい停止に期待する場合は、漏えい停止までの隔離時間を考慮し、配管の破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して設定する。ここで、漏水量は、配管の破損箇所からの流出流量に隔離時間を乗じて設定する。なお、地震による機器の破損が複数箇所と同時に発生する可能性を考慮し、漏えい検知による自動隔離機能を有する場合を除き、隔離による漏えい停止は期待しない。以上の条件により設定した機器の破損に伴う溢水量を第2-5表に示す。使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水量の算出に当たっては、「(3) 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水量について」に記載する。

タービン建屋の循環水ポンプを設置するエリアについては、基準地震動 S_s による地震力に対して、循環水配管の伸縮継手の全円周状破損により発生する溢水を想定して、循環水ポンプが没水し、停止するまでの間に生じる溢水量を設定する。その際、循環水配管の破損箇所からの津波の流入量も考慮する。溢水量の算出については、「(4) タービン建屋の循環水ポンプを設置するエリアにおける溢水量について」に記載する。

タービン建屋の復水器を設置するエリアについては、基準地震動 S_s による地震力に対し

て、循環水配管上の伸縮継手の全円周状破損により発生する溢水を想定し、漏えい検知により復水器水室出入口弁が閉止するまでの間に生じる溢水量を設定する。その際、循環水系隔離システムによる自動隔離機能に期待するとともに、循環水配管の破損箇所からの津波の流入量も考慮する。溢水量の算出については、「(5) タービン建屋の復水器を設置するエリアにおける溢水量について」に記載する。

タービン建屋のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアについては、基準地震動 S_s による地震力に対して、タービン補機冷却海水系配管の破損を想定し、漏えい検知によるタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が閉止するまでの間に生じる溢水量を設定する。その際、タービン補機冷却海水系隔離システムによる自動隔離機能に期待するとともに、タービン補機冷却海水系配管からの津波の流入量も考慮する。溢水量の算出については、「(6) タービン建屋のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水量について」に記載する。

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(原子炉建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *1
4FL	R-4F-1	無し	0	0
	R-4F-2A	無し	0	0
	R-4F-2B	無し	0	0
	R-4F-2C	無し	0	0
	R-4F-3	換気空調補機常用 冷却水系	27.3	738 (988)
使用済燃料貯蔵プール スロッシング (定期検査中) *2		710 (960)		
M4FL	R-M4F-1	無し	0	0
	R-M4F-2	無し	0	0
	R-M4F-3	燃料プール冷却浄化系	76.4	163
		換気空調補機常用 冷却水系	56.7	
		所内温水系	32.8	
		原子炉補機冷却水	24.2	
	R-M4F-4A	無し	0	0
	R-M4F-4C	無し	0	0
	R-M4F-4 共	無し	0	0
	R-M4F-5B	無し	0	0
	R-M4F-5 共1	無し	0	0
R-M4F-5 共2	無し	0	0	
3FL	R-3F-1A	無し	0	0
	R-3F-1 共	燃料プール冷却浄化系	80.5	171
		換気空調補機常用 冷却水系	56.8	
		所内温水系	34.3	
		原子炉補機冷却水	26.6	
	R-3F-2	無し	0	0
	R-3F-3	無し	0	0
	R-3F-4	無し	0	0
R-3F-5	無し	0	0	
2FL	R-2F-1	無し	0	0
	R-2F-2p1	無し	0	0
	R-2F-2p2	無し	0	0
	R-2F-2 共1	無し	0	0
	R-2F-2 共2	燃料プール冷却浄化系	90.8	210
		換気空調補機常用 冷却水系	72.6	
		所内温水系	35.8	
原子炉補機冷却水		38.1		

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(原子炉建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *1
2FL	R-2F-2 共 3	燃料プール冷却浄化系	90.8	210
		換気空調補機常用冷却水系	72.6	
		所内温水系	35.8	
		原子炉補機冷却水	38.1	
	R-2F-3	無し	0	0
	R-2F-4	無し	0	0
	R-2F-5	無し	0	0
	R-2F-6	無し	0	0
	R-2F-7	無し	0	0
	R-2F-8	無し	0	0
	R-2F-9 上	無し	0	0
	R-2F-9 下	無し	0	0
	R-2F-10 上	無し	0	0
	R-2F-10 下	無し	0	0
R-2F-11	無し	0	0	
R-2F-12	無し	0	0	
1FL	R-1F-1	無し	0	0
	R-1F-2p1	無し	0	0
	R-1F-2p2	無し	0	0
	R-1F-2p3	無し	0	0
	R-1F-2p4	無し	0	0
	R-1F-2 共	原子炉冷却材浄化系	1.7	238
		燃料プール冷却浄化系	92.1	
		換気空調補機常用冷却水系	81.0	
		所内温水系	36.1	
		原子炉補機冷却水	53.6	
	R-1F-3	無し	0	0
	R-1F-4	無し	0	0
	R-1F-5	無し	0	0
	R-1F-6	無し	0	0
R-1F-7	無し	0	0	
R-1F-8	無し	0	0	
R-1F-9	無し	0	0	
R-1F-10	無し	0	0	
R-1F-11	無し	0	0	
R-1F-12	無し	0	0	
MB1FL	R-B-14	無し	0	0
	R-B-15	無し	0	0

