

【公開版】

資料 2-7	令和 2 年 1 月 30 日
日本原燃株式会社	

六ヶ所再処理施設における  
新規制基準に対する適合性

第 28 条：重大事故等の拡大の防止等  
使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

## 目次

### 11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

#### 11.1 想定事故 1 のための措置

##### 11.1.1 想定事故 1 のための措置の具体的対策

##### 11.1.2 想定事故 1 のための措置の有効性評価

#### 11.2 想定事故 2 のための措置

##### 11.2.1 想定事故 2 のための措置の具体的対策

##### 11.2.2 想定事故 2 のための措置の有効性評価

#### 11.3 想定事故 1 及び想定事故 2 のための措置に必要な要員 及び資源

## 11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処

### (1) 事故の特徴

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設では、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）（1基：1,000 t・U<sub>Pr</sub>）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）（1基：1,000 t・U<sub>Pr</sub>）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）（1基：1,000 t・U<sub>Pr</sub>）の合計3基の燃料貯蔵プールを設置している。この他に、原子力発電所から受け入れた使用済燃料を仮置きする燃料仮置きピット（2基：約35 t・U<sub>Pr</sub>/基）及び前処理建屋へ使用済燃料を送り出すための燃料送出しピット（1基：最大約28 t・U<sub>Pr</sub>）を設置している（これらを総称して、以下11. では「燃料貯蔵プール等」という。）。これらの燃料貯蔵プール等では、合計で最大3,000 t・U<sub>Pr</sub>の使用済燃料を貯蔵することができる。燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態で使用済燃料の取扱いを行う。また、万一、燃料貯蔵プール等に異常が発生した場合に備え、燃料仮置きピットを隔離するためのピットゲート及び燃料貯蔵プールを隔離するためのプールゲートを設置しているが、通常運転時は使用しない。

また、燃料貯蔵プール等の使用済燃料は、同位体組成管理により相互間隔を適切に維持したラック又はバスケット（以下11. では「ラック等」という）へ収納することにより未臨界を維持している。

燃料貯蔵プール等には、使用済燃料が有する崩壊熱を除去し、燃料貯蔵プール等の水の沸騰を防止するために、使用済

燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化・冷却設備のプール水冷却系（以下11.では「プール水冷却系」という。）及びその他再処理設備の附属施設の冷却水設備の安全冷却水系（使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用）（以下11.では「安全冷却水系」という。）を設置している。また、自然蒸発による燃料貯蔵プール等の水位低下に対して、遮蔽水位を維持するために使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備の補給水設備（以下11.では「補給水設備」という。）を設置している。使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の系統概要図について、第11-1図に示す。

a. 想定事故1の特徴

プール水冷却系又は安全冷却水系の冷却機能の喪失した場合、使用済燃料が有する崩壊熱により燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、これが継続すると燃料貯蔵プール等の水の沸騰に至る。この状態において、補給水設備による燃料貯蔵プール等への注水ができない場合には、燃料貯蔵プール等の水位が低下することで遮蔽機能が低下し、放射線量が増加する。燃料貯蔵プール等の注水機能喪失が継続すると、やがて使用済燃料の有効長頂部が露出し、使用済燃料の損傷に至る。

冷却機能及び注水機能の喪失による使用済燃料の損傷は、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等で発生

する。発生を想定する設備を第11-1表に示す。

想定事故1における燃料貯蔵プール等の沸騰に至るまでの時間は、最も短い燃料貯蔵プール（PWR燃料用）で約39時間である。

#### b. 想定事故2の特徴

燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及び地震によるスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、燃料貯蔵プール等の水位が低下する。この状態において、プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能が喪失している場合は、使用済燃料が有する崩壊熱により燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、これが継続すると燃料貯蔵プール等の水の沸騰に至る。また、蒸発により燃料貯蔵プール等の水位が低下することで遮蔽機能が低下し、放射線量が増加する。この状態が継続すると、やがて使用済燃料の有効長頂部が露出し、使用済燃料の損傷に至る。

