

【公開版】

提出年月日	令和元年12月6日 R1
日本原燃株式会社	

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第11条：溢水による損傷の防止

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

- 1. 1 要求事項の整理
- 1. 2 要求事項に対する適合性
- 1. 3 規則への適合性

2. 概要

- 2. 1 溢水防護に関する基本方針
- 2. 2 本施設の内部溢水影響評価に係る特徴について
- 2. 3 溢水影響評価フロー

3. 溢水防護対象設備の設定

- 3. 1 事業許可基準規則第 11 条及び内部溢水ガイドの要求事項について
- 3. 2 溢水防護対象設備の選定
- 3. 3 溢水防護対象設備の機能喪失の判定
- 3. 4 溢水防護対象設備を防護するための設計方針

4. 溢水源の想定

- 4. 1 想定破損による溢水
- 4. 2 消火水の放水による溢水
- 4. 3 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水
- 4. 4 その他の溢水

5. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

- 5. 1 溢水防護区画の設定
- 5. 2 溢水経路の設定

6. 溢水防護対象設備を防護するための設計方針
 6. 1 没水の影響に対する評価及び防護設計方針
 6. 2 被水の影響に対する評価及び防護設計方針
 6. 3 蒸気の影響に対する評価及び防護設計方針
 6. 4 その他の溢水に対する設計方針
 6. 5 燃料加工建屋外からの流入防止に関する設計方針
 6. 6 溢水影響評価
7. 想定破損評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 7. 1 溢水量の算定
 7. 2 想定破損による没水影響評価
 7. 3 想定破損による被水影響評価
 7. 4 想定破損による蒸気影響評価
8. 消火水評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 8. 1 溢水量の算定
 8. 2 消火水による没水影響評価
 8. 3 消火水による被水影響評価
9. 地震時評価に用いる各項目の算出及び影響評価
 9. 1 地震に起因する溢水源
 9. 2 地震により破損して溢水源となる対象設備
 9. 3 耐震B,Cクラス機器の耐震性評価
 9. 4 溢水量の算定
 9. 5 地震時の没水影響評価
 9. 6 地震時の被水影響評価
 9. 7 地震時の蒸気影響評価
10. 燃料加工建屋外からの溢水影響評価

10. 1 燃料加工建屋外からの溢水影響評価
10. 2 屋外タンク等の溢水による影響評価
10. 3 地下水による影響評価

2章 補足説明資料

2章 補足説明資料

11条:溢水による損傷の防止

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料2-1	自然事象による溢水影響の考慮について	12/6	0	
補足説明資料3-1	MOX燃料加工施設における「事業許可基準規則」に基づく防護対象設備の抽出 (内部溢水と火災における防護対象の比較)			
補足説明資料3-2	溢水防護対象設備リスト及び配置図(例)			
補足説明資料3-3	評価対象除外リスト			
補足説明資料3-4	没水評価における防護対象設備及びアクセスルートの機能喪失高さについて	12/6	0	
補足説明資料3-5	壁、堰等による溢水経路への対策について	12/6	0	
補足説明資料3-6	応力評価に基づくサポート等設計の概要について	12/6	0	
補足説明資料3-7	耐震B, Cクラス機器の評価について			
補足説明資料3-8	緊急遮断弁の設計について	12/6	0	
補足説明資料3-9	被水影響評価における防滴仕様の扱いについて	12/6	0	
補足説明資料3-10	被水防護対策(例)	12/6	0	
補足説明資料3-11	蒸気防護対策(例)			
補足説明資料3-12	溢水経路上期待する「壁、堰」の保守及び運用管理について	12/6	0	
補足説明資料3-13	溢水影響評価の対象外とする理由について			
補足説明資料3-14	貫通部の止水対策について	12/6	0	
補足説明資料3-15	貫通部シーリング材等の止水性能及び耐震性について	12/6	0	
補足説明資料4-1	溢水源とする機器(配管_容器)について			
補足説明資料4-2	配管の破損位置及び破損形状の評価について	12/6	0	
補足説明資料4-3	連結散水装置の使用例	12/6	0	
補足説明資料4-4	その他の漏えい事象に対する確認について	12/6	0	

11条:溢水による損傷の防止

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料4-5	屋内消火栓の設置する区域について			
補足説明資料5-1	溢水経路モデル(代表例)			
補足説明資料5-2	燃料加工建屋の溢水経路対策について			
補足説明資料5-3	溢水経路となる開口部について	12/6	0	
補足説明資料6-1	溢水影響評価における床勾配及びゆらぎの考え方と評価の妥当性について			
補足説明資料6-2	アクセスが可能な滞留水位の設定について			
補足説明資料6-3	滞留面積の算出について	12/6	0	
補足説明資料7-1	流出係数の根拠について	12/6	0	
補足説明資料7-2	系統溢水量の算出要領			
補足説明資料7-3	漏えい時の隔離時間について			
補足説明資料7-4	想定破損による溢水量の算定(例)			
補足説明資料7-5	想定破損による没水影響評価結果(例)			
補足説明資料7-6	破損配管からの蒸気噴流の影響について			
補足説明資料7-7	想定破損の現場確認に用いるアクセス通路の環境想定について			
補足説明資料7-8	応力評価により破損を想定しない配管の管理について	12/6	0	
補足説明資料7-9	想定破損による被水影響評価結果(例)			
補足説明資料7-10	想定破損による蒸気拡散解析結果(例)			
補足説明資料8-1	消火活動に伴う放水量について			
補足説明資料9-1	耐震B, Cクラスの溢水防護対象設備(例)			
補足説明資料9-2	地震破損による没水影響評価結果(例)			

11条:溢水による損傷の防止

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料10-1	屋外タンク等の容量について			
補足説明資料10-2	屋外タンク等の配置について			
補足説明資料10-3	屋外タンク等の溢水による影響評価			
補足説明資料10-4	屋外からの溢水経路について			
補足説明資料11-1	重大事故等対処施設を対象とした溢水防護の基本方針について			
補足説明資料11-2	内部溢水影響評価における保守性について			
補足説明資料11-3	過去の不具合事例への対応について			

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 2-1 (11条)

自然現象による溢水影響の考慮について

1. 検討項目

本資料は、事業許可基準規則 第9条の検討「その他外部からの衝撃に対する考慮」において、抽出された事象に対して溢水の影響有無を検討した。

各自然現象による溢水影響としては、降水のような本施設への直接的な影響と、飛来物等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を鑑み、屋外タンク等を自然現象による破損の影響を確認する対象とする。

想定される自然現象による溢水への影響に関する検討要否を第1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含されることを確認した。

なお、直接的な影響に関する詳細については、地震に関しては本整理資料の該当箇所にて、その他の自然現象に関しては各自然現象に関する整理資料にて説明する。

2. 検討結果

(1) 溢水影響の検討要否

抽出された事象に対して溢水影響の検討要否について、検討した結果を第1表に示す。

(2) 溢水影響評価

溢水影響評価が必要な事象については、第2表に示すとおり検討を実施しており、新たに評価が必要な事象がないことを確認した。

以 上

第1表 地震以外の自然現象による溢水影響の検討要否

事象	検討要否 ○：要 ×：否	理由
風（台風）	×	・敷地付近で観測された最大瞬間風速は41.7m/sであり、最大風速100m/sの竜巻の影響に包絡される。
竜巻	○	・第2表の評価へ
降水	○	・第2表の評価へ
落雷	×	・直撃雷に対する防護対象施設は、「原子力発電所の耐雷指針」（JEAG4608），建築基準法及び消防法に基づき，日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。落雷により屋外タンク等が破損するおそれはない。
森林火災	×	・防火帯の内側に設置される屋外タンク等に森林火災の影響は及ばない。
高温	×	・高温による屋外タンク等の保有水の膨張は考えられるが，高温により屋外タンク等が破損するおそれはない。※1
凍結	×	・屋外タンク等の保有水の凍結による膨張で屋外タンク等の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。
火山の影響	○	・第2表の評価へ
積雪	×	・敷地付近で観測された最大の積雪の深さは190cmである。荷重により屋外タンク等の損傷の可能性はあるが火山の影響に包絡される。
生物学的事象	×	・敷地周辺の生物の生息状況の調査に基づいて対象生物を選定し，これらの生物が本施設へ侵入することを防止又は抑制することにより，溢水は発生しない。

事象	検討要否 ○：要 ×：否	理由
塩害	×	<ul style="list-style-type: none"> ・一般に大気中の塩分量は，平野部で海岸から200m付近までは多く，数百mの付近で激減する傾向がある。本施設は海岸から約5km離れており，塩害の影響は小さいと考えられる。塩害による屋外タンク等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，適切な運転管理や保守管理により対処可能である。

※1：高温による屋外タンク等への影響

補足説明資料10-1, 2に示す再処理事業所の屋外タンク等を分類すると，屋外タンク，冷却塔，冷凍機及び変圧器に大別される。これらの機器については，以下のとおり，外気温が高温になることによる破損は生じないと判断する。

(1)屋外タンク

屋外タンクは全て大気開放されており，タンク内の液体が高温により膨張した場合でも，タンク内圧は大気圧を維持することから，タンクが加圧されて破損に至るようなことはない。

(2)冷却塔及び冷凍機

冷却塔及び冷凍機が設置されている冷却系統には，温度変化による装置内の液体の膨張・収縮等を調整するための膨張槽が設けられており，高温により内部流体が膨張した場合でも，体積膨張分が膨張槽に吸収されるため，配管が過度に加圧されて破損に至るようなことはない。

(3)変圧器

変圧器内部の絶縁油については、通常運転中においても、外気温よりも高温である。絶縁油の温度上昇により膨張し、変圧器内の油面が上昇することを考慮した設計の容器内に収納されていること、また、油温調節のための冷却ファンも設置されていることから、熱膨張により破損に至るようなことはない。

第2表 溢水評価への影響評価結果

事象	検討結果
竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 設計竜巻による最大風速100m/sの風荷重及び飛来物によって、屋外タンク等の損傷の可能性がある。しかし本損傷モードでの屋外タンク等の溢水による本施設への影響については、補足説明資料10-3「屋外タンク等の溢水による影響評価」にて評価している。
降水	<ul style="list-style-type: none"> 敷地付近における最大の観測値は日降水量162.5mm、1時間降水量67.0mmである。降水量に対し敷地内の排水能力が上回っていることから溢水は発生しない。※2
火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション結果による降下火砕物の堆積厚さは55cm、湿潤状態の密度1.3g/cm³である。降下火砕物の堆積荷重により屋外タンク等の損傷の可能性があるが、本損傷モードでの屋外タンク等の溢水による本施設への影響については、補足説明資料10-3「屋外タンク等の溢水による影響評価」にて評価している。

※2：降水量に対し敷地内の排水能力が上回っている根拠

再処理事業所の構内排水路（排水経路については、別紙参照）は、青森地方気象台六ヶ所村雨量観測所の降雨強度97.8mm/hを設計降雨強度として設定し、これに安全率を1.2として設計しており、設計値は97.8mm/h×1.2=117.3mm/hであることから、降雨に対して十分な排水能力を持っているため、降雨により敷地内に雨水が滞留することはない。

なお、この排水路の排水能力において、敷地付近における観測記録上最大の1時間降水量67.0mm/hの排水が十分可能であることを検証済である。

（詳細は、添付-1「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた六ヶ所再処理施設の安全性に関する総合的評価に係る報告書（抜粋）」参照）