K7 ① V-1-1-9-3 R0

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(原子炉建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *1
B1FL	R-B1-2	原子炉冷却材浄化系	37.8	365
		燃料プール冷却浄化系	93.1	
		換気空調補機常用冷却水系	84.9	
		非放射性ドレン移送系	9.6	
		原子炉補機冷却水	138.7	
	R-B1-3	無し	0	0
	R-B1-4	無し	0	0
	R-B1-5	無し	0	0
	R-B1-6	無し	0	0
	R-B1-7	無し	0	0
	R-B1-8	無し	0	0
	R-B1-9	無し	0	0
	R-B1-10	無し	0	0
	R-B1-11	無し	0	0
R-B1-12	無し	0	0	
R-B1-13	無し	0	0	
R-B1-16	無し	0	0	
B2FL	R-B2-2	原子炉冷却材浄化系	62.8	427
		燃料プール冷却浄化系	96.0	
		換気空調補機常用冷却水系	97.3	
		非放射性ドレン移送系	9.6	
		原子炉補機冷却水	159.1	
		放射性ドレン移送系	2.2	
	R-B2-2H	無し	0	0
	R-B2-3	無し	0	0
	R-B2-4	無し	0	0
R-B2-5	無し	0	0	
B3FL	R-B3-2	無し	0	0
	R-B3-3	無し	0	0
	R-B3-4	原子炉冷却材浄化系	70.3	1270 (1520)
		燃料プール冷却浄化系	96.0	
		換気空調補機常用冷却水系	112.1	
		非放射性ドレン移送系	25.8	
		原子炉補機冷却水	220.9	
		放射性ドレン移送系	34.3	
使用済燃料貯蔵プール スロッシング (定期検査中)	710 (960)			

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(原子炉建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) * 1
B3FL	R-B3-5	無し	0	0
	R-B3-6	無し	0	0
	R-B3-7	無し	0	0
	R-B3-8	無し	0	0
	R-B3-9	無し	0	0
	R-B3-10	無し	0	0
	R-B3-11	無し	0	0
	R-B3-12	無し	0	0
	R-B3-13	無し	0	0

注記* 1 : 水源を共有していること等による溢水量の重複を考慮した補正を実施

* 2 : 定期検査中の原子炉ウェル, 機器貯蔵ピットを考慮

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(タービン建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
2FL	T-2F-1A	無し	0	0
	T-2F-1 共	復水及び給水系	159.8	3250
		消火系	1002.7	
		給水加熱器ドレン系	159.8	
		換気空調補機常用冷却水系	72.6	
		所内温水系	35.6	
		復水補給水系	159.8	
		純水補給水系	2001.4	
タービン補機冷却水系	58.1			
1FL	T-1F-1	換気空調補機常用冷却水系	81.0	186
		所内温水系	36.1	
		非放射性ドレン移送系	0.4	
		原子炉補機冷却水	53.6	
		タービン補機冷却水系	95.7	
	T-1F-2	無し	0	0
	T-1F-3	雑用水系	1024.8	6229
		復水及び給水系	2898.0	
		消火系	1097.7	
		給水加熱器ドレン系	2898.0	
		換気空調補機常用冷却水系	81.0	
		所内温水系	36.1	
		非放射性ドレン移送系	0.4	
		復水補給水系	2898.0	
		純水補給水系	2021.9	
原子炉補機冷却水		53.6		
タービン補機冷却水系	95.7			
T-1F-4①	無し	0	0	
T-1F-4②	タービン補機冷却水系	95.7	96	

K7 ① V-1-1-9-3 R0

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(タービン建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
B1FL	T-B1-2A	無し	0	0
	T-B1-2C	無し	0	0
	T-B1-3	制御棒駆動水圧系	3533.9	7015
		雑用水系	1028.5	
		復水及び給水系	3533.9	
		消火系	1108.5	
		給水加熱器ドレン系	3533.9	
		換気空調補機常用冷却水系	84.9	
		所内温水系	36.2	
		非放射性ドレン移送系	9.6	
		復水補給水系	3533.9	
		純水補給水系	2027.1	
		原子炉補機冷却水	138.7	
		放射性ドレン移送系	1.2	
	タービン補機冷却水系	126.9		
T-B1-4b1	無し	0	0	
T-B1-4b2	無し	0	0	
T-B1-4b3	無し	0	0	
MB2FL	T-MB2-1	無し	0	0
	T-MB2-2	制御棒駆動水圧系	3542.9	7202
		雑用水系	1030.8	
		復水及び給水系	3616.9	
		消火系	1109.0	
		給水加熱器ドレン系	3616.9	
		換気空調補機常用冷却水系	97.2	
		非放射性ドレン移送系	9.6	
		復水補給水系	3542.9	
		純水補給水系	2028.3	
		原子炉補機冷却水	145.5	
		放射性ドレン移送系	1.5	
タービン補機冷却水系	216.1			

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(タービン建屋)【柏崎刈羽7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
B2FL	T-B2-1	雑用水系	1030.9	4032
		消火系	1112.3	
		換気空調補機常用 冷却水系	97.3	
		非放射性ドレン移送系	25.6	
		純水補給水系	2029.1	
		原子炉補機冷却水	204.7	
		タービン補機冷却水系	403.5	
		タービン補機冷却 海水系	182.0	
	T-B2-2	無し	0	0
	T-B2-3	制御棒駆動水圧系	3544.3	7992
		雑用水系	1030.9	
		復水及び給水系	4135.3	
		消火系	1112.3	
		給水加熱器ドレン系	4135.3	
		換気空調補機常用 冷却水系	97.3	
		非放射性ドレン移送系	25.6	
		復水補給水系	3544.3	
		純水補給水系	2029.1	
		原子炉補機冷却水	204.7	
		放射性ドレン移送系	7.0	
	タービン補機冷却水系	403.5		
	T-B2-4	雑用水系	1030.9	2003
		消火系	1112.3	
換気空調補機常用 冷却水系		97.3		
非放射性ドレン移送系		25.6		
原子炉補器冷却水		204.7		
タービン補機冷却水系		403.5		
タービン補機冷却 海水系		182.0		