小規模な漏えい並びに冷却機能及び注水機能の喪失による使用済燃料の損傷は、使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等で発生する。発生を想定する設備を第11-1表に示す。

想定事故2における燃料貯蔵プール等の沸騰に至るまでの時間は、最も短い燃料貯蔵プール（PWR燃料用）で約35時間である。

(2) 想定事故 1 及び想定事故 2 への対処の基本方針

想定事故 1 及び想定事故 2 への対処として、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の第二十八条及び第三十八条第 1 項に規定される要求を満足する燃料損傷防止対策を整備する。

蒸発により燃料貯蔵プール等の水が減少し、水位が低下することによる遮蔽機能の低下、及び使用済燃料の露出により損傷に至ることから、これらを防止するため、燃料貯蔵プール等に注水し、水位を維持する。以下、この対策を燃料損傷防止対策という。対策の概要図を第 11-2 図に示す。

## 11.1 想定事故 1 の燃料損傷防止対策

### 11.1.1 想定事故 1 の燃料損傷防止対策の具体的対策

燃料貯蔵プール等のプール水冷却系の冷却機能,安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能の喪失した場合には,可搬型中型移送ポンプ,可搬型建屋内ホース,可搬型建屋外ホース,弁等を敷設し,これらを接続することで,第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ水を供給するための経路を構築する。

また,燃料貯蔵プール等の状態監視のため,監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間,燃料貯蔵プール等の状態監視は,実施組織要員により携行型の監視設備にて行う。また,水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても,線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視を継続して実施するため,空冷設備を設置する。

燃料貯蔵プール等の水位は通常水位(プール底面から 11.50 m)を目安に注水し,通常水位到達後は,燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう,可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量の調整により通常水位を目安に水位を維持する。

想定事故 1 の対策の概要を以下に示す。また,対策の系統概要図を第 11-2 図に,重大事故等への対処の手順の概要を第 11.1.1-1 図に示す。また,重大事故等への対処における手順と設備の関係を第 11.1.1-1 表に,必要な実施組織要員及び作業項目を第 11.1.1-2 図及び 11.1.1-3 図に示す。対処に必要な設備を第 11.1.1-2 表に示す。



a. 燃料損傷防止対策の実施判断

降灰予報が発表された場合、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失が確認された場合、又は外部電源が喪失し、非常用ディーゼル発電機が運転できない場合、燃料貯蔵プール等への注水を判断し、b.へ移行する。

b. 建屋外の水供給経路の構築

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために、可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを第1貯水槽又は第2貯水槽近傍へ設置し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し、第1貯水槽又は第2貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。なお、降灰により可搬型中型移送ポンプが機能喪失するおそれがある場合には、可搬型中型移送ポンプを保管庫内に配置する。

c. 燃料損傷防止対策の準備

燃料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが、全交流動力電源が喪失している場合には、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、代替監視設備及び可搬型発電機を準備する。代替監視設備及び可搬型発電機を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の代替監視設備にて実施組織要員による監視を行う。

【補足説明資料 11-10】

また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可

搬型建屋外ホースと接続し、第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。

なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

d. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断

燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後、燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し、以下のe.へ移行する。

e. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施

可搬型中型移送ポンプにより第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

燃料貯蔵プール等への注水は燃料貯蔵プール等の通常水位である燃料貯蔵プール底面から11.50mを目安に注水し、目標水位到達後は使用済燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう、可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量を調整する。

f. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断

燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより、燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。

g. 代替監視設備及び空冷設備の設置

代替監視設備の設置完了後、可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。

また、空冷設備の設置完了後、可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して、空冷設備により冷却空気が供給されていることを確認する。

## 11.1.2 想定事故1の燃料損傷防止対策の有効性評価

### 11.1.2.1 有効性評価

#### (1) 代表事例

燃料貯蔵プール等における設計上定める条件より厳しい条件は、設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の「地震」及び「火山」、設計上定める条件より厳しい条件における内的事象の「配管漏えい」及び「長時間の全交流動力電源の喪失」である。