敷地外への側溝排水経路について

再処理事業所敷地に配置する側溝からの排水経路を図1に示す。

敷地側溝の排水は、敷地北方面の谷より二又川または東方面の谷より尾駁沼へ5系統で排水される。

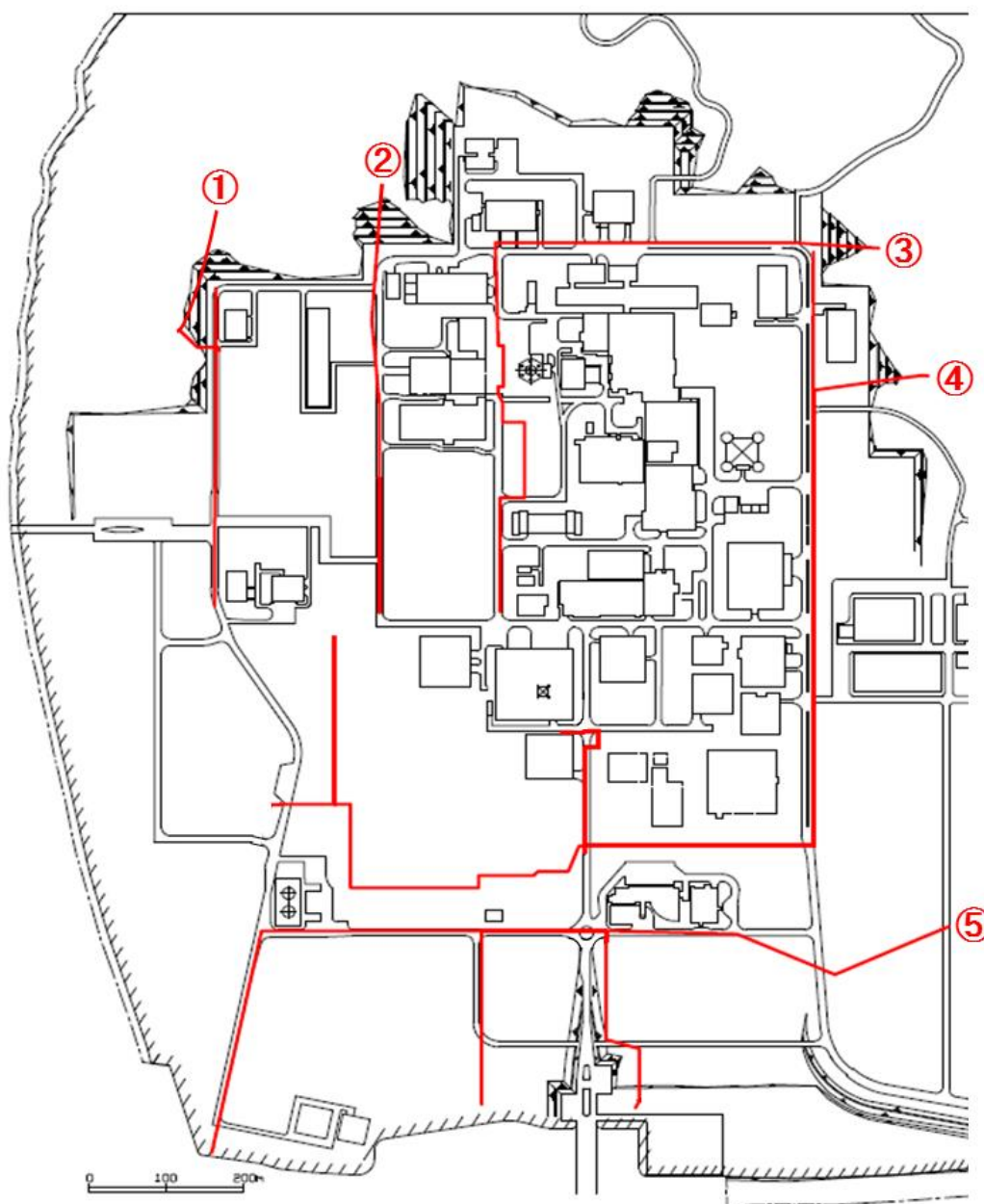


図1 排水経路

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における
事故を踏まえた六ヶ所再処理施設の安全性に関する
総合的評価に係る報告書
(使用前検査期間中の状態を対象とした評価)

【公開版】

(抜粋)

2012年4月27日

日本原燃株式会社

本書の記載内容のうち、内の記載事項は
公開制限情報に属するものであり公開できま
せんので削除しております。

日本原燃株式会社

目次

1. はじめに	1
2. 六ヶ所再処理施設の概要	1
2. 1 施設の立地	1
2. 2 施設の概要	2
2. 3 施設の状況	3
3. 六ヶ所再処理施設の安全性	4
3. 1 再処理技術の実績と採用技術	4
3. 2 六ヶ所再処理施設内の放射能分布	5
3. 3 安全設計	7
3. 3. 1 基本方針	7
3. 3. 2 内的事象に係る発生防止対策及び影響緩和対策	7
3. 3. 3 外的事象に係る発生防止対策	13
3. 3. 4 平常時被ばく線量の低減	15
3. 4 安全評価	16
3. 5 その他の安全活動（確率論的リスク評価）	17
4. 指示文書の要求事項	20
5. 緊急安全対策	22
6. 事象の選定及び評価方法	25
6. 1 「設計上の想定を超える事象」の選定方法	25
6. 2 「設計上の想定を超える事象」の評価方法	27
7. 「設計上の想定を超える事象」の選定	29
7. 1 3安全機能喪失を経由する「設計上の想定を超える事象」の選定	29
7. 2 自然現象を直接起因とする「設計上の想定を超える事象」の選定	32
7. 3 地震とその他自然現象の重畳による影響	37
7. 4 「設計上の想定を超える事象」の選定結果	39

8. 「設計上の想定を超える事象」の評価	40
8. 1 「3 安全機能喪失を起因とする事象」に係る評価	40
8. 1. 1 評価実施事項	40
8. 1. 2 評価方法	40
8. 1. 3 評価結果	46
8. 1. 3. 1 安全冷却水系の機能喪失による放射性物質を含む溶液の沸騰	46
8. 1. 3. 2 安全冷却水系（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設）及びプール水冷却系の機能喪失による燃料貯蔵プールにおける沸騰	58
8. 1. 3. 3 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋における貯蔵室からの排気系の機能喪失による混合酸化物貯蔵容器の過度の温度上昇	68
8. 1. 3. 4 安全圧縮空気系の機能喪失による水素の爆発	76
8. 2 「自然現象を直接起因とする事象」に係る評価	89
8. 2. 1 評価実施事項	89
8. 2. 2 評価方法	89
8. 2. 3 評価結果	90
8. 2. 3. 1 放射性物質を含む溶液の漏えいによる沸騰	90
8. 2. 3. 2 放射性物質を放出する建屋内火災	93
9. AM 策実施中に自然現象が発生した場合の AM 策に与える影響	101
10. 複数事象同時発生時の対応	103
10. 1 検討内容	103
10. 2 対応の優先順位	103
10. 3 対応に要する人数	107
11. まとめ	108

添付 7. 1-1	高レベル廃液ガラス固化建屋及びガラス固化体貯蔵建屋の貯蔵ピットにおける崩壊熱除去機能喪失に関連する機器等の耐震裕度
添付 7. 1-2	サブドレン排水設備概要図及び配置図
添付 7. 1-3	建屋内への地下水の浸入による冷却空気流路閉塞までの時間余裕の評価
添付 7. 1-4	ガラス固化体検査室の換気設備停止時のガラス固化体の温度評価
添付 7. 1-5	一般空気等のプロセス気体、計装用空気の供給停止による被ばく線量評価
添付 7. 1-6	ガラス溶融炉から外部への放射性物質の漏えい時の被ばく線量評価
添付 7. 2-1	固化セル内での溶融ガラスの漏えい時の被ばく線量評価
添付 7. 2-2	硝酸プルトニウム溶液の漏えい時の臨界安全評価
添付 7. 2-3	燃料貯蔵ラック及び貯蔵ホール破損時の臨界安全評価
添付 7. 2-4	地震時における鉄筋コンクリートの破損としゃへい機能の評価
添付 7. 2-5	強風による影響評価
添付 7. 2-6	竜巻による影響評価
添付 7. 2-7	大雨による影響評価
添付 7. 2-8	熱波・寒波による影響評価
添付 7. 2-9	豪雪による影響評価
添付 7. 2-10	落雷による影響評価
添付 7. 3-1	地下水排出量と降水量の相関
添付 8. 1. 2-1	敷地における基準地震動 S_s
添付 8. 1. 2-2	設備等の耐震裕度の評価方法
添付 8. 1. 3. 1-1	安全冷却水系統及び安全冷却水系に係る電源系統
添付 8. 1. 3. 1-2	アクティブ試験期間中に放射性物質を含む溶液を内蔵する機器
添付 8. 1. 3. 1-3	安全冷却水系の機能喪失に対する AM 策概要図
添付 8. 1. 3. 1-4	安全冷却水系の機能喪失による放射性物質を含む溶液の沸騰のイベントツリー
添付 8. 1. 3. 1-5	安全冷却水系の機能喪失による放射性物質を含む溶液の沸騰に関連する起因事象及び AM 策の耐震裕度
添付 8. 1. 3. 1-6	安全冷却水系の機能喪失による放射性物質を含む溶液の沸騰に係る収束シナリオと耐震裕度

大雨による影響評価

1. はじめに

大雨による再処理施設への影響について評価する。評価に当たっては、再処理事業指定申請書で採用している八戸特別地域気象観測所（旧八戸測候所：1936年観測開始）及びむつ特別地域気象観測所（旧むつ測候所：1935年観測開始）（以下、両者を合わせて「八戸・むつ観測所」という。）における降水量データから、10分間、1時間及び24時間の最大値を調査し、短期・中期・長期に分けて、建屋への浸水リスクを評価する。なお、本資料において使用している気象データについては、気象庁ホームページから引用している。

2. 全国の降水量の傾向

図1に30年間（1981～2010年）の降水量の年平均値の分布を示す。特徴として、北陸地方及び南海地域で降水量が多く、全国的に見て六ヶ所地域は特段降水量が多い地域ではない。

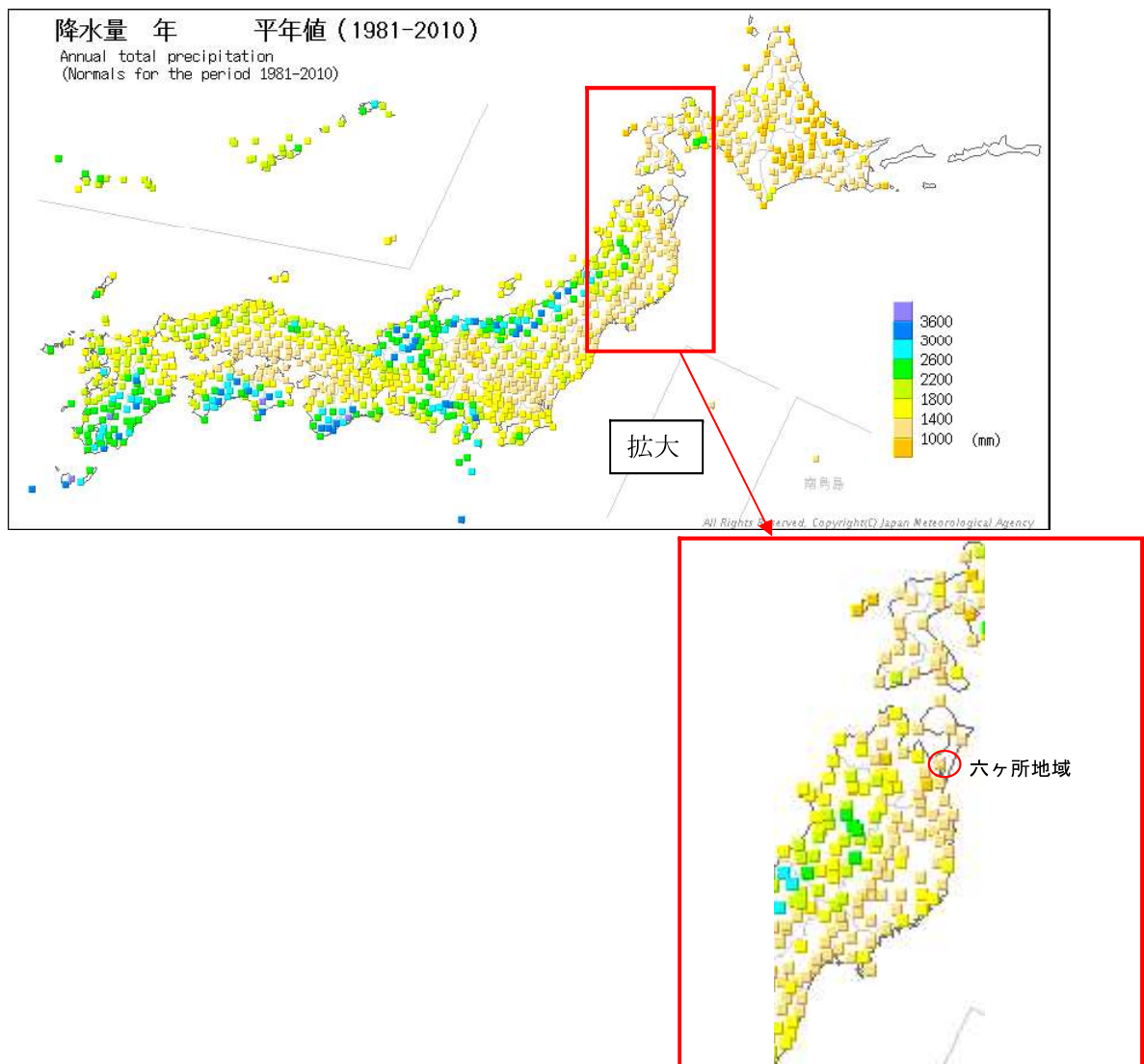


図1 全国の30年間（1981～2010年）の降水量の年平均値の分布

次に、気象評価として、八戸・むつ観測所を対象とし、過去の降水量について調査を行った。

気象庁の観測データでは10分間、1時間及び24時間単位での降水量が記録されており、八戸・むつ観測所での10分間、1時間、24時間それぞれの最大値を表1に示す。

表1 降水量の最大値

	観測所	観測日	記録
10分間	むつ	1990年10月18日	22.5mm
1時間	八戸	1969年8月5日	67.0mm
24時間	むつ	1981年8月22日	224.0mm

むつ特別地域気象観測所において、10分間最大値22.5mm/10minを観測した1990年10月18日午前5時の1時間降水量は32.0mm/hであり、その前後の時間帯の降水量は0mm/hである。また、同日の1日降水量は32.5mm/dayであり、当日の降水量の約70%は、10分間最大を観測した10分間に降ったことを確認した。