注記* : 水源を共有していること等による溢水量の重複を考慮した補正を実施

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
 (コントロール建屋)【柏崎刈羽6号及び7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
2FL	C-2F-1	無し	0	0
	C-2F-2	無し	0	0
	C-2F-3	無し	0	0
1FL	C-1F-1	無し	0	0
	C-1F-2	無し	0	0
	C-1F-3	無し	0	0
	C-1F-4A	無し	0	0
	C-1F-4B	無し	0	0
	C-1F-5	無し	0	0
	C-1F-6	無し	0	0
	C-1F-7	無し	0	0
	C-1F-8	無し	0	0
	C-1F-9	無し	0	0
	C-1F-10	無し	0	0
C-1F-11	無し	0	0	
B1FL	C-B1-1	無し	0	0
	C-B1-2	無し	0	0
	C-B1-3	無し	0	0
	C-B1-4	無し	0	0
	C-B1-5	無し	0	0
	C-B1-6	無し	0	0
	C-B1-7	無し	0	0
	C-B1-8A	無し	0	0
	C-B1-8C	無し	0	0
	C-B1-9	無し	0	0
	C-B1-10	無し	0	0
C-B1-11	無し	0	0	
MB2FL	C-MB2-1	無し	0	0
	C-MB2-2①	無し	0	0
	C-MB2-2②	無し	0	0
	C-MB2-2③	無し	0	0
	C-MB2-2④	無し	0	0
	C-MB2-3	無し	0	0
B2FL	C-B2-1	無し	0	0
	C-B2-2	無し	0	0
	C-B2-3	無し	0	0
	C-B2-4	無し	0	0
	C-B2-5	無し	0	0

注記* : 水源を共有していること等による溢水量の重複を考慮した補正を実施

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(廃棄物処理建屋)【柏崎刈羽6号及び7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
2FL	W-2F-1	6号機 消火系	1003.4	3585
		7号機 消火系	1002.7	
		6号機 換気空調補機 常用冷却水系	64.9	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	72.6	
		6号機 所内温水系	59.5	
		6号機 復水補給水系	132.4	
		7号機 復水補給水系	159.8	
		6号機 純水補給水系	2001.4	
		6号機 原子炉補機冷却水系	33.6	
		7号機 原子炉補機冷却水系	32.7	
		7号機 タービン補機 冷却水系	58.1	
1FL	W-1F-1	6号機 雑用水系	1024.1	11121
		7号機 雑用水系	1024.8	
		6号機 消火系	1091.1	
		7号機 消火系	1097.7	
		6号機 換気空調補機 常用冷却水系	84.5	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	81	
		6号機 所内蒸気戻り系	14.6	
		7号機 所内蒸気戻り系	14.6	
		6号機 所内温水系	62.6	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	0.7	
		6号機 復水補給水系	2645.2	
		7号機 復水補給水系	2899.4	
		6号機 純水補給水系	2027.6	
		6号機 原子炉補機冷却水系	63.1	
		7号機 原子炉補機冷却水系	53.6	
		6号機 放射性ドレン移送系	1.3	
		7号機 放射性ドレン移送系	0.5	
		6号機 タービン補機 冷却水系	103.1	
		7号機 タービン補機 冷却水系	95.7	
		6号機 飲料水系	880	
7号機 飲料水系	880			
廃棄物処理系	66.7			

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(廃棄物処理建屋)【柏崎刈羽6号及び7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
B1FL	W-B1-1	6号機 消火系	1092.7	15398
		7号機 消火系	1099.7	
		6号機 換気空調補機 常用冷却水系	87.2	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	84.9	
		6号機 所内蒸気戻り系	15.2	
		7号機 所内蒸気戻り系	15.2	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	9.7	
		6号機 復水補給水系	3309.7	
		7号機 復水補給水系	3535.3	
		6号機 純水補給水系	2032.3	
		6号機 原子炉補機冷却水系	146.9	
		7号機 原子炉補機冷却水系	138.7	
		6号機 放射性ドレン移送系	1.9	
		7号機 放射性ドレン移送系	1.0	
		6号機 タービン補機 冷却水系	120.4	
		7号機 タービン補機 冷却水系	126.9	
		6号機 飲料水系	880	
		7号機 飲料水系	880	
			廃棄物処理系	
B2FL	W-B2-1	6号機 消火系	1094.5	16754
		7号機 消火系	1109	
		6号機 換気空調補機 常用冷却水系	121.9	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	97.2	
		6号機 所内蒸気戻り系	15.5	
		7号機 所内蒸気戻り系	15.5	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	21.6	
		6号機 復水補給水系	3322.5	
		7号機 復水補給水系	3544.3	
		6号機 純水補給水系	2033.7	
		6号機 原子炉補機冷却水系	150.2	
		7号機 原子炉補機冷却水系	145.5	
		6号機 放射性ドレン移送系	4.6	
		7号機 放射性ドレン移送系	1.5	

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(廃棄物処理建屋)【柏崎刈羽6号及び7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
B2FL	W-B2-1	6号機 タービン補機 冷却水系	283.8	16754
		7号機 タービン補機 冷却水系	216.1	
		廃棄物処理系	3850.7	
B3FL	W-B3-1	6号機 制御棒駆動水圧系	3330.5	10350
		7号機 制御棒駆動水圧系	3548.1	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	112.1	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	39.7	
		7号機 非放射性 ドレン移送系	25.6	
		6号機 復水補給水系	3330.7	
		7号機 復水補給水系	3548.1	
		7号機 純水補給水系	2029.1	
		6号機 原子炉補機冷却水系	252.2	
		7号機 原子炉補機冷却水系	204.7	
		6号機 放射性ドレン移送系	14.1	
		7号機 放射性ドレン移送系	11.5	
		6号機 タービン補機 冷却水系	422.1	
	7号機 タービン補機 冷却水系	413		
	W-B3-2	6号機 制御棒駆動水圧系	3330.5	12134
		7号機 制御棒駆動水圧系	3548.1	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	112.1	
		7号機 所内蒸気戻り系	27.7	
		6号機 復水補給水系	3330.7	
		7号機 復水補給水系	3548.1	
6号機 原子炉補機冷却水系		252.2		
7号機 原子炉補機冷却水系		204.7		
6号機 放射性ドレン移送系		14.1		
7号機 放射性ドレン移送系		11.5		
6号機 タービン補機 冷却水系		422.1		
7号機 タービン補機 冷却水系		413		
廃棄物処理系		3850.7		