これらの条件において、プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能の喪失、重大事故等への対処の種類及び重大事故等への対処時の想定される作業環境の苛酷さを考慮すると、概ね「地震」を条件とした場合が厳しい結果を与える。ただし、「地震」を条件とした場合は同時にスロッシング及びサイフォン効果等による小規模な漏えいが発生し「プール水の保持機能」も喪失することを踏まえ、想定事故1では地震の次に厳しい条件となる「火山」、想定事故2では「地震」を代表として有効性評価を実施する。

#### (2) 代表事例の選定理由

##### a. プール水冷却系及び安全冷却水系の冷却機能並びに補給水設備の注水機能の喪失の範囲

冷却機能及び注水機能の喪失による想定事故1の発生原因は、「3. 設計上定める条件より厳しい条件の設定及び重大事故の想定箇所の特定」において、フォールトツリー分析

により明らかにした。燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失を頂上事象とした場合のフォールトツリーを第11.1.2.1-1図に示す。また、プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備の系統概要図を第11-1図に示す。

フォールトツリー分析において明らかにしたとおり、「地震」においてプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失による間接的な機能喪失により、燃料貯蔵プール等において同時に「崩壊熱除去機能」が喪失することに加え、プール水冷却系配管の破断によるサイフォン効果等により小規模な漏えいが発生するとともに、地震によるスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、燃料貯蔵プール等において同時に「プール水の保持機能」が喪失する。これらと事故の特徴を踏まえ、想定事故1は燃料貯蔵プールの水面が揺動しない事故、想定事故2は燃料貯蔵プールの水面が揺動をする事故と整理し、地震によるスロッシングを考慮して想定事故2として発生を想定する。

「火山」の場合は、冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失及び電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により「崩壊熱除去機能」の喪失が燃料貯蔵プール等において同時に発生する。その結果、想定事故1の発生が想定される。

「配管漏えい」の場合には、プール水冷却系配管の破断によるサイフォン効果等により、燃料貯蔵プール等の水の漏えいが燃料貯蔵プール等において同時に発生する。このとき、

さらに厳しい条件として補給水設備の動的機器の多重故障を想定した場合、「崩壊熱除去機能」の喪失が燃料貯蔵プール等において同時に発生する。その結果、想定事故2の発生が想定される。

「長時間の全交流動力電源の喪失」の場合は、電源喪失によるプール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の間接的な機能喪失により、燃料貯蔵プール等に置いて同時に「崩壊熱除去機能」が喪失する。その結果、想定事故1の発生が想定される。

外的事象の火山において発生する機能喪失は、冷却塔の動的機器の直接的な機能喪失を含むこと、及び環境条件の悪化も伴うことから、重大事故等への対処は厳しくなる。このため、想定事故1の有効性評価で代表とする要因は、外的事象の火山とする。

外的事象の地震において発生する機能喪失は、プール水冷却系配管の破断に加えて、プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失、スロッシングによる水位低下が生じること、及び全交流動力電源喪失が同時に発生するため、喪失する機器が多く、その範囲も広い。また、地震は、環境条件の悪化も伴うことから、重大事故等対策としては厳しくなる。このため、想定事故2の有効性評価で代表とする要因は、外的事象の地震とする。

#### b. 重大事故等対策の種類

重大事故等対策は、冷却塔、プール水冷却系のポンプ、安

全冷却水系の冷却水循環ポンプ，補給水設備のポンプ等の動的機器及び動的機器を起動させるために必要な電気設備等，多岐の設備故障に対応でき，かつ，複数の設備故障が発生した場合においても対処が可能となるような対策を選定している。

重大事故等対策がカバーする機能喪失の範囲は，第11.1.2.1-1図のフォールトツリーに示すとおりである。

整備した重大事故等対策が，「地震」及び「火山」を含む全ての設計上定める条件より厳しい条件で想定される機能喪失をカバーできており，重大事故等への対処の種類観点から，「地震」及び「火山」以外の条件に着目する必要性はない。