次に、むつ特別地域気象観測所において、24時間最大値224.0mm/dayを観測した1981年8月22日の1時間降水量の変化を図2に示す。当日の1時間最大降水量は、午前10時の27.0mm/hであった。

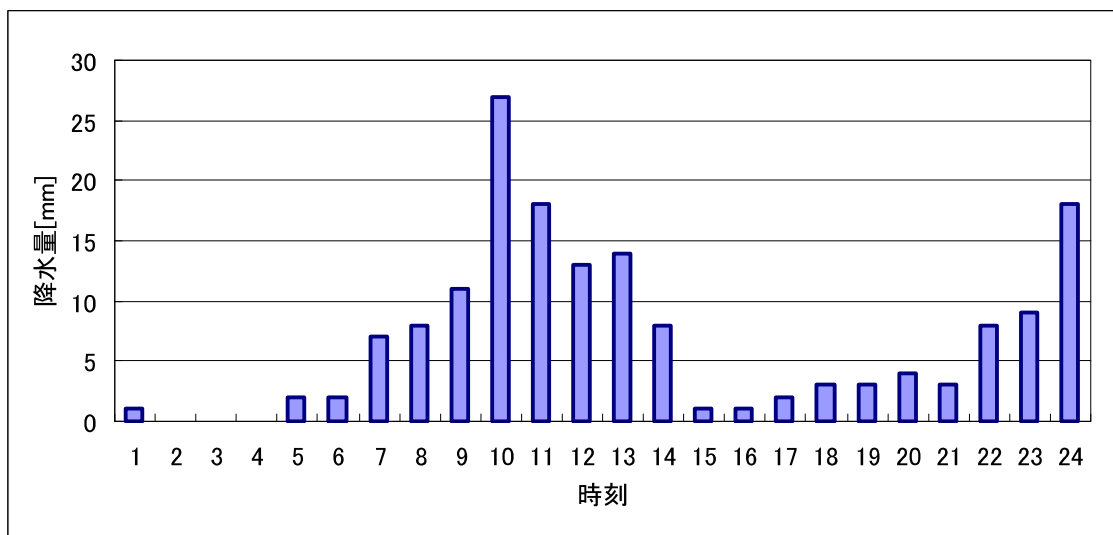


図2 1981年8月22日の1時間降水量の変化 (むつ)

上記のことから、10分間最大値として観測した22.5mm/10minの降雨は、1時間以内に収束し、24時間最大値として観測した224.0mm/dayの降雨は、断続的に降り続いていたことがわかる。

3. 建屋への浸水リスクに対する評価方法

(1) 評価対象

再処理事業所内の雨水排水能力と建屋開口部高さの関係から、浸水に対するリスクを評価するに当たって、2. に基づき、以下のように短期（1時間）、中期（1日）及び長期（1ヶ月）に分けて評価する。

より厳しい条件での評価を行うという観点から、以下の値を用いて評価を行うこととした。

- ① 短期の評価では、10 分間最大値として観測した降水量 22.5mm/10min が 1 時間継続した場合の降水量を用いる。
- ② 中期の評価では、1 時間最大値として観測した降水量 67.0mm/h が 1 日継続した場合の降水量を用いる。
- ③ 長期の評価では、24 時間最大値として観測した降水量 224.0mm/day が 1 ヶ月継続した場合の降水量を用いる。

(2) 評価条件（図 3 参照）

- ・ 排水設備以外の再処理施設境界フェンスでの雨水の流出入はないものとする。
- ・ 降水は全て路面へ流れ落ちることとする。
- ・ 雨水の敷地外への排出経路は排水路のみとする。
- ・ 施設敷地内に傾斜はなく、排水能力を超えた雨水は均一に拡散するものとする。
- ・ 建屋地下のサブドレン排水設備から汲上げた地下水量も考慮する。
- ・ 水位が建屋開口部高さに到達した時点をも浸水とする。

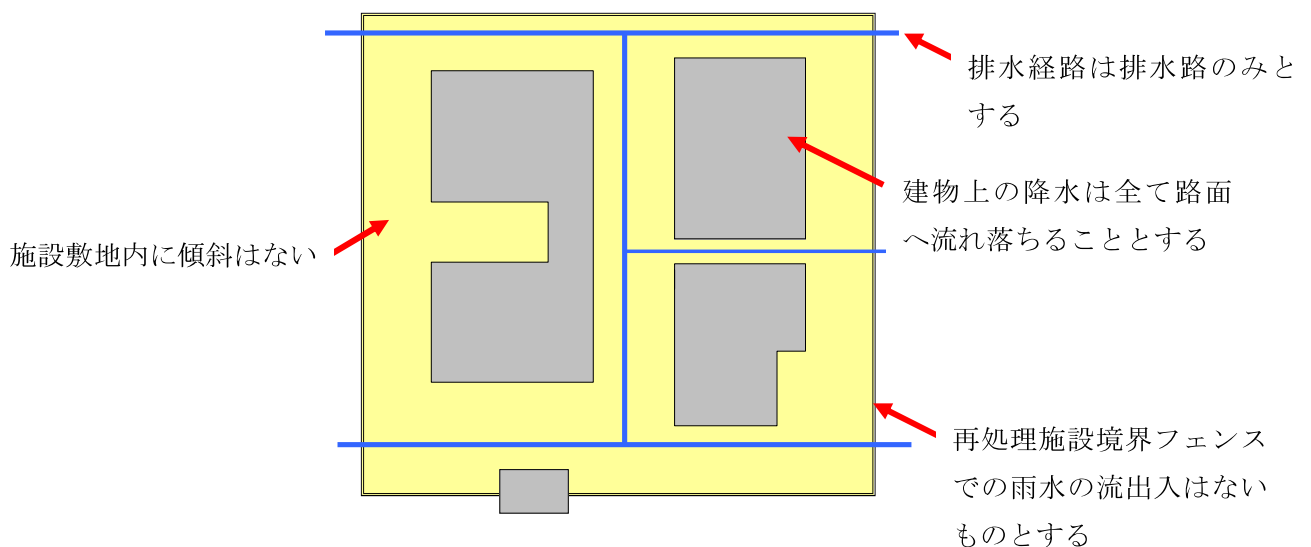


図 3 評価条件概念図

(3) 再処理事業所の排水能力

構内排水路の設計では、「再処理事業所 構内道路排水側溝計算における基本方針」に基づき、設計降雨強度を 97.8mm/h として設定し、これに安全率を 1.2 として排水路を設計しているため、設計値は $97.8\text{mm/h} \times 1.2 = 117.3\text{mm/h}$ である。

この設計値 117.3mm/h を 1 分あたりに換算すると 1.96mm/min となるため、本評価で用いる再処理事業所外へ雨水を排出する排水路の排水可能降雨強度を 1.96mm/min とする。

(4) 再処理事業所の敷地面積

再処理施設境界フェンス内の敷地面積及び建屋構造物面積は以下の値とする。

- ・再処理事業所の敷地面積:562,000m²
- ・再処理事業所敷地内の建屋、構造物の面積:155,500m²
- ・各建屋で最も低い開口部高さ:300mm

(5) 地下水排水設備からの排水量

建屋周辺にはサブドレン、集水管、集水ピットから構成されるサブドレン排水設備が設置されており、集水ピットの水位が一定のレベルに達するとサブドレン排水ポンプが自動起動し、地下水を汲上げる。この地下水は、排水溝に排水されるため、サブドレン排水設備の全ポンプが一斉に稼動することを仮定し、その合計排水能力 19.8m³/min を雨水と足し合わせて評価を行う。

4. 評価

上記の条件に基づき、3. (1) にまとめた①～③を用いて評価を行った。

① 短期評価

敷地全体の1分当たりの雨水総体積は、以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 \times 0.00225\text{m}/\text{min} = 1,264.5\text{m}^3/\text{min}$$

建屋を除く敷地の面積は以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 - 155,500\text{m}^2 = 406,500\text{m}^2$$

敷地内の雨水全てと地下水最大排出量とを合計し、水位上昇率 X_0 は、以下のとおり。

$$X_0 = (1,264.5\text{m}^3/\text{min} + 19.8\text{m}^3/\text{min}) / 406,500\text{m}^2 = 0.0032\text{m}/\text{min}$$

排水溝により排水を考慮したときの水位上昇率 X は以下のとおり。

$$X = 3.2\text{mm}/\text{min} - 1.96\text{mm}/\text{min} = 1.24\text{mm}/\text{min}$$

水位上昇率 $1.24\text{mm}/\text{min}$ による1時間後の水位は 74.4mm である。各建屋での最も低い開口部高さは 300mm であることから、短期評価として10分間最大降雨 ($22.5\text{mm}/10\text{min}$) が1時間継続したとしても、建屋が浸水することはない。なお、10分間最大降雨が4時間以上継続すると、開口部からの浸水が考えられるが、過去のデータからも浸水のリスクは極めて低いと評価できる。

② 中期評価

敷地全体の1分当たりの雨水総体積は以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 \times 0.00112\text{m}/\text{min} = 629.4\text{m}^3/\text{min}$$

建屋を除く敷地の面積は以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 - 155,500\text{m}^2 = 406,500\text{m}^2$$

敷地内の雨水全てと地下水最大排出量とを合計した場合の水位上昇率 X_0 は以下のとおり。

$$X_0 = (629.4\text{m}^3/\text{min} + 19.8\text{m}^3/\text{min}) / 406,500\text{m}^2 = 0.0016\text{m}/\text{min}$$

一方、排水量は $1.96\text{mm}/\text{min}$ であり、降水量に対して排水能力が上回っている。

よって、建屋への浸水リスクはないと評価できる。

③長期評価

敷地全体の1分当たりの雨水総体積は以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 \times 0.000155\text{m}/\text{min} = 87.1\text{m}^3/\text{min}$$

建屋を除く敷地の面積は以下のとおり。

$$562,000\text{m}^2 - 155,500\text{m}^2 = 406,500\text{m}^2$$

敷地内の雨水全てと地下水最大排出量とを合計した場合の水位上昇率 X_0 は以下のとおり。

$$X_0 = (87.1 \text{ m}^3/\text{min} + 19.8\text{m}^3/\text{min}) / 406,500\text{m}^2 = 0.00026\text{m}/\text{min}$$

一方、排水量は1.96mm/minであり、降水量に対して排水能力が上回っている。

よって、建屋への浸水リスクはないと評価できる。

5. まとめ

八戸・むつ観測所における10分間、1時間及び24時間の最大値を用いて、建屋への浸水リスク評価を行った。その結果、10分間最大値22.5mm/10minで1時間の降雨に対する短期評価では建屋が浸水することはないこと、並びに、1時間最大値67.0mm/hで24時間の降雨に対する中期評価及び24時間最大値224.0mm/dayで1ヶ月の降雨に対する長期評価では、降水量に対して排水能力が上回っているため浸水のリスクはないことを確認した。

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-4 (11条)

没水評価における防護対象設備及びアクセスルート の機能喪失高さについて

1. 概要

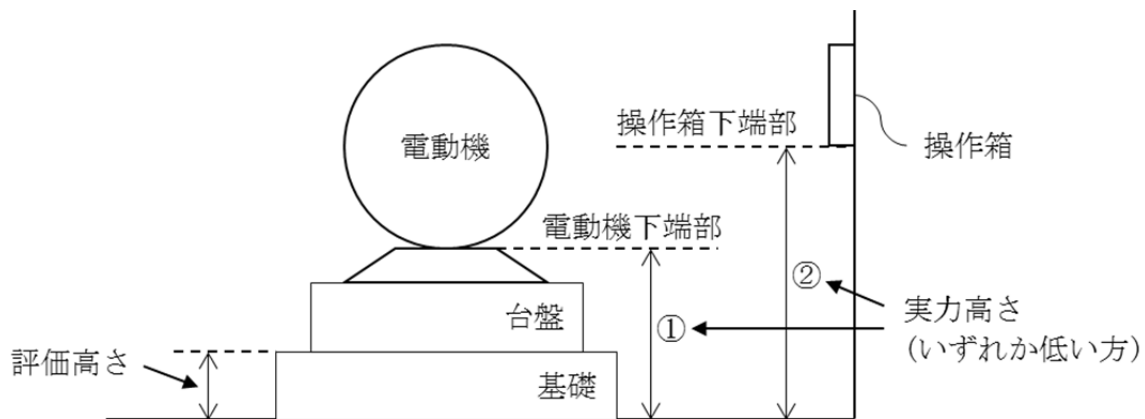
本資料では、溢水防護対象設備及びアクセスルートの没水による機能喪失高さについて、その考え方及び算出方法を示したものである。