第2-5表 地震に起因する機器の破損に伴う溢水量
(廃棄物処理建屋)【柏崎刈羽6号及び7号機】

建屋階層	区画	溢水系統	溢水量 (m ³)	合計溢水量 (m ³) *
B3FL	W-B3-3	6号機 制御棒駆動水圧系	3330.5	17335
		7号機 制御棒駆動水圧系	3548.1	
		6号機 消火系	2097.7	
		7号機 消火系	2112.4	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	112.1	
		6号機 所内蒸気戻り系	27.7	
		7号機 所内蒸気戻り系	27.7	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	39.7	
		6号機 復水補給水系	3330.7	
		7号機 復水補給水系	3548.1	
		6号機 純水補給水系	4034.7	
		6号機 原子炉補機冷却水系	252.2	
		7号機 原子炉補機冷却水系	204.7	
		6号機 放射性ドレン移送系	14.1	
		7号機 放射性ドレン移送系	11.5	
		6号機 タービン補機 冷却水系	422.1	
		7号機 タービン補機 冷却水系	413	
	廃棄物処理系	3850.7		
	W-B3-4	6号機 消火系	2097.7	17313
		7号機 消火系	2112.4	
		7号機 換気空調補機 常用冷却水系	112.1	
		6号機 所内蒸気戻り系	27.7	
		7号機 所内蒸気戻り系	27.7	
		6号機 非放射性 ドレン移送系	39.7	
		6号機 復水補給水系	3322.5	
		7号機 復水補給水系	3544.3	
		6号機 純水補給水系	4034.7	
		6号機 原子炉補機冷却水系	252.2	
7号機 原子炉補機冷却水系		204.7		
6号機 放射性ドレン移送系		14.1		
6号機 タービン補機 冷却水系		422.1		
7号機 タービン補機 冷却水系		413		
廃棄物処理系	3850.7			

注記* : 水源を共有していること等による溢水量の重複を考慮した補正を実施

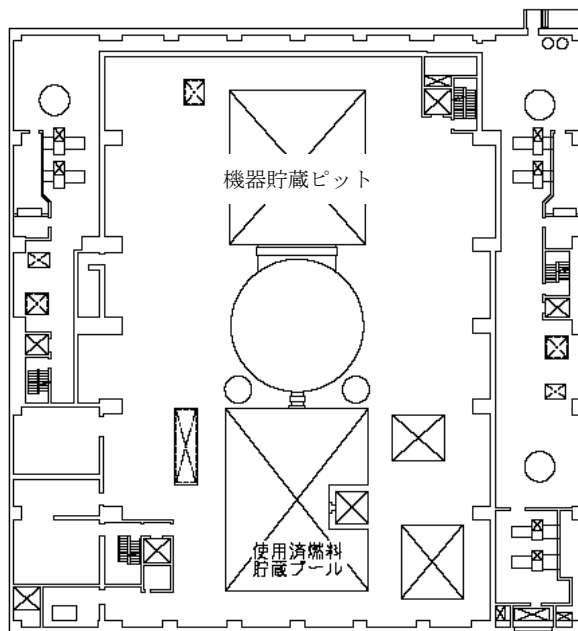
(3) 使用済燃料貯蔵プール等のスロッシングによる溢水量について

a. 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングについて

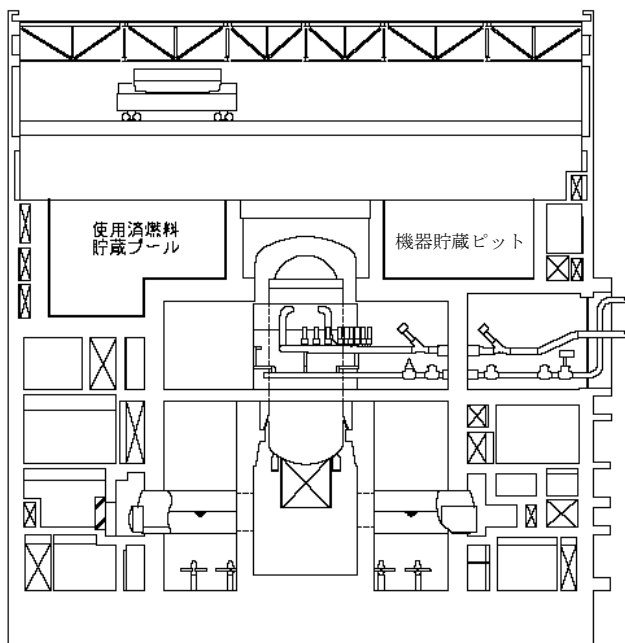
使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水量の算出に当たっては、基準地震動 S_s による地震力により生じるスロッシング現象を3次元流動解析により評価し、使用済燃料貯蔵プール外へ漏えいする水量を考慮する。また、モデル化の範囲は、原子炉建屋の使用済燃料貯蔵プール、上部空間とし、使用済燃料貯蔵プールの初期水位は、通常時より一定に管理されていることから、スキマーサージタンクへのオーバーフロー水位として設定し、3次元流動解析により溢水量を算定する。