#### c. 重大事故等への対処時の環境条件の観点

重大事故等への対処時の環境条件に着目すると「地震」を条件とした場合には，基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とした設備以外の設備の損傷及び動的機器の動的な機能の喪失が想定されることから，建屋内では，溢水，化学薬品漏えい及び内部火災のハザードが発生する可能性があり，また，全交流動力電源の喪失により換気空調が停止し，照明が喪失する。一方，建屋外では，不等沈下及び屋外構築物の倒壊による環境悪化が想定される。

「火山」を条件とした場合には，建屋内では，全交流動力電源の喪失に伴う換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの，「地震」の場合のように溢水，化学薬品漏えい及

び内部火災のハザードの発生は想定されない。一方、建屋外では、降灰による環境悪化が想定される。

「配管漏えい」を条件とし、さらに厳しい条件として補給水設備の多重故障を想定した場合には、建屋内の換気空調の停止及び照明は健全であり、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されず、建屋外の環境条件が悪化することはない。

「長時間の全交流動力電源の喪失」を条件とした場合には、建屋内の換気空調の停止及び照明の喪失が発生するものの、「地震」の場合のように溢水、化学薬品漏えい及び内部火災のハザードの発生は想定されず、建屋外の環境条件が悪化することはない。

以上より、「地震」が建屋内外の作業環境を最も悪化させる可能性があるものの、建屋外の環境条件では、「地震」及び「火山」において想定される環境悪化要因の特徴が異なる。しかしながら、想定事故1は「火山」、想定事故2は「地震」を代表事例としており、これらの対処内容や対処設備に違いはなく、想定事故1及び想定事故2の有効性評価を行うことで、想定される環境悪化要因の特徴が異なることの対処の有効性を確認できる。

### (3) 有効性評価の考え方

燃料貯蔵プール等の水が沸騰により蒸発して水位低下に至った場合に、燃料貯蔵プール等への注水を開始し、水位を一定範囲に維持できることを確認するため、燃料貯蔵プール



等の水位及び水温の推移を評価する。これらの評価は、水の比熱等を用いた簡便な計算により、燃料貯蔵プール等における全ての使用済燃料の燃料有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）を確保できること及び1作業あたりの被ばく線量の目安である10m Svを確保するために必要な放射線の遮蔽を維持できる水位（通常水位－5.0m）を確保できることを評価する。また、未臨界を維持できることを評価する。

燃料貯蔵プール等の水位及び水温の推移を評価するため、沸騰時間を評価する。評価条件を第11.1.2.1－1表に示す。

#### (4) 有効性評価の評価単位

燃料貯蔵プール等には、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{P_R}$ の使用済燃料が燃料貯蔵プール等において様々な組合せで仮置き及び貯蔵されるものの、燃料貯蔵プールに対して、燃料仮置きピット及び燃料送出しピットは保有水量に対する使用済燃料の仮置き体数の絶対量が小さいことを考慮し、沸騰時間が厳しく算出されるように、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{P_R}$ の使用済燃料を燃料貯蔵プールへ配置するとともに、崩壊熱量が大きい冷却期間4年のPWR燃料 $600 \text{ t} \cdot U_{P_R}$ 及び冷却期間12年のPWR燃料 $400 \text{ t} \cdot U_{P_R}$ を燃料貯蔵プール（PWR燃料用）へ配置し、その他の燃料貯蔵プールには冷却期間12年の使用済燃料を配置した状態において、最も沸騰時間が短くなる燃料貯蔵プールの沸騰時間を代表して有効性評価を実施する。

有効性評価の評価単位は、想定事故2でも同様である。

(5) 機能喪失の条件

代表事例の選定理由で示したとおり，冷却塔の動的機器の機能喪失並びに外部電源を含めた全交流動力電源の喪失によるプール水冷却系，安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の機能喪失を想定する。このため，追加での機能喪失は想定しない。