2. 機能喪失高さの考え方

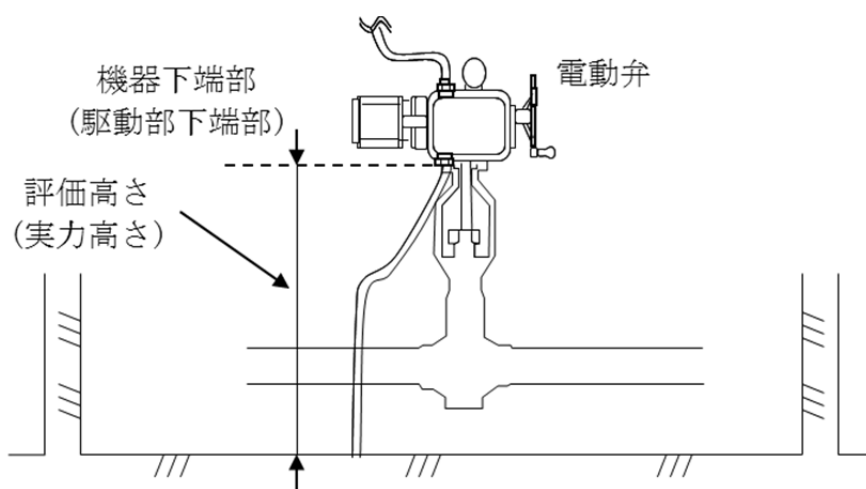
各溢水防護対象設備及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について、それらの機能喪失高さの考え方を第1表に示す。

第1表 機能喪失高さの考え方

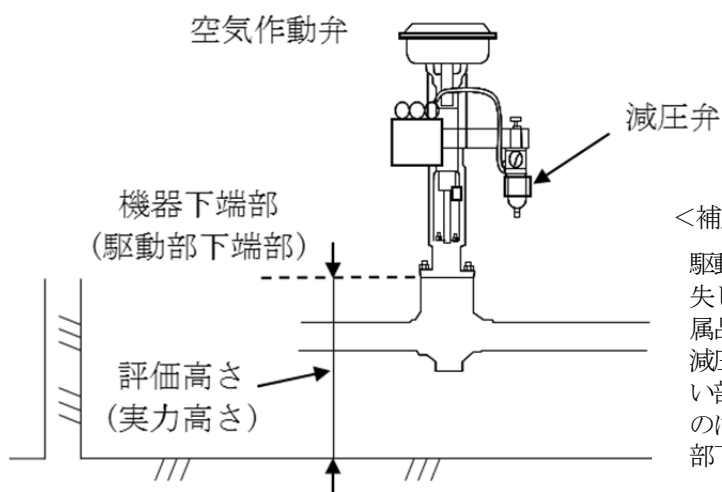
機 器	機能喪失高さ	
	実力高さ	評価高さ
ポンプ（第1図）	電動機下端又は操作箱 下端のいずれか低い方	ポンプの基礎高さ
送風機，排風機及び非常 用発電機	電動機下端又は操作箱 下端のいずれか低い方	ファン又は電動機の基 礎高さ
自動ダンパ及び自動弁 （第2図～第3図）	駆動部下端	当該機器の下端
フィルタ	ポート下端	フィルタ下端
計器（第4図）	トランスミッタ下端	装置下端
盤（電気盤，計装ラック） （第5図）	安全機能に係わる端子 台等最下部	端子台等最下部
蓄電池	端子部下端	蓄電池下端
グローブボックス	グローブボックス下端	0 cm
焼結炉及び小規模焼結処 理装置	装置下端	0 cm
現場操作が必要な設備へ のアクセスルート	<p>アクセス性の判断基準として，国土交通省発行の「地下空間における浸水対策ガイドライン」を参考に，原則20cmとする。</p> <p>ただし，通行に支障がないことを別途試験等により評価できる場合には，これを考慮する。</p>	



第1図 ポンプにおける機能喪失高さ



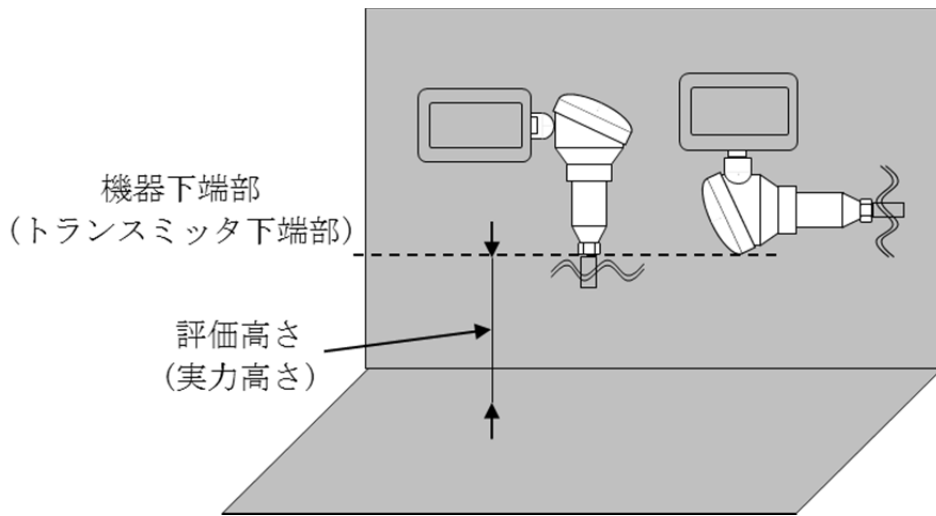
第2図 自動弁における機能喪失高さ(1/2)



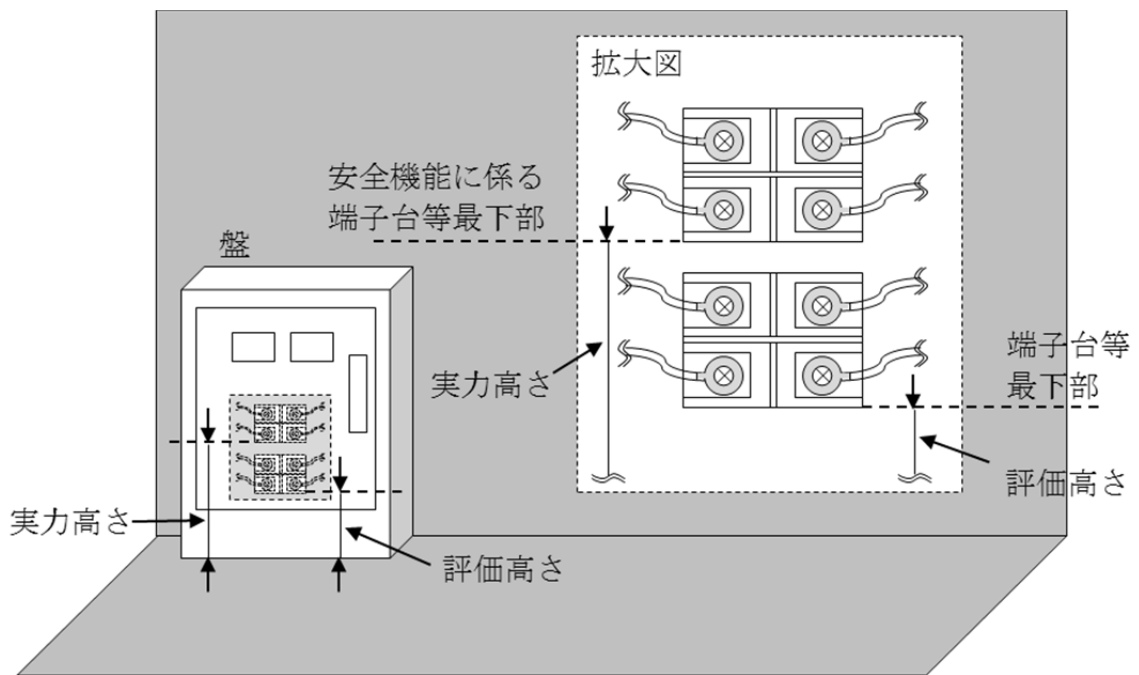
<補足>

駆動部下端は、没水しても機能喪失しない部位であるが、その他付属品(リミットスイッチ、電磁弁、減圧弁)の最も低い位置よりも低い部位であることから、測定位置のばらつきをなくすために、駆動部下端部を測定位置とする。

第3図 自動弁における機能喪失高さ(2/2)



第4図 計器における機能喪失高さ



第5図 盤における機能喪失高さ

3. 機能喪失高さの算出方法

機能喪失高さは、設計図書からの算出とする。

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-5 (11条)

壁，堰等による溢水経路への対策について

1. はじめに

溢水防護対象設備が内部溢水の発生により，止水性がない扉の隙間等を介して広範囲に溢水が伝播し，安全機能を損なうおそれがある。

このような溢水経路に対して流入防止対策を実施することにより，溢水防護対象設備が設置される区画への伝播を防ぐなど，溢水の影響を限定的にすることができ，安全機能を維持することが可能となる。

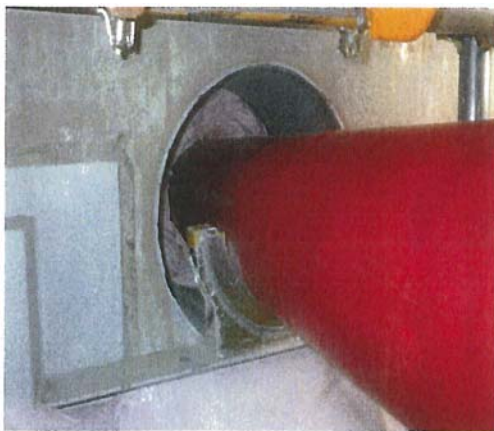
2項に溢水経路への流入防止対策（例）を示す。

また，想定破損による配管からの流体の漏えいを早期に検知することにより，隔離までの時間を短縮することで，漏えい量を低減することが可能となる。この方策として，漏えい検知器の設置が考えられる。

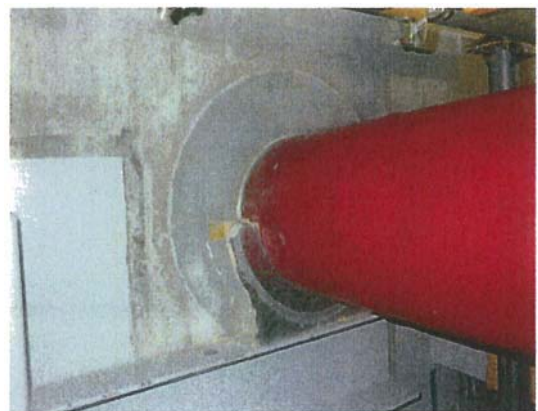
3項に漏えい検知器の設置（例）を示す。

2. 溢水経路に対する流入防止対策（例）

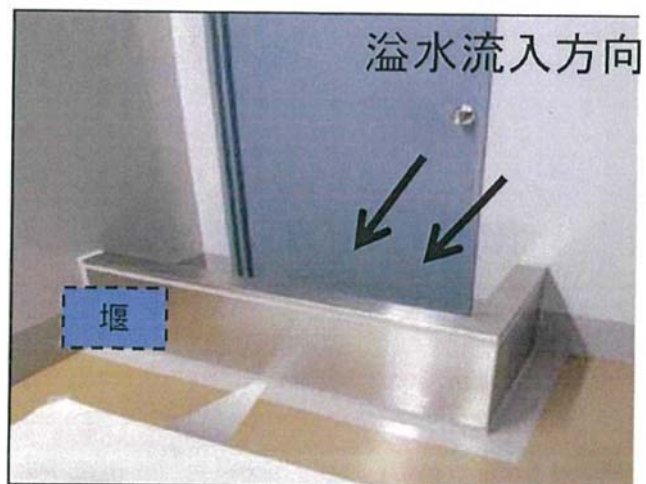
【壁（例）】（穴埋め前）



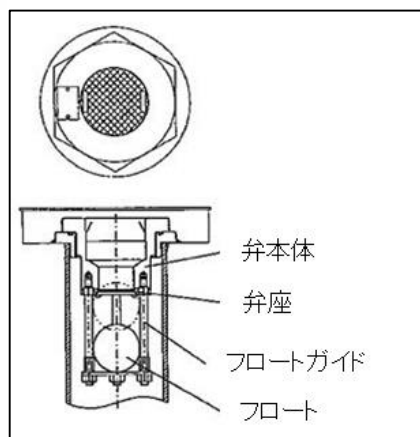
【壁（例）】（穴埋め後）



【堰 (イメージ)】



【逆止弁 (例)】 (床ファンネルタイプの例)



←逆止弁概略図

3. 漏えい検知器の設置 (例)

本施設には、漏えいの早期検知のために漏えい検知器を設置する設計とする。

その装置の例を第1図に示す。漏えい検知器が流体の漏えいを検知すると、中央監視室に警報が発報することによって、速やかに運転員が漏えいを検知するものである。



第1図 漏えい検知器 (例)

以上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-6 (11条)