原子炉建屋の使用済燃料貯蔵プールの配置図を第2-1図に、原子炉建屋断面図を第2-2図に使用済燃料貯蔵プールの概念図を第2-3図に示す。

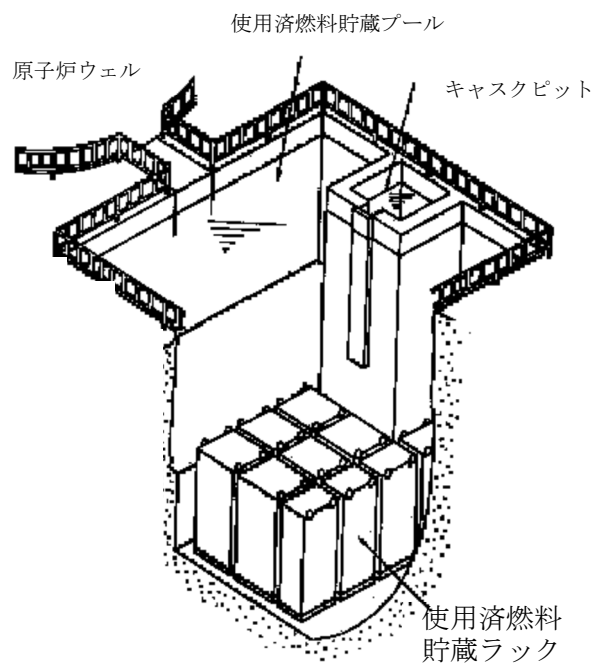
使用済燃料貯蔵プールスロッシングの三次元流動解析条件を第2-6表に、使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる解析値及び内部溢水影響評価用の溢水量を第2-7表に示す。評価に用いる汎用熱流体解析コードFluentの検証、妥当性確認等の概要については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



第2-1図 使用済燃料貯蔵プール配置図



第2-2図 原子炉建屋断面図 (EW 断面)



第2-3図 使用済燃料貯蔵プール概念図

第2-6表 三次元流動解析に用いた評価条件

モデル化範囲	・使用済燃料貯蔵プール，上部空間，キャスクピット
境界条件	・使用済燃料貯蔵プールの外側に溢れた水を溢水量として計算。
初期水位	・通常水位 (使用済燃料貯蔵プールの水位は一定に水位管理されている。)
評価用地震波	・基準地震動 S s-7 を入力とした3方向同時時刻歴解析 (使用済燃料貯蔵プールのスロッシング周期が3秒から5秒の長周期領域であることから，最も長周期成分が卓越している基準地震動 S s-7 を用いる。)
解析コード	・汎用熱流体解析コード Fluent
その他	<p>以下の評価条件とし，想定される最大の溢水量を算出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析時間：160秒 (溢水量に有意な増加が確認できなくなった時間) ・使用済燃料貯蔵ラック等のプール内構造物がスロッシングに与える影響は小さいと判断し，モデル化しない。 ・溢水量の低減を目的として設置している柵については，モデル化せず，解析上は柵の溢水量低減効果を期待しない。 ・一度使用済燃料貯蔵プール外へ溢水した水は，再度プール内に戻ることも想定されるが，解析上は再びプール内に戻らないこととする。 ・保守性を考慮し，解析値を1.1倍し，1の位を切り上げた値をスロッシングによる内部溢水影響評価用の溢水量として設定する。

第2-7表 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる内部溢水影響評価用の溢水量

号機	7号機
溢水量 (解析値) [m ³]	639
内部溢水影響評価用の溢水量 [m ³]	710

b. 原子炉ウェル，機器貯蔵ピットを考慮した溢水量について

原子炉ウェル及び機器貯蔵ピットに水が張られた状態における溢水量については，「a. 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングについて」に記載した解析より算出された溢水量（639m³）の約1.5倍と過去の解析結果を基に設定する。原子炉ウェル及び機器貯蔵ピットを考慮した溢水量は960m³とする。

(4) タービン建屋の循環水ポンプを設置するエリアにおける溢水量について

循環水系配管の伸縮継手の破損箇所からの津波の溢水量の算出に当たっては、循環水ポンプ吐出弁部伸縮継手及び循環水ポンプ吐出連絡弁部伸縮継手の全円周状の破損を想定する。なお、溢水流量は、ポンプ全揚程と循環水ポンプを設置するエリアの浸水水位の水頭差の変動により常に変動している。溢水量の算出に当たっては、地震発生から循環水ポンプ停止までの流量を溢水流量が最大となる溢水発生直後の値とし、第2-8表に示す。

第2-8表 タービン建屋の循環水ポンプを設置するエリアにおける溢水量

破損想定箇所	内径 [m]	継手幅 [m]	溢水流量 [m ³ /分]	溢水量 [m ³]	浸水水位 T. M. S. L. [m]
循環水ポンプ吐出弁部	3.4	0.080	約 3284	約 4649	約 11.85
循環水ポンプ吐出連絡弁部	2.6				

(5) タービン建屋の復水器を設置するエリアにおける溢水量について

タービン建屋の復水器を設置するエリアにおける溢水量については、循環水配管伸縮継手の全円周状破損箇所からの溢水流量に溢水発生から検知までに要する時間及び漏えい検知後から隔離に要する時間を乗じた溢水量に隔離後の系統保有水量を加え算出する。

循環水系隔離システムは、復水器周りで発生した溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともに復水器水室出入口弁を閉止するインターロックにより、隔離する機能を有する。循環水系隔離システムの詳細な設計については、V-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に示す。

地震発生から破損箇所の隔離に要する時間、地震発生から破損箇所の隔離までの溢水量及び復水器保有水量を第2-9表に示す。

第2-9表 地震発生から破損箇所の隔離に要する時間

	時間	溢水量
地震発生から循環水ポンプ停止		約3128m ³
循環水ポンプ停止から循環水ポンプ揚程ゼロ		約10803m ³
循環水ポンプ揚程ゼロから復水器水室出入口弁12弁閉開始		
復水器水室出入口弁12弁閉開始から12弁全閉（破損箇所隔離）		
復水器保有水量	—	約1820m ³
耐震B, Cクラス機器	—	約8009m ³
合計		約23750m ³ *