(6) 機器の条件

想定事故 1 への燃料損傷防止対策に使用する機器を第 11.1.1-2 表に示す。また，主要な機器の条件を以下に示す。

a. 可搬型中型移送ポンプ

可搬型中型移送ポンプは，1 台当たり  $240\text{m}^3/\text{h}$  の容量を有し，想定事故 1 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し，燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として，燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約  $10\text{m}^3/\text{h}$  を上回る，最大約  $160\text{m}^3/\text{h}$  を供給できるものとして，有効性を評価する。

b. 燃料貯蔵プール等の初期水温

運転上許容されるプール水冷却系 1 系列運転時の最高温度である  $65^\circ\text{C}$  とする。

c. 燃料貯蔵プール等の初期水位

燃料貯蔵プール等の初期水位は，管理上の水位の変動範囲

でも厳しい水位低警報設定値である、通常水位 $-0.05\text{m}$ とする。

d. 燃料貯蔵プール等の貯蔵容量及び崩壊熱量

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋において貯蔵する使用済燃料は最大貯蔵量を $3,000\text{ t} \cdot U_{P_R}$ とし、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）については、崩壊熱量が大きい冷却期間4年のPWR燃料を最大量 $600\text{ t} \cdot U_{P_R}$ 及び冷却期間12年のPWR燃料を $400\text{ t} \cdot U_{P_R}$ 貯蔵した場合の値を、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）については、冷却期間12年のBWR燃料を $1,000\text{ t} \cdot U_{P_R}$ 貯蔵した場合の値を、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）については、冷却期間12年のPWR燃料及びBWR燃料をそれぞれ $500\text{ t} \cdot U_{P_R}$ 貯蔵した場合の値を設定する。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の崩壊熱量は、それぞれ $2,450\text{ kW}$ 、 $1,490\text{ kW}$ 及び $1,480\text{ kW}$ とする。

なお、燃料仮置きピットに使用済燃料が仮置きされる場合、原子力発電所から受け入れた使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が4年のBWR燃料及びPWR燃料が仮置きされることとなるが、その量は燃料貯蔵プールに対して十分小さく、保有水量を考慮しても、沸騰時間が燃料貯蔵プールより短くなることはない。また、燃料送出しピットに使用済燃料が仮置きされている場合、前処理建屋でせん断を実施する前の使用済燃料の仮置きを想定するため、冷却期間が15

年の B W R 燃料及び P W R 燃料が仮置きされることとなるが，その量は燃料貯蔵プールに対して十分小さく，また，冷却期間が長いいため崩壊熱量は十分小さい。このため，保有水量を考慮しても沸騰までの時間が燃料貯蔵プールより短くなることはない。

さらに，冷却期間 4 年の B W R 燃料と P W R 燃料を比較した場合，P W R 燃料の崩壊熱量の方が大きくなり，各燃料貯蔵プールの保有水量を考慮しても，燃料貯蔵プール（P W R 燃料用）へ冷却期間 4 年の P W R 燃料を配置することで，沸騰時間が最も短くなり，安全側の評価となる。

【補足説明資料11-4】

【補足説明資料11-8】

e. 燃料貯蔵プール等からの水位低下量及び保有水量

燃料貯蔵プール等からの水位低下量は，崩壊熱量及び水の蒸発潜熱により算出される。水位低下の評価においては，通常運転時の運用を踏まえ，燃料貯蔵プール等が連結されているものとするが，燃料貯蔵プール等の水の沸騰までの時間においては，個別の燃料貯蔵プールの保有水量のみを考慮し，燃料貯蔵プール間の熱の移動がないものとして，保守的に温度評価を行うこととし，燃料貯蔵プールからの放熱を考慮しない断熱評価とする。このときの燃料貯蔵プール（P W R 燃料用），燃料貯蔵プール（B W R 燃料用）及び燃料貯蔵プール（B W R 燃料及び P W R 燃料用）の保有水量は，それぞれ約  $2,453\text{m}^3$ ，約  $2,392\text{m}^3$  及び約  $2,457\text{m}^3$  とする。また，沸

騰後の燃料貯蔵プール等からの蒸発量は約 $10\text{ m}^3/\text{h}$ とする。

f. 燃料貯蔵プール等の水の温度が $100^\circ\text{C}$ に至るまでの時間

上記 d. 及び e. より，燃料貯蔵プール（PWR 燃料用），燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）の水の温度が $100^\circ\text{C}$ に至るまでの時間は，それぞれ事象発生後約 39 時間，約 63 時間及び約 65 時間とする。