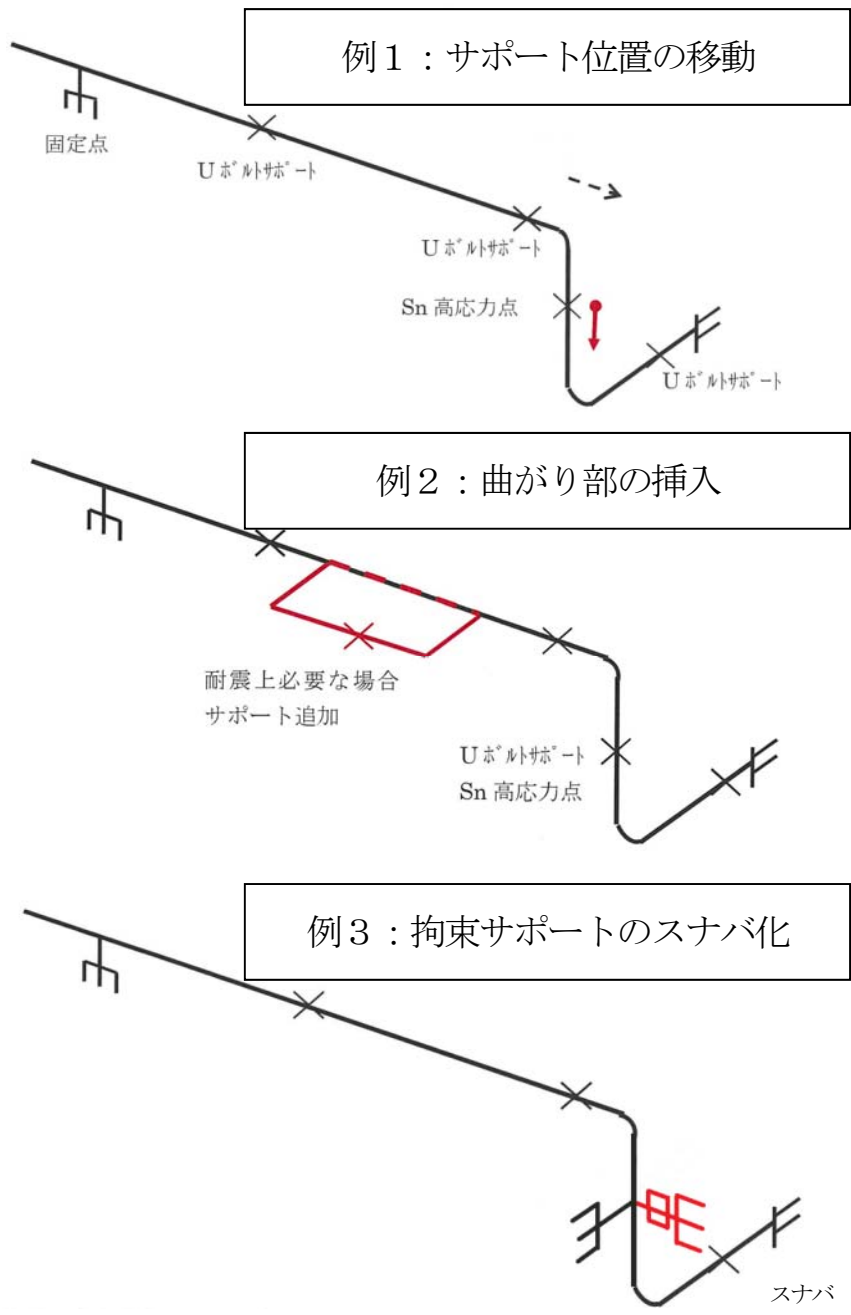
応力評価に基づくサポート等設計の概要について

1. サポート等設計の概要

「流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について（溢水評価ガイド附属書A）」の規定を満たす配管については、溢水影響評価における破損は想定しないこととしている。評価の対象となる配管におけるサポート設計の考え方を示す。

2. 想定破損を考慮しない配管及び高エネルギー配管のうち破損形状を貫通クラックとする配管にて考慮すべき応力緩和について

想定破損を考慮しない配管及び高エネルギー配管のうち破損形状を貫通クラックとする配管の応力評価においては、溢水評価ガイドを参考に、一次応力と二次応力の算出を行う。評価の結果、熱応力が許容値を超える場合は、熱伸びによる拘束が緩和されるよう設計を行う。具体的には、二次応力である熱応力を低減する設計とする。この場合の例としては、第1図に示すような、サポート位置の移動、曲がり部の挿入及び熱伸び拘束サポートをスナバに変更する等の設計を行う。これらの組合せによるサポート設計にて、必要な応力緩和対策が可能である。



第1図 対策後のサポート設計例

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-8 (11条)

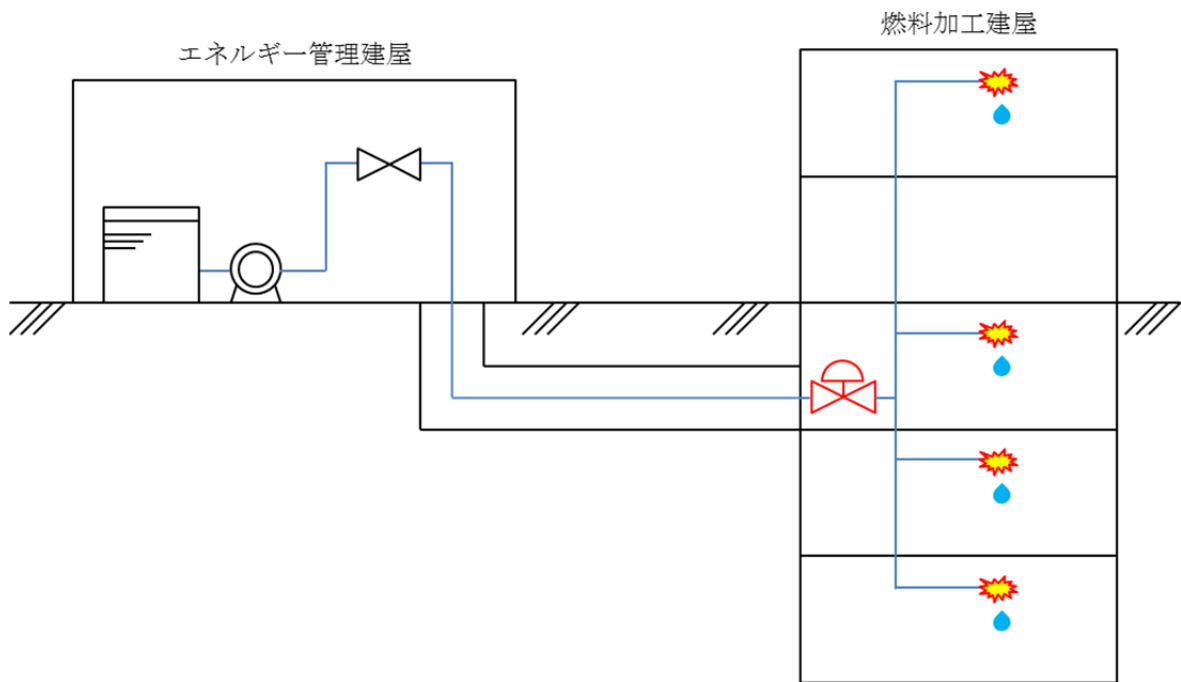
緊急遮断弁の設計について

1. 設計方針

地震による溢水に対しては、地震を検知し、自動的に閉止する緊急遮断弁により、溢水量を低減する設計とする。

溢水量低減対策として設置する緊急遮断弁は、加速度大による緊急遮断弁作動回路を含めて多重化するとともに、地震や火災等により生じる荷重やその他環境条件に対してその機能が損なわれない設計とする。

第1図に例として工業用水における対策概念図を示す。地震時に工業用水配管が破損した場合に、ポンプが停止せずに工業用水を送り続けると仮定し、緊急遮断弁による系統隔離対策を実施する。



第1図 空気作動式緊急遮断弁の隔離概念図

2. 具体的な設計内容

2. 1 加速度計の設計

加速度計は燃料加工建屋に設置し、加速度計が地震を感知した場合に一括で緊急遮断弁を閉止することで溢水量低減を図る設計とする。なお、2 out of 3の制御ロジックにより誤作動の発生率を低減する設計とする。

また、加速度計の機器の単一故障を想定し、加速度計を多重化する設計とする。

加速度計は地震が発生した場合に、燃料加工建屋内に設置している緊急遮断弁に信号を発信する機能を持つ計器である。

なお、緊急遮断弁は中央監視室での遠隔手動操作により、弁を開閉できる設計とする。

2. 2 緊急遮断弁の設計

地震時に燃料加工建屋内で配管等が破損した際の溢水量を低減するため、燃料加工建屋内に緊急遮断弁を設置する設計とする。

緊急遮断弁は、安全上重要な施設相当の設備とし、単一故障を想定しても遮断機能を満足できるように遮断弁を直列に2個設置する設計とする。また、設置する系統の用途や重要度に応じ、必要によりバイパスラインを設ける設計とする。

緊急遮断弁の駆動源は、圧縮空気とし、遮断弁へ常時空気を供給することにより弁の「開」状態を保持するものとする。そのため、圧縮空気の供給圧が小さくなった場合は、弁が「閉」方向へ動作する設計とする。

緊急遮断弁の駆動源となる圧縮空気の配管と緊急遮断弁のアクチュエータの間に、電磁弁を設け、通常時は通電状態でアクチュエータ側へ空気を供給する構成とする。

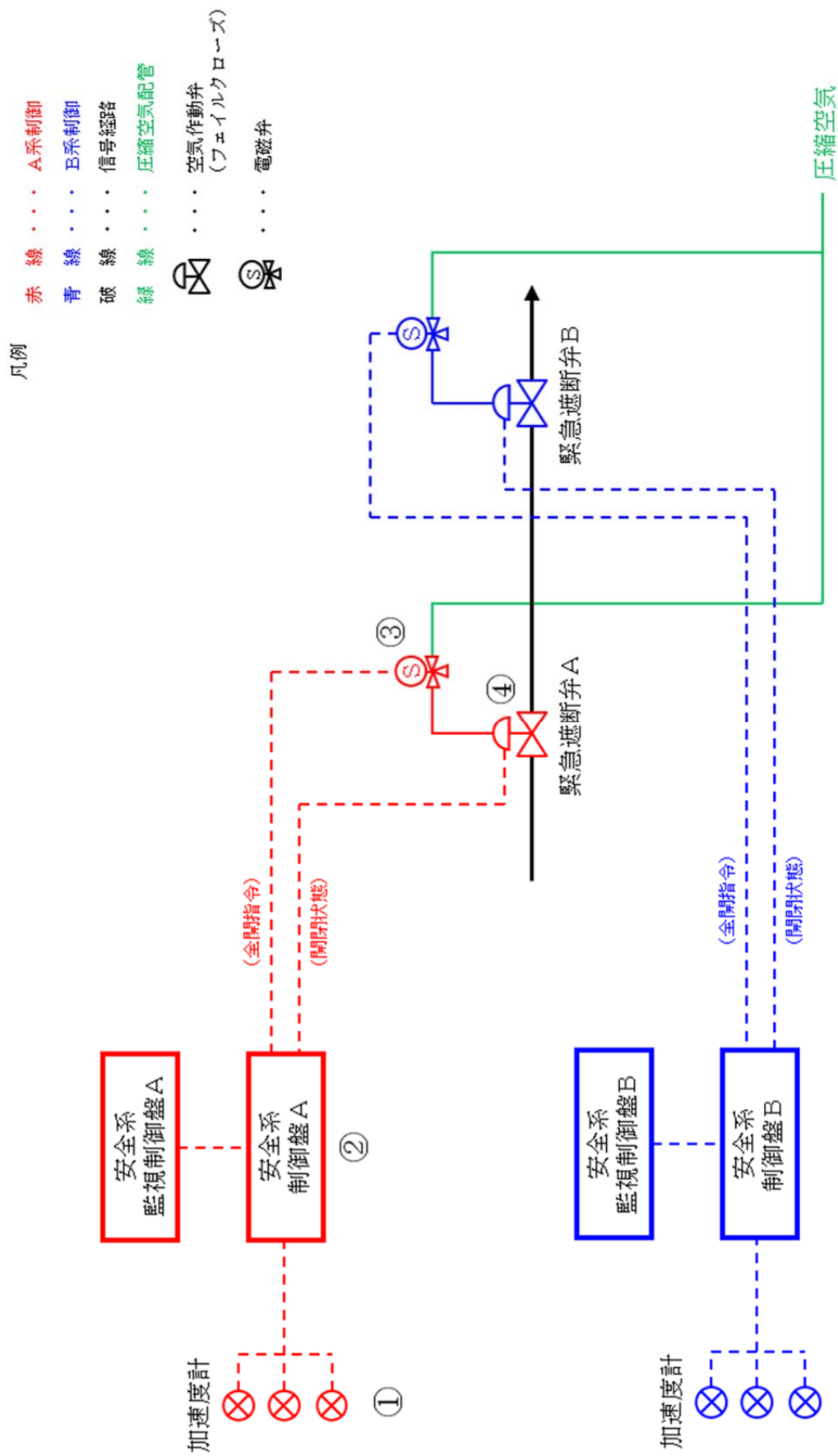
緊急遮断弁は、加速度計が設定加速度以上の加速度を感知した場合に制御盤へ信号を送信し、制御盤からの信号により電磁弁の電源を切ることによって電磁弁が作動し、空気をアクチュエータ側から大気へ排出することで弁を「閉」とするフェイルクローズ方式を有する設計とする。