注記*： 各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため、各表の合計値と異なる場合がある。

- (6) タービン建屋のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水量について
タービン建屋のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水量については、タービン補機冷却海水配管の破損箇所からの溢水流量に溢水発生から検知までに要する時間及び漏えい検知後から隔離に要する時間を乗じた溢水量に隔離後の系統保有水量を加え算出する。タービン補機冷却海水系隔離システムは、タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアで発生した溢水を検知し、タービン補機冷却海水ポンプを停止するとともにタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁を閉止するインターロックにより、隔離する機能を有する。タービン補機冷却海水系隔離システムの詳細な設計については、V-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に示す。地震発生から破損箇所の隔離に要する時間及び地震発生から破損箇所の隔離までの溢水量を第2-10表に示す。

第2-10表 地震発生から破損箇所の隔離に要する時間

	時間	溢水量
地震発生からタービン補機冷却海水ポンプ停止		約57m ³
タービン補機冷却海水ポンプ停止から破損箇所隔離		約203m ³
耐震B, Cクラス機器	—	約1821m ³
合計		約2080m ³ *

注記*： 各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため、各表の合計値と異なる場合がある。

- 2.4 その他の要因（地下水の流入，地震以外の自然現象，機器の誤作動等）により生じる溢水
その他の溢水については，地下水の流入，地震以外の自然現象に伴う溢水，淡水貯水池からの溢水，機器の誤作動，弁グランド部及び配管フランジ部からの漏えい事象等を想定する。

(1) 地下水の流入による溢水

地下水については，7号機地下水排水設備の停止により，建屋周辺の水位が周辺の地下水水位まで上昇することを想定し，建屋外周部における壁，扉，堰等により溢水防護区画を内包する建屋内への流入を防止するとともに，地震による建屋外周部からの地下水の流入の可能性を安全側に考慮しても，防護すべき設備が安全機能を損なわない設計とする。さらに，建屋基礎下に設置している集水配管により，サブドレンピットに集水する設計とし，周囲の地下水水位を考慮しても防護すべき設備を内包する建屋内へ地下水が流入しないよう，7号機地下水排水設備により排水することが可能な設計となっており，防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれがある溢水事象となることはない。

7号機地下水排水設備は，基準地震動 S_s による地震力に対してその機能を損なわない設計とすることから，地震時でも機能喪失することなく，地下水を排水可能な設計とする。

(2) 地震以外の自然現象に伴う溢水

各自然現象による溢水影響としては，降水のようなプラントへの直接的な影響と，飛来物による屋外タンク等の破壊のような間接的な影響が考えられる。間接的な影響に関しては，設置位置や保有水量等を鑑み，純水タンク・ろ過水タンクを自然現象による影響を確認する対象とする。