【補足説明資料 11-8】

(7) 操作の条件

燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）による注水は，燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までの時間である約 39 時間に対して，他建屋における蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合における重大事故等の対処の優先順位を考慮し，21 時間 30 分後までに注水を開始するものとし，通常水位（プール底面から 11.50m）を目安に，間欠的に又は流量を調整しながら注水することで水位を維持するものとする。想定事故 1 の作業と所要時間を第 11.1.1-2 図及び第 11.1.1-3 図に示す。

(8) 判断基準

想定事故 1 の燃料損傷防止対策の有効性評価の判断基準は以下のとおりとする。

燃料有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）を確保できること及び放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）※<sup>1</sup>を確保できること。また、未臨界を維持できること。

※1：重大事故時の対処においては、作業時における被ばく線量として、1作業当たり10mSvを目安として管理することとしている。燃料損傷防止対策の対処においては、1作業当たり1時間30分とし作業を実施する計画である。

このため、作業時において放射線の遮蔽が維持される水位の設定では、 $6.7\text{mSv/h}$ （ $=10\text{mSv}/1.5\text{h}$ ）の被ばくを想定し、このときの水位として通常水位から約5.0m下の位置としている。

【補足説明資料11－7】

## 11.1.2.2 有効性評価の結果

### (1) 燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し始め、沸騰に至る前までに代替補給水設備（注水）にて燃料貯蔵プール等への注水を開始する。燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の水の温度が100℃に到達する時間は、それぞれ事象発生後約39時間、約63時間及び約65時間である。これに対し、可搬型中型移送ポンプによる燃料貯蔵プール等への注水は、燃料貯蔵プール等のプール水冷却系若しくは安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能の喪失から53名にて21時間30分後には注水が可能であり、放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）に至る前までに代替補給水設備（注水）による注水が可能である。

また、燃料貯蔵プール等内の使用済燃料の崩壊熱による燃料貯蔵プール等からの水の蒸発量である約 $10\text{ m}^3/\text{h}$ を上回る最大約 $160\text{ m}^3/\text{h}$ の容量の可搬型中型移送ポンプによる代替補給水設備（注水）を配備していることから、通常水位を目安に間欠的に又は流量を調整しながら注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を維持することができる。

なお、燃料仮置きピットA、燃料仮置きピットB及び燃料送出しピットの水の温度が100℃に到達する時間は、燃料貯蔵プールに対する崩壊熱量が小さく、保有水量を考慮しても燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）

よりも沸騰までの時間はさらに長くなる。

使用済燃料は燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製のラック等に仮置き・貯蔵されており、未臨界性の維持については、燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、沸騰により水密度が低下した場合においても、必要な燃料間距離を確保できることから、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

#### 【補足説明資料11-9】

想定事故1における燃料貯蔵プール等の水位及び温度の推移を第11.1.2.2-1図及び第11.1.2.2-2図に示す。また、水位と線量率の関係について第11.1.2.2-3図に示す。

### (2) 不確かさの影響評価

#### a. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

##### (a) 想定事象の違い

内的事象で発生する長時間の全交流動力電源による想定事故1の場合、初動対応での状況確認やアクセスルート確保等の作業において、火山を要因とした場合と比較して早い段階で重大事故等対策に着手できるため、対処の時間余裕が大きくなることから、判断基準を満足することには変わりはない。

##### (b) 初期水温が与える影響

初期水温は想定される最大値を設定しているが、現実的な条件とした場合には、初期水温はこれよりも小さい値となり、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、燃料貯蔵プール等の水が100℃に到



達する前に注水が可能であり，水位低下量は変わらないため，対処の時間余裕が大きくなることから，想定事故 1 の有効性評価の結果に与える影響はなく，判断基準を満足することによって変わりはない。

(c) 初期水位が与える影響

初期水位として設定している水位低警報レベル（通常水位 - 0.05m）ではなく，通常水位を用いた場合，水位が高い側への変動となることから，燃料貯蔵プール等の水の温度が 100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため，燃料貯蔵プール等の水が 100℃に到達する前に注水が可能であり，水位低下量は変わらないため，対処の時間余裕が大きくなることから，想定事故 1 の有効性評価の結果に与える影響はなく，判断基準を満足することによって変わりはない。