緊急遮断弁を設置する系統の例を第1表に示す。

第1表 緊急遮断弁を設置する系統

系統名
工業用水
飲料水
空調用冷水
空調用蒸気
窒素循環用冷却水

また、緊急遮断弁の構成概要図を第2図に示す。



第2図 緊急遮断弁の構成概要図

2. 3 緊急遮断弁の作動方法の概要

緊急遮断弁の作動方法の概要を以下に示す。なお、①～④で動作する機器は、第2図の構成概要図中の①～④に該当する。

- ①加速度計（片系：水平3点，鉛直：3点）により，水平，鉛直それぞれ2／3論理回路のどちらかの動作により，地震を感知する。
- ②安全系制御盤で信号を受信し，圧縮空気配管途中に設置された電磁弁への全開指令を停止する。
- ③全開指令が停止した電磁弁は，全開状態を保持する圧縮空気の緊急遮断弁のアクチュエータ側への供給を停止し，大気放出することで，緊急遮断弁を全閉する。
- ④緊急遮断弁に取り付けられたリミットスイッチにより，弁が全閉となったことを安全系監視制御盤にて確認する。

3. 加速度計及び緊急遮断弁の耐震性について

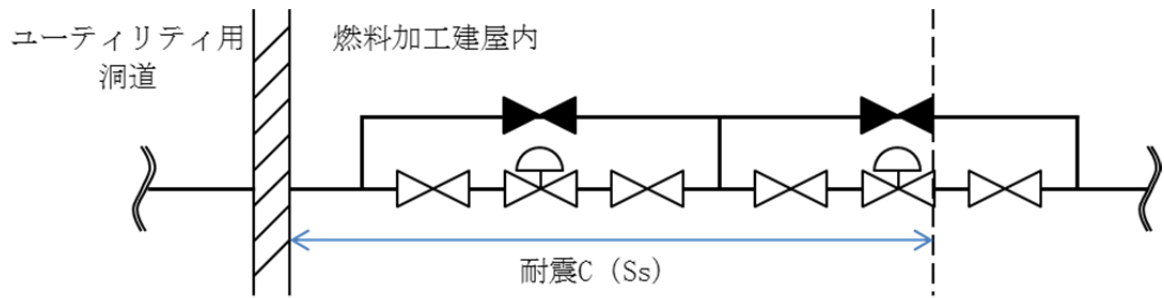
3. 1 加速度計の耐震性について

加速度計については，設定加速度以上の地震発生時に緊急遮断弁へ信号を發する計器であるため，基準地震動に耐える設計とする。

3. 2 緊急遮断弁の耐震性について

緊急遮断弁を設置する系統及び緊急遮断弁については，地震時に破損しないよう基準地震動に耐える設計とする。

基準地震動に耐える設計とする緊急遮断弁及びバイパスラインの範囲を第3-1図に示す。



第3-1図 緊急遮断弁及びバイパスラインの耐震範囲

4. 緊急遮断弁の作動に伴う運転への影響

緊急遮断弁の作動（閉止）に伴い工業用水等の供給が遮断される。供給が遮断される系統は一般系であるため、事故に至ることはない。ただし、冷却を要するものについては、供給停止に伴う温度上昇が想定される。これらについては、事象進展に伴う警報吹鳴時等の手順を定め対応を図るものとする。

5. 緊急遮断弁及び加速度計の管理方法について

緊急遮断弁及び加速度計の点検頻度については、安全上重要な施設と同等として、個々の設備に対して運転状況、点検実績、設置環境等に応じた頻度を設定し、社内標準にて定める。

以上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-9 (11条)

被水影響評価における防滴仕様の扱いについて

1. 概要

内部溢水影響評価においては、溢水防護対象設備のうち防滴仕様が確認されたものについては被水により機能喪失しないものとしており、防滴仕様の確認は、JIS規格又は設備構造の観点より実施する。

設備の防滴仕様に係る具体的な説明を以下に示す。

2. 溢水防護対象設備の防滴仕様の確認について

被水影響評価において防滴仕様に期待している設備は、JIS規格の「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」又は旧JIS規格の「JIS C 4004 回転電気機械通則」で定められた保護等級を有しているもの、保護等級は有していないものの当該規格で定められている試験条件と同等またはそれ以上の試験に合格しているもの、あるいは設備の構造上、影響部位に水が被るおそれがないものである。

本施設における各防滴仕様の詳細を第1表にまとめる。

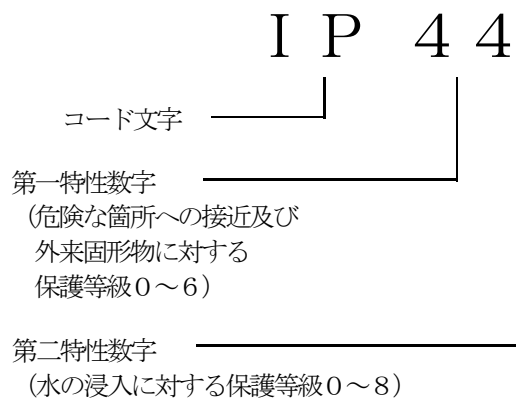
第1表 防滴仕様の説明

防滴仕様	参照規格	説明
<p>IPX4 またはそれ以上の水の浸入に対する保護等級を持つもの</p>	<p>JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)</p>	<p>【IPX4の定義】 あらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を及ぼしてはならない。</p> <p>【IPX4のJIS試験条件】</p> <p>①オシレーティングチューブの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 散水の方向：鉛直方向に対して±180度 ・ 全長距離200mmの位置からの散水 ・ 流量：0.07L/min×散水孔数 ・ 試験時間：10min <p>②散水ノズルの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 散水の方向：鉛直方向に対して±180度 ・ 全長距離200mmの位置からの散水 ・ 流量：10L/min ・ 最低試験時間：5min
<p>水の浸入に対する保護形式(JP) 第2記号=4 またはそれ以上の水の浸入に対する保護形式を持つもの</p>	<p>JIS C 4004 回転電気機械通則 (旧規格)</p>	<p>【第2記号=4の定義】 いかなる方向からの水滴によっても有害な影響を受けない。</p> <p>【第2記号=4のJIS試験条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 装置：じょうろノズル ・ 散水の方向：無制限 ・ じょうろノズルと被試験機間の距離：約1m ・ 流量：9L/min以下 ・ 試験時間：10min
<p>シーリング構造</p>	<p>—</p>	<p>継目部にシーリングを施工しており、構造上防滴仕様を有しているもの。</p>
<p>ケーシング構造</p>	<p>—</p>	<p>設備がケーシングで囲われており、影響部位に水が被るおそれのない構造のもの。</p>

3. 保護等級について

3. 1 IP コード

電気機器の防滴性能は、IEC 60529 規格に基づいて規定された「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」における保護等級表示=IP (International Protection) で表され、以下のような表記で第二特性の数字により定義される。



第二特性数字で示される水に対する保護等級を第2表に示す。

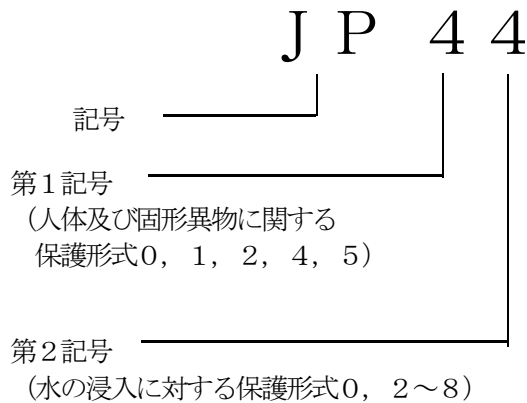
第2表 第二特性数字で示される水に対する保護等級

第二特性 数字	保護等級		試験条件 適用試験箇 条
	要約	定義	
0	無保護	—	—
1	鉛直に落下する水滴 に対して保護する。	鉛直に落下する水滴によっても有害 な影響を及ぼしてはならない。	14. 2. 1
2	15 度以内で傾斜し ても鉛直に落下する 水滴に対して保護す る。	外郭が鉛直に対して両側に 15 度以 内で傾斜したとき、鉛直に落下する 水滴によっても有害な影響を及ぼし てはならない。	14. 2. 2
3	散水(spraying water) に対して保 護する。	鉛直から両側に 60 度までの角度で 噴霧した水によっても有害な影響を 及ぼしてはならない。	14. 2. 3
4	水の飛まつ (splashing water) に対して保護 する。	あらゆる方向からの水の飛まつによ っても有害な影響を及ぼしてはなら ない。	14. 2. 4
5	噴流(water jet) 対 して保護する。	あらゆる方向からのノズルによる噴 流水によっても有害な影響を及ぼし てはならない。	14. 2. 5
6	暴噴流(powerful jet) に対して保護 する。	あらゆる方向からのノズルによる強 力なジェット噴流水によっても有害 な影響を及ぼしてはならない。	14. 2. 6
7	水に浸しても影響が ないように保護す る。	規定の圧力及び時間で外郭を一時的 に水中に沈めたとき、有害な影響を 生じる量の水の浸入があってはなら ない。	14. 2. 7
8	潜水状態での使用に 対して保護する。	関係者間で取り決めた数字 7 より 厳しい条件下で外郭を継続的に水中 に沈めたとき、有害な影響を生じる 量の水の浸入があってはならない。	14. 2. 8

「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)」より抜粋

3. 2 JP 記号

一部計装品の保護等級は、旧規格「JIS C 4004 回転電気機械通則」のJP記号が適用されており、この規格に基づく電気機器の防滴性能は、以下のような表記で第2記号の数字により定義される。



第2記号で示される水に対する保護形式を第3表に示す。

第3表 第2記号で示される水に対する保護形式

形式	記号	説明	試験
無保護形	0	水の浸入に対して特別の保護を施していない構造	試験せず
防滴形	2	鉛直から15° 以内の方向に落下する水滴によって有害な影響を受けない構造。	表5の2
防雨形	3	鉛直から60° 以内の方向に落下する水滴によって有害な影響を受けない構造。	表5の3
防まつ形	4	いかなる方向からの水滴によっても有害な影響を受けない構造。	表5の4
防噴流形	5	いかなる方向からの噴流によっても有害な影響を受けない構造。	表5の5
防波浪形	6	いかなる方向からの強い噴流によっても有害な影響を受けない構造。	表5の6
防浸形	7	指定の水深及び時間で水中に浸し、たとえ水が浸入しても有害な影響を受けない構造。	表5の7
水中形	8	水中で正常に運転できる構造。	表5の8

「JIS C 4004 回転電気機械通則」より抜粋

以上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-10 (11条)

被水防護対策（例）

1. はじめに

溢水防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、次項に示す対策を行うことにより、溢水防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするとしている。

以下に被水防護対策の例及び被水防護対策の被水試験の例を示す。

2. 被水防護対策例

（1）溢水防護板の設置

被水に対して耐性を有しない溢水防護対象設備について、溢水源との間に溢水防護板を設置することにより防護する。

（2）水密処理

被水に対して耐性を有しない溢水防護対象設備について、水が影響部位に浸入し得る箇所に対して、ガスケット追加、コーキング等の水密処理を行うことにより防護する。

水密処理の例（イメージ）を第1図に示す。



第1図 水密処理の例 (イメージ)

3. 被水防護対策仕様

	被水に対する耐水性	耐震性
溢水防護板の設置	○	溢水防護板は、基準地震動に耐える設計とする。
水密処理	○	溢水防護対象設備の耐震性による。

4. 被水試験の例

上記で挙げた溢水防護板及び水密処理は、実機を模擬した試験体を用いて、被水試験により溢水防護対象設備への影響がないことを確認する。

被水試験の例として、第2図に溢水防護板の試験風景を示す。



第2図 被水試験の例 (溢水防護板)

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-12 (11条)

溢水経路上期待する「壁, 堰」の保守及び運用管理について

溢水経路上期待する「壁, 堰」の保守及び運用管理について, 第1表に示す。

第1表 溢水経路上期待する「壁、堰」の保守及び運用管理について

対 象	保守（※1）及び運用管理の例
壁（床部含む）	<p><保守管理> 外観点検：コンクリート部の有意なひび割れ，塗装剥がれ及び止水処置の有意な欠損がないことを目視にて確認する。</p> <p><運用管理> 特になし。</p>
堰	<p><保守管理> 外観点検：有意な傷，へこみ等がないこと及びコーキング部に有意な欠損がないことを目視にて確認する。</p> <p><運用管理> 特になし。</p>
床ドレン逆止弁	<p><保守管理> 外観点検：有意な変形がないことを目視にて確認する。目皿タイプの逆止弁については，埃等の詰まりがないことも目視にて確認する。 分解点検：分解・清掃し，弁シートの状態を確認する。</p> <p><運用管理> 特になし</p>

※1：点検頻度は個々の設備に対して，運転状態，点検実績及び設置環境等に応じた頻度を設定し，社内標準にて定める。

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-14 (11条)