想定される自然現象による直接的影響及び間接的影響をそれぞれ整理し，第2-11表に示す。結果として，いずれの影響に対しても現状の設計にて問題がないこと，又は現状の評価で包絡されることを確認した。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
1	地震	本事象による直接的な溢水影響はない。	<地震動> 地震によるタンク損傷の可能性があるが、タンクの溢水によるプラントへ与える影響について問題ないことを確認している。
2	津波	津波の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、問題ないことを確認している。	<浸水> 基準津波は屋外タンクへは到達しないため、本事象からタンクの損傷はないと判断。
3	降水	降水による直接的な溢水影響が考えられるが、建屋外周に施した止水処置等によりプラントへの影響はない	<荷重(堆積荷重)> タンク上部への滞留については、タンク上部の形状から滞留の可能性はない。よって、本事象からタンクの損傷はないと判断。
4	積雪	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重(堆積荷重)> 建築基準法における積雪荷重(積雪高さ170cm)に基づき設計されており、基準積雪量(167cm)よりも裕度があるため、タンクの損傷はないと判断。
5	雪崩	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重(衝突)> タンク周辺に急峻な斜面がないことから、タンクに影響を与えるような雪崩は発生せず、本事象からタンクの損傷はないと判断。
6	ひょう, あられ	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重(衝突)> 竜巻の影響に包絡される。
7	氷嵐, 雨水, みぞれ	氷嵐, 雨水, みぞれの浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、建屋外周に施した止水処置等によりプラントへの影響はない。	<荷重(堆積)> タンクへの雨水等着氷による影響はなく、本事象からタンクの損傷はないと判断。
8	氷晶	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重(堆積)> タンクへの氷晶付着による影響はなく、本事象からタンクの損傷はないと判断。
9	霜, 霜柱	本事象による直接的な溢水影響はない。	<タンクへの霜の付着, 敷地での霜柱生成> タンクへの霜付着による影響はなく、霜柱についても発生範囲は土露出範囲であるため、本事象からタンクの損傷はないと判断。
10	結氷板, 流氷, 氷壁	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
11	風（台風）	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重（風圧，衝突）> 消防法における最大瞬間風速（63m/s）に基づいた設計がされており，基準風速（40.1m/s）よりも余裕があるため，風圧によるタンクの損傷はないと判断。飛来物衝突影響については竜巻の影響に包絡される。
12	竜巻	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重（風圧，衝突）> 設計竜巻の最大風速（92m/s）に対して，側板座屈の可能性が否定できないため，タンク損傷の可能性があり，また飛来物の衝突によっても，タンク損傷の可能性はある。
13	砂嵐	本事象による直接的な溢水影響はない。	<発電所敷地内での砂嵐の発生> 柏崎刈羽原子力発電所及びその周辺においては発生せず，本事象からタンクの損傷はないと判断。
14	霧， 靄（もや）	本事象による直接的な溢水影響はない。	<発電所敷地内での霧，靄（もや）の発生> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
15	高温	本事象による直接的な溢水影響はない。	<内圧上昇> 高温によるタンク保有水の膨張は考えられるが，本事象からタンクの損傷はないと判断。（設計温度66℃）
16	低温（凍結）	本事象による直接的な溢水影響はない。	<内圧上昇> タンクの設計温度は-13℃であり，低温の設計基準の-15.2℃よりも高いため，タンク保有水の凍結による膨張でタンク損傷の可能性もあるが，保有水が凍結しているため大規模な流出とならない。
17	高温水 （海水温高）	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。
18	低温水 （海水温低）	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。
19	極限的な圧力 （気圧高/低）	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
20	落雷	本事象による直接的な溢水影響はない。	<雷サージ及び誘導電流> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
21	高潮	高潮の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、津波に包絡される。	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
22	波浪	波浪の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、津波に包絡される。	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
23	風津波	風津波の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、津波に包絡される。	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
24	洪水	洪水の浸水による直接的な溢水影響は考えられるが、津波以外の洪水としては、ダムが決壊や河川の氾濫など考えられ、柏崎刈羽原子力発電所へ影響を及ぼす範囲にダムや河川はない。したがって、プラントへの影響はないと判断。	<浸水> 津波以外の洪水としては、ダムが決壊や河川の氾濫など考えられるが、柏崎刈羽原子力発電所へ影響を及ぼす範囲にダムや河川はない。したがって、タンクの損傷はないと判断。
25	池・河川の水位低下	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。
26	河川の迂回	河川の迂回の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、洪水と同様、本事象からプラントへの影響はないと判断。	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
27	干ばつ	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
28	火山	本事象による直接的な溢水影響はない。	<p><荷重（堆積）> 降下火砕物の堆積荷重によるタンク損傷の可能性があるが、タンクの溢水によるプラントへ与える影響について問題ないことを確認している。</p> <p><腐食> 降下火砕物に付着している腐食成分による化学的影響が考えられるが、腐食の進行は時間スケールの長い事象であり、短時間で事象が進展することではなく、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。</p>
29	地滑り	本事象による直接的な溢水影響はない。	<荷重（衝突）> 地滑りが発生した場合の影響は、地震の影響に包絡される。
30	海水中の地滑り	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。
31	地面隆起 (相対的な水位低下)	本事象による直接的な溢水影響はない。	<地盤安定性> 地盤の隆起は地震に伴う事象であり、地震の影響に包絡される。
32	土地の浸食, カルスト	本事象による直接的な溢水影響はない。	<地盤安定性> 土壌の流出による荒廃、地盤沈下に伴うタンク周辺地面の浸食によるタンクへの影響が考えられるが、土地の浸食は、時間スケールの長い事象であり、短時間で事象が進展することではなく、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
33	土の伸縮	本事象による直接的な溢水影響はない。	<地盤安定性> タンク周辺地面の変状によるタンクへの影響が考えられるが、土の伸縮は、時間スケールの長い事象であり、短時間で事象が進展することではなく、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
34	海岸浸食	本事象による直接的な溢水影響はない。	本事象によるタンクへの影響はない。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
35	地下水 (多量/枯渇)	地下水多量の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、建屋外周に施した止水処置等によりプラントへの影響はない	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
		地下水枯渇による直接的な溢水影響はない。	<地下水の枯渇による地盤沈下> タンク周辺地面の変状によるタンクへの影響が考えられるが、短時間で事象が進展することはない、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
36	地下水による浸食	地盤の不安定さによる直接的な溢水影響はない。	<地盤安定性> タンク周辺地面の変状によるタンクへの影響が考えられるが、短時間で事象が進展することはない、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
		地下水による浸食で生じる浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、建屋外周に施した止水処置等によりプラントへの影響はない	<浸水> 短時間で事象が進展することはない、適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
37	森林火災	本事象による直接的な溢水影響はない。	<熱影響> 周辺は非植生で防火帯林縁からの離隔距離(最短距離約395m)がとられているため、熱影響はないと考える。万一、熱影響があった場合はタンク保有水によって吸収されるため、タンクの損傷はないと判断。
			<ばい煙による影響> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
38	生物学的事象	本事象による直接的な溢水影響はない。	<海生生物(くらげ等)の襲来による取水口閉塞> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
			<齧歯類(ネズミ等)によるケーブル類の損傷、電気機器接触による地絡等> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
39	静振	静振の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが、津波に包絡される。	<浸水> 本事象からタンクの損傷はないと判断。

第2-11表 自然現象による溢水影響

No	自然現象	直接的溢水影響モード	間接的溢水影響モード
40	塩害, 塩雲	本事象による直接的な溢水影響はない。	<腐食> 塩害によるタンクの腐食が考えられるが, 腐食の進行は時間スケールの長い事象であり, 短時間で事象が進展することはない。適切な運転管理や保守管理により対処可能と判断。
41	隕石, 衛星の落下	隕石等の衝突による直接的な溢水影響はない。	<荷重(衝突)> 隕石等の衝突 タンクへ影響が及ぶ規模の隕石等の衝突については, 有意な発生頻度とはならない。したがって, 本事象によるタンクの損傷は考慮しない。
		隕石等の落下に伴う衝撃波による直接的な溢水影響はない。	<荷重(衝撃波)> 発電所敷地への隕石等の落下に伴う衝撃波 タンクへ影響が及ぶ規模の隕石等の衝突については, 有意な発生頻度とはならない。したがって, 本事象によるタンクの損傷は考慮しない。
		隕石等の発電所近海への落下に伴う津波の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが, プラントへ影響が及ぶ規模の隕石等の落下は, 有意な発生頻度とはならない。したがって, 本事象によるプラントへの影響は考慮しない。	<浸水> 隕石等の発電所近海への落下に伴う津波 タンクへ影響が及ぶ規模の隕石等の衝突については, 有意な発生頻度とはならない。したがって, 本事象によるタンクの損傷は考慮しない。
42	太陽フレア, 磁気嵐	本事象による直接的な溢水影響はない。	<太陽フレアの地磁気誘導電流> 本事象からタンクの損傷はないと判断。
43	土石流	本事象による直接的な溢水影響はない。	<発電所敷地内への土石流の到達> 敷地内に溪流がなく, 土石流危険区域に指定されていないことから土石流が敷地内へ到達することはない。したがって, 本事象からタンクの損傷はないと判断。
44	泥湧出	泥湧出の浸水による直接的な溢水影響が考えられるが, 建屋外周に施した止水処置等によりプラントへの影響はない	<浸水> 本事象からタンクの影響はないと判断。