貫通部の止水対策について

壁貫通部については、止水対策が必要となる箇所に対して、シール材施工及びブーツラバー施工を実施することとしており、これらの止水対策が所定の耐水圧性能を有することを確認している。貫通部止水対策の施工例を第1図に示す。

以 上

貫通部 仕様	施工例	
	断面図	正面図
低温配管		
高温配管		

第1図 貫通部止水対策（施工例）

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 3-15 (11条)

貫通部シール材等の止水性能及び耐震性について

貫通部止水対策と使用するシール材，ラバーブーツ及びモルタルの止水性能及び耐震性を性能試験等で確認する。

1. シール材，ラバーブーツ及びモルタルの止水性能について

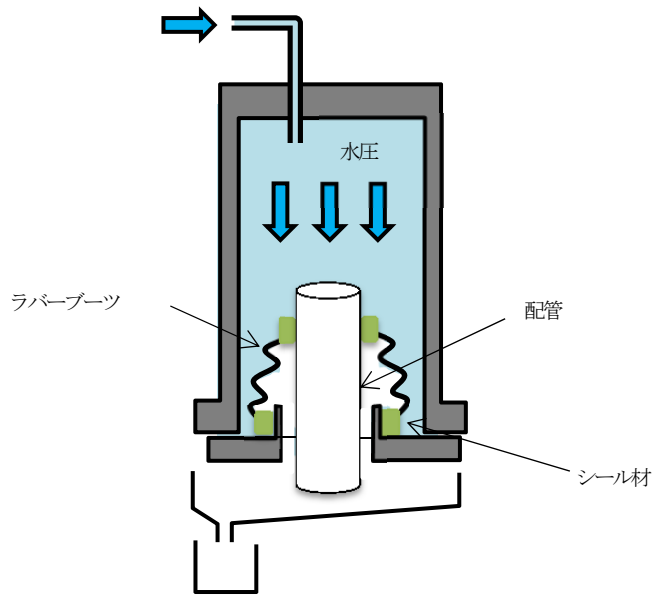
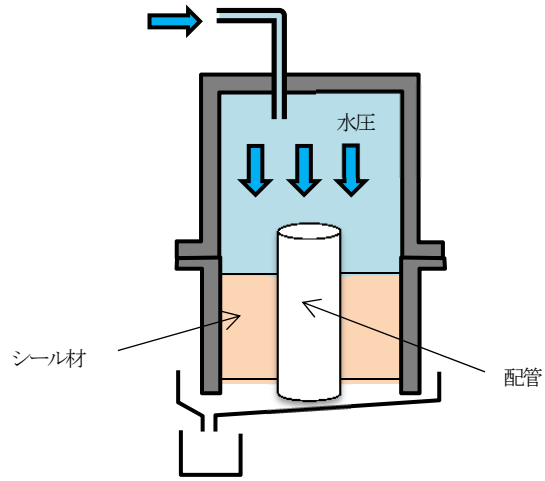
(1) シール材及びラバーブーツ

シール材及びラバーブーツは，規格化された物性値がないため，実機と同等の形状，寸法を模擬した試験体を用いた性能試験により止水性能を確認する。性能試験装置の概要を第1図に示す。

試験体の選定にあたり設計条件の包絡性を考慮した代表仕様とする。また，試験条件は，貫通部止水材料の種類，形状，想定荷重及び荷重作用方向を考慮し適切に設定する。

なお，評価基準を設けるにあたり試験体での止水性能との関係を確認する主な項目は次のとおりとする。

- ・貫通部止水材料のシール材種類
- ・貫通部止水材料の内径，厚さ（脚長等）及び隙間等



第1図 性能試験装置概要

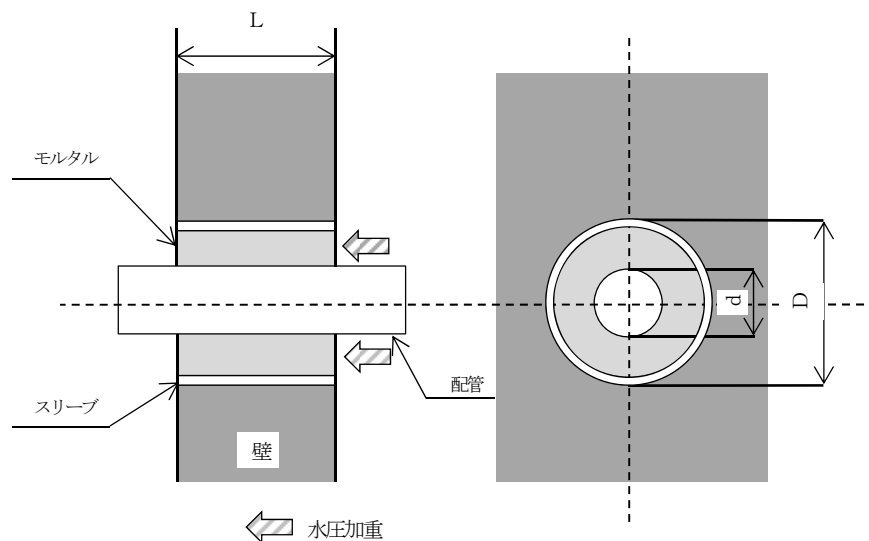
(2) モルタル

貫通部の止水処理に用いるモルタルについては、以下の通り静水圧に対し十分な耐性を有していることを確認している。モルタルの評価概要を第2図に示す。

【検討条件】

- ・スリーブ径：D [mm]
- ・モルタルの充填深さ：L [mm]
- ・配管径：d [mm]
- ・モルタル許容付着強度^{※1}：2.0 [N/mm²]
- ・静水圧：0.1 [N/mm²]（保守的に10m相当の静水圧を想定）

※1：「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説2010」による。



第2図 モルタル評価概要図

① モルタル部分に作用する水圧加重 (P1)

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 [N] = 0.1 [N/mm^2] \times (\pi \times (D^2 - d^2) / 4) [mm^2]$$

② モルタルの許容付加加重 (P2)

静水圧がモルタル部分に作用したときに、モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 [N] = 2.0 [N/mm^2] \times (\pi \times (D+d) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は、付着面積及び充填深さに比例するため、ここでは、保守的に貫通部に配管がない状態 ($d=0$) を想定し評価を行った。

静水圧に対して止水性能を確保するためには、 $P1 \leq P2$ であるため、以下のように整理できる。

$$0.02 \times D [mm] \leq L [mm]$$

上式より、モルタル施工箇所が止水性能を発揮するためには、貫通スリーブ径の2%以上の充填深さが必要である。一例として400mmの貫通スリーブに対して、約8mm以上の充填深さが必要であるが、実機における対象貫通部の最小厚さに対し、モルタルは壁厚さと同程度の厚さで充填することで、止水性能は十分に確保できる。

2. シール材，ラバーブーツ及びモルタルの耐震性について

(1) シール材及びラバーブーツ

シール材及びラバーブーツについては，配管等の変位追従性に優れていることから，地震によりシール材及びラバーブーツの健全性が損なわれることはない。

(2) モルタル

モルタルを充填した評価対象貫通部でのモルタル充填深さから基準地震動において貫通部に発生する圧縮・付着荷重が，モルタルの許容荷重以下になることを確認する。

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 4-2 (11条)

配管の破損位置及び破損形状の評価について

溢水評価ガイド「2. 1. 1 溢水の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」の評価（以下、「想定破損」という。）においては、高エネルギー配管は完全全周破断、低エネルギー配管は貫通クラックを想定して溢水影響を評価するが、一部の配管については、「溢水評価ガイド附属書A 流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」（以下、「溢水評価ガイド附属書A」という。）の規定を参考にしており、本資料にて当該評価について説明する。

1. 応力に基づく評価

想定破損の破損形状を変更する若しくは破損対象から除外する配管については「溢水評価ガイド附属書A」の規定を参考に応力評価を実施し、当該規定の要求を満足することを確認する。

2. 高エネルギー配管の評価

破損の想定はターミナルエンドと一般部（ターミナルエンド以外）について実施する。

想定破損評価における高エネルギー配管の破損の形状については、完全全周破断を想定して溢水影響を評価するが、一部の高エネルギー配管の評価対象（25Aを超える※1）に対し、「溢水評価ガイド附属書A」を参考にターミナルエンドは完全全周破断、ターミナルエンド以外（一般部）は、許容応力の0.8倍又は0.4倍に応じた破損形状とする旨の記載に従って評価する。

応力評価は3次元はりモデル解析により行い、「溢水評価ガイド附属書A」を参考に一次＋二次応力の評価式と許容応力を用いる。

高エネルギー配管の破損形状の評価フローを第1図に示す。

※1：被水・蒸気による影響評価の対象となる配管は25A以下も対象

3. 低エネルギー配管の評価

想定破損評価における低エネルギー配管の破損の形状については、貫通クラックを想定して溢水影響を評価するが、一部の低エネルギー配管の評価対象（25Aを超える※2）に対し、「溢水評価ガイド附属書A」を参考に許容応力の0.4倍を下回る場合は破損を想定しない旨の記載に従って評価する。

応力評価は3次元はりモデル解析により行い、「溢水評価ガイド附属書A」を参考に一次＋二次応力の評価式と許容応力を用いる。

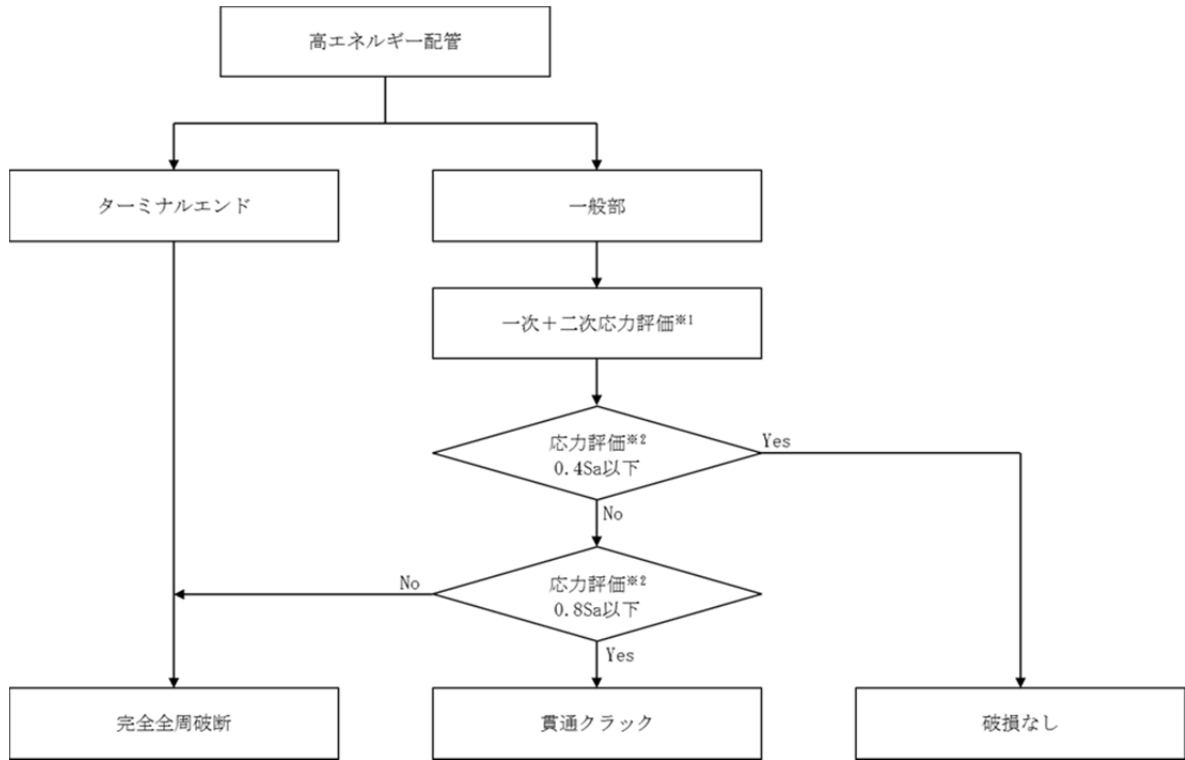
低エネルギー配管の破損形状の評価フローを第2図に示す。

※2：被水による影響評価の対象となる配管は25A以下も対象

4. 応力に基づく評価結果

2, 3に示すとおり、「溢水評価ガイド附属書A」を参考に一次応力＋二次応力の計算値が許容応力の0.4倍を下回る配管については、溢水影響評価における破損は想定しない。

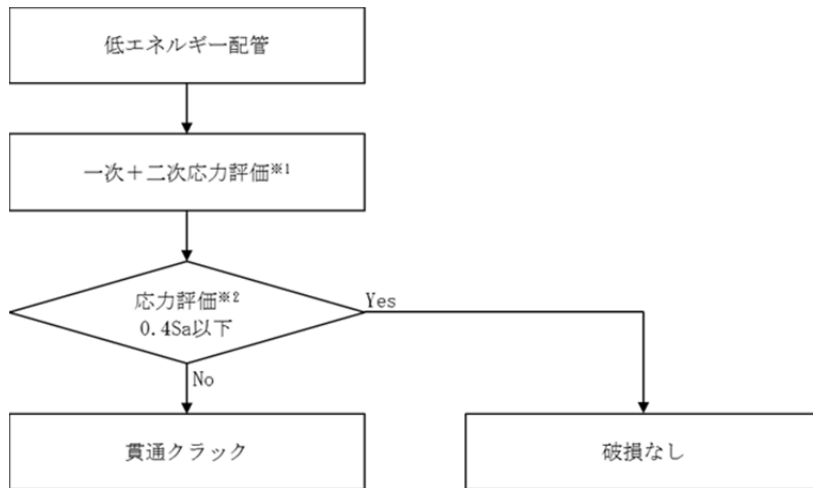
以上



※1 溢水評価ガイド附属書Aを参考にした一次+二次応力評価

※2 Sa : 許容応力 (日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005)」 PPC-3530)

第1図 高エネルギー配管の破損形状評価フロー



※1 溢水評価ガイド附属書Aを参考にした一次+二次応力評価

※2 Sa : 許容応力 (日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005)」 PPC-3530)

第2図 低エネルギー配管の破損形状評価フロー

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 4-3 (11条)

連結散水装置の使用例

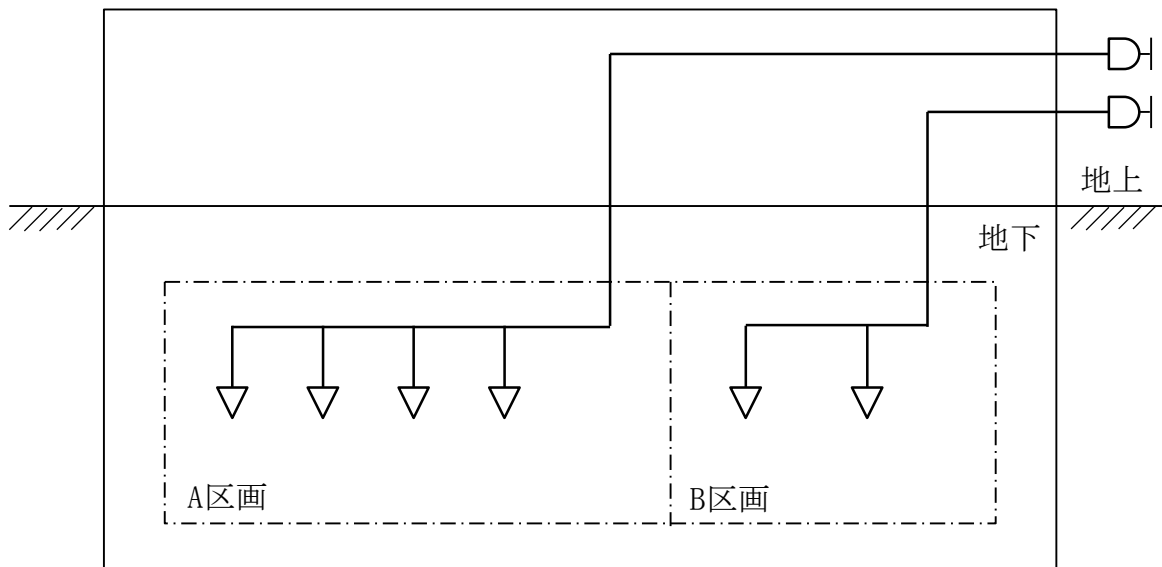
1. 連結散水装置

1. 1 連結散水装置の概要

本装置は、建屋外壁部に設置した送水口に消防ポンプ車のホースを接続し、消火水を供給することで、建屋地下階の特定区画に設置した散水ヘッド（開放型スプリンクラーヘッド）から散水を行うものである。

1. 2 設備構成

本設備の概略系統を第1図に示す。



<凡例>

DH : 送水口

▽ : 散水ヘッド

第1図 連結散水装置の概略系統図

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 4-4 (11条)

その他の漏えい事象に対する確認について

その他の漏えい事象に対して、想定される事象を整理するとともに、漏えい水が安全機能に影響を及ぼさない設計となっていることを確認する。

1. その他の漏えい事象の整理

燃料加工建屋内にて発生が想定されるその他の漏えい事象について第1表に整理する。

第1表 その他の漏えい事象

分類	想定事象	漏えい量
(1)機器ドレン	・空調ドレン（結露水含む） 等	小
(2)機器損傷 (配管以外)	・開放端に繋がる弁のシートリーク ・弁グランドリーク ・ポンプシールリーク ・フランジリーク 等	小
(3)人的過誤	・弁誤操作 等	小

(1)機器ドレン

通常運転状態において発生するドレンであり、床及び機器ドレンファンネルにより排水可能な設計としている。

(2)機器損傷（配管以外）

事象については、漏えい量は比較的少なく、漏えいした水は床ドレンファンネルを経由して床ドレン回収槽に溜まり、床ドレン回収槽に設置された液位計の監視により検知可能な設計としている。

(3) 人的過誤

本施設の運転操作にて系統内の流体を系外に放出する操作はない。分析のための現場サンプリングでは、配管あるいは貯槽より容器に系統内の流体を採取するが、人が介在しているため、漏えいがあれば速やかに弁を閉止する。

設備の点検作業に伴う系統内の流体のブローが発生する場合には、隔離範囲を最小限とし、残液が想定される場合は、トレーやホース等を準備し、人が介在し、管理された状態で徐々に排水する。

これらより、人的過誤による漏えい量は少ないと判断する。

2. その他の漏えい事象に対する対応方針

第1表に整理した事象は、基本的に漏えい量が少なく、現在の想定破損、地震及び消火水の放水の溢水量に包含されると考えられる。

なお、機器の誤動作により、系外に液体を放出する発電炉に設置される格納容器スプレイのような設備は、本施設にはない。

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 5-3 (11条)

溢水経路となる開口部について

溢水影響評価において考慮する溢水経路は、溢水防護区画とその他の区画（溢水防護対象設備が存在しない区画又は通路）との間における伝播経路となる扉、壁開口部及び貫通部、天井開口部及び貫通部、床面開口部及び貫通部、床ドレン等の接続状況及びこれらに対する流入防止対策の有無を踏まえ設定する。溢水経路となる開口を第1表に示す。

以 上

第1表 溢水経路となる開口

開口分類		開口種別	溢水経路 設定要否	設定の考え方
扉		一般扉	○	<ul style="list-style-type: none"> 扉の隙間からの漏えいが考えられるため、溢水経路とする。
		ガラリ付扉		
		防火扉		
		気密扉		
		遮蔽扉		
貫通部		壁, 床 (天井)	○	<ul style="list-style-type: none"> 貫通部の隙間からの漏えいが考えられるため、溢水経路とする。
開口部	吹き抜け	壁, 床 (天井)	○	<ul style="list-style-type: none"> 開口部からの漏えいが考えられるため、溢水経路とする。
	ハッチ		○	<ul style="list-style-type: none"> 開口に設置された蓋の隙間からの漏えいが考えられるため、溢水経路とする。
	点検口			
床ドレン		床	○	<ul style="list-style-type: none"> ドレン配管を通じて他区画から逆流する可能性があるため、溢水経路とする。

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 6-3 (11条)

滞留面積の算出について

滞留面積については、没水影響評価結果に与える影響が大きいことから、以下のような条件にて算出することを基本とする。

(1) インプット

- a. 原則として、設計図書を使用し床面積を算出する。

(2) 算出範囲

- a. 壁、扉等で囲まれた範囲を単位区画として面積を算出する。
- b. 躯体平面図等を確認し、基準床面より盛り上がっている部分である機械基礎は面積積算の除外範囲とする。

(3) 数値処理

面積の算出は「 m^2 」単位で行い、小数第2位を切り捨てる。(床面積算出後に切り捨てを実施する。)

以 上

令和元年12月6日 R0

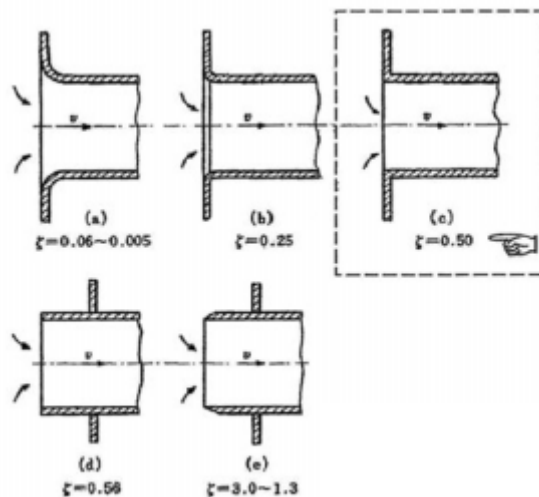
補足説明資料 7-1 (11条)

流出係数の根拠について

流出流量は、機械工学便覧のベルヌーイの実用式より次式となる。

$$\begin{aligned} \text{流出係数} &= \text{開口面積} \times \sqrt{\frac{2 \times g \times \text{水頭圧}}{1 + \text{ノズル係数}}} \times 3600 \\ &= \text{開口面積} \times \text{流出係数} \times \sqrt{2 \times g \times \text{水頭圧}} \times 3600 \end{aligned}$$

ノズル係数とは、開口部をノズルとみなした場合の損失係数であり、管路の入口形状により定まる。破損部の形状として最も近いと考えられる形状は、第1図 管路の入口形状と損失係数「機械工学便覧」の(c)タイプであり、損失係数は0.5となる。



第1図 管路の入口形状と損失係数（「機械工学便覧」より）

ノズル係数を0.5 とすると流出係数は、0.82 となる。

$$\text{流出係数} = \sqrt{\frac{1}{1 + \text{ノズル係数}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.5}} = 0.816 \doteq 0.82$$

以 上

令和元年12月6日 R0

補足説明資料 7-8 (11条)

応力評価により破損を想定しない配管の管理について

1. はじめに

配管破損の想定にあたって、詳細な応力評価により破損想定を除外を行う又は破損形状を全周破断から貫通クラックに変更する場合は、減肉、腐食、疲労による破損を別途想定し、非破壊検査、疲労評価等を定期的実施する。定期的な管理と評価を実施することにより、破損の想定を除外する。このうち特に配管等の減肉による管理について以下に示す。

2. 配管の減肉管理方針について

減肉の可能性のある配管については「発電用設備規格 配管減肉管理に関する規格 (JSME S CA1-2005)」, 「発電用原子力設備規格 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格 (JSME S NG1-2006)」, 「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格 (JSME S NH1-2006)」 (以下, JSME 規格という。) を参考に管理の手順を定めるものとする。

なお, 対象配管については各破損想定に応じて耐震評価基準又は「溢水評価ガイド附属書 A」の「2. 1 運転中に発生する応力に基づく評価法」の要求を満足させることとする。

3. 管理対象系統の抽出

以下の手順により対象系統を抽出する。

(1) 対象系統

内部溢水評価の結果, 対策として応力評価を行い, 破損を想定しない又は破損形状を全周破断から貫通クラックに変更する系統を対象とする。

(2) 対象材料

本施設の低エネルギー配管材料としては、ステンレス鋼および炭素鋼が使用されているが、配管の主要な減肉事象を第1表のとおり整理し、相対的に耐食性の低い炭素鋼配管を代表として抽出する。第1表に主要な減肉事象と炭素鋼配管を代表として減肉測定を実施する理由を示す。なお、炭素鋼配管であっても、内面ライニング配管については対象外とする。

第1表 主要な減肉事象と炭素鋼配管を代表として減肉測定を実施する理由

減肉事象		炭素鋼配管を代表として減肉測定を実施する理由
腐食	全面腐食	ステンレス鋼はC r含有量が多く、表面に形成される不動態化被膜により炭素鋼に比べ耐食性が優れている。
	流れ加速型腐食 (FAC)	FAC による減肉速度は配管材料のC r含有量が多いほど低下することが知られており、ステンレス鋼は炭素鋼に比べ、FAC が抑制される。
エロージョン	液滴衝撃エロージョン (フラッシング・エロージョン含む)	液滴衝撃エロージョンは負圧機器に接続され連続的に高速二相流が流れる系統で発生する可能性があるが、対象となる低エネルギー配管で該当する系統はない。
	キャビテーション・エロージョン	設計段階においてキャビテーション発生防止のための評価・確認を実施し、運転条件を適切に維持していることから問題ない。
	固体粒子エロージョン	固体粒子を含む系統で起こる事象であるが、応力評価対象である溢水源には有意な固体粒子を含む系統は無いことから対象外とする。

(3) 対象腐食モード

配管強度に影響を及ぼす腐食モードとしては、流れ加速型腐食 (FAC)、全面腐食が考えられるが、低温配管については、FAC の感受性は低いことから、主に全面腐食を管理対象とする。

以上より肉厚測定対象系統を抽出する。

4. 管理対象系統の肉厚測定管理について

3項の手順に基づき抽出した管理対象系統については、内部溢水影響評価の管理項目として、計画的な肉厚測定と管理を行う。

測定方法については、社内標準に定めて実施する。

以 上