(3) 淡水貯水池送水設備からの溢水

淡水貯水池は基準地震動 S_s に対して機能維持できるように設計されており、送水設備はダクタイル鋳鉄管及びホースにより構成されており柔構造であるため、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水は考えにくいことから、溢水影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水として、送水設備である淡水貯水池出口弁の上流側のダクタイル鋳鉄管が破損した場合の影響を評価する。

送水設備からの溢水量の算出については、以下の式により算出された値とする。

なお、断面積については、送水配管である直径150mmの配管とする。また、水頭については、常時淡水貯水池に貯められている水位である5mとし、水頭は水の流出とともに低下していくが、ここでは保守的に水頭は一定として評価する。

$$\begin{aligned} Q &= A \times (2 \times g \times h)^{1/2} \times 3600 \\ &= (0.15^2 \times \pi / 4) \times (2 \times 9.81 \times 5)^{1/2} \times 3600 \\ &\approx 640 \end{aligned}$$

Q : 流出流量 (m³/h) A : 断面積 (m²) g : 重力加速度 (m/s²) h : 水頭 (m)

(4) 機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象

機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象については、基本的に漏えい検知システムや床ドレンファンネルからの排水等により、防護すべき設備の安全機能が損なわれない程度の溢水に抑える設計とすることから溢水事象となることはない。

3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護に対する評価対象区画を溢水防護区画とし、防護すべき設備が設置されている全ての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定する。溢水防護区画は壁、扉、堰、床段差等、又はそれらの組み合わせによって他の区画と分離される区画として設定し、溢水防護区画を構成する壁、扉、堰、床段差等については、現場の設備等の設置状況を踏まえ、溢水の伝播に対する評価条件を設定する。設定した溢水防護区画は、V-1-1-9-2「防護すべき設備の設定」の第2-1図に示す。

溢水経路の設定は、溢水防護区画とその他の区画との間における伝播経路となる扉、壁貫通部、天井貫通部、床面貫通部、床ドレン等の接続状況及びこれらに対する溢水防護措置を踏まえ、溢水防護区画内の水位が最も高くなるように保守的に設定する。

上層階から下層階への伝播に関しては、全量が伝播するものとし、溢水経路を構成する壁、扉、堰、床段差等は、基準地震動による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対し、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理及び水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。また、貫通部に実施した流出及び流入防止対策も同様に、基準地震動による地震力等の溢水の要因となる事象に伴い生じる荷重や環境に対し、必要な健全性を維持できるとともに、保守管理を適切に実施することにより溢水の伝播を防止できるものとする。

3.1 溢水防護区画内漏えいでの溢水経路

溢水防護区画内で発生する溢水に対しては、床ドレン、貫通部、扉から他区画への流出は想定しない（床ファンネル、機器ハッチ、開口扉等のように定量的に他区画への流出を確認できる場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

溢水評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

(1) 床ドレン

溢水防護区画内に床ドレン配管が設置され、他の区画とつながっている場合でも、目皿が1つの場合は、他の区画への流出は想定しない。ただし、同一区画に目皿が複数ある場合は、必要に応じて流出量の最も大きい床ドレン配管1本を除き、それ以外からの流出を期待する。

(2) 床面開口部及び床貫通部

溢水防護区画床面に開口部又は貫通部が設置されている場合であっても、床開口部又は貫通部から他の区画への流出は考慮しない。ただし、溢水防護区画の床面開口部であって、明らかに流出が期待できることを定量的に確認できる場合は、評価対象区画から他の区画への流出を期待する。

(3) 壁貫通部

溢水防護区画の境界壁に貫通部が設置され、隣の区画との貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合であっても、その貫通部からの流出は考慮しない。

(4) 扉

溢水防護区画に扉が設置されている場合であっても、当該扉から他の区画等への流出は考慮しない。ただし、以下の場合には当該扉の下部枠高さを超える溢水について他の区画への流出を期待する。

- ・常時開の扉
- ・区画内に消火栓がなく、区画外の消火栓を用いて当該区画の扉を開放して消火活動を行う場合

(5) 堰、壁及び床

他の区画への流出は期待しない。

(6) 排水設備

溢水防護区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画からの流出は期待しない。

3.2 溢水防護区画外漏えいでの溢水経路

溢水防護区画外で発生する溢水に対しては、床ドレン、開口部、貫通部及び扉を通じた溢水防護区画内への流入が最も多くなるよう（流入防止対策が施されている場合は除く。）保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。

なお、火災により貫通部の止水機能が損なわれる場合には、当該貫通部からの消火水の流入を考慮する。消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝搬を考慮する。

溢水評価を行う場合の各構成要素の溢水に対する考え方を以下に示す。

(1) 床ドレン

溢水防護区画の床ドレン配管が他の区画とつながっている場合であって、他の区画の溢水水位が溢水防護区画より高い場合は、水位差によって発生する流入量を考慮する。ただし、溢水防護区画内に設置されている床ドレン配管に逆流防止措置が施されている場合は、その効果を期待する。

(2) 天井面開口部及び貫通部

評価対象区画の天井面に開口部又は貫通部がある場合は、上部の区画で発生した溢水量の全量が流入するものとする。

(3) 壁貫通部

溢水防護区画の境界壁の貫通部が溢水による水位より低い位置にある場合は、その貫通部から流入を考慮する。

(4) 扉

扉については、区画外からの流入を考慮する。

(5) 堰

溢水防護区画境界に堰が設置されている場合は、堰高さが溢水による水位より低い位置にある場合は、その堰からの流入を考慮する。

(6) 壁及び床

発生が想定される荷重に対し、健全性を確認できる場合は、溢水の流入防止を期待する。

(7) 排水設備

評価対象区画に排水設備が設置されている場合であっても、当該区画の排水は考慮しない。