(d) 崩壊熱量が与える影響

崩壊熱量は想定される最大値を設定しているが，現実的な条件とした場合には，崩壊熱量は小さくなり，さらに放熱を考慮した評価により，燃料貯蔵プール等の水の温度が 100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため，燃料貯蔵プール等の水が 100℃に到達する前に注水が可能であり，水位低下量は変わらないため，対処の時間余裕が大きくなることから，想定事故 1 の有効性評価の結果に与える影響はなく，判断基準を満足することによって変わりはない。

(e) ピットゲート及びプールゲートの設置状態が与える影響

燃料貯蔵プール等の補修時を想定して、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態において想定事故1が発生した場合、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）が独立した状態となるものの、沸騰時間の算出においては各燃料貯蔵プールでの保有水量及び崩壊熱量を設定していること、また、各燃料貯蔵プールからの放熱は考慮せず断熱評価を実施していることから、沸騰までの時間は変わることはなく、また、燃料貯蔵プール等の水の蒸発は、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより、各燃料貯蔵プールが独立するため、燃料貯蔵プールごとに発生するが、の蒸発量は崩壊熱量が最も大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）において約  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$  である。この場合、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における水位低下速度が増加するものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る前までに注水の準備を完了し、可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することには変わりはない。

【補足説明資料11-2】

b. 操作条件の不確かさの影響

(a) 実施組織要員の操作

「認知」，「要員配置」，「移動」，「操作所要時間」，「他の並列操作有無」，「操作の確実さ」及び「単一故障の

想定」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮し、燃料貯蔵プール等への注水等の準備は、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失をもって着手し、21時間30分後には燃料貯蔵プール等への注水が可能であり、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間に対して、重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間以上の時間余裕を持って完了できる。

また、作業計画の整備は、作業項目ごとに余裕を確保して整備しており、必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから、実際の重大事故等への対処では、より早く作業を完了することができる。また、可搬型重大事故等対処設備の偶発的な単一故障を仮定した場合であっても、予備の可搬型重大事故等対処設備への交換を2時間以内に実施できることから、燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに重大事故等対策を実施することができる。

ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態を考慮した場合、燃料貯蔵プール等は連結していないことから、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれに注水し水位を維持する必要がある。なお、燃料送出しピットは燃料移送水路と連結していることから、ピットゲート及びプールゲートが設置されることによる影響はない。

この場合、可搬型建屋内ホースを燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料

用) 及び燃料貯蔵プール (BWR 燃料及びPWR 燃料用) ごとに個別に敷設する必要があることから、敷設に係る作業時間が長くなるものの、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態はあらかじめ分かっていることから、建屋内ホースの運搬が完了した時点で可搬型建屋内ホースの敷設を実施することで、これまでと同じ21時間30分後から注水を実施可能である。

【補足説明資料11-2】

(b) 作業環境

沸騰開始までに室温が上昇するものの、作業に影響がある温度の上昇はなく、対処は燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに実施することから、作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

### 11.1.2.3 同時発生又は連鎖

#### (1) 同時発生

本重大事故は共通要因により、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール(BWR燃料用)、燃料貯蔵プール(PWR燃料用)、燃料貯蔵プール(BWR燃料及びPWR燃料用)及び燃料送出しピットが同時に発生するものとする。

異なる種類の重大事故等の同時発生に対する重大事故等対策の有効性については、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」にまとめる。

#### (2) 連鎖

想定事故1への燃料損傷防止対策として、燃料貯蔵プール等へ貯水槽から水を注水する。

燃料貯蔵プール等へ注水することにより、燃料貯蔵プール等の水位を維持する。

以上の燃料損傷防止対策を考慮した時の燃料貯蔵プール等の水の状態によって生じる事故時環境を明らかにし、燃料貯蔵プール等の水の状態によって新たに連鎖して発生する重大事故の有無及び事故時環境が安全機能の喪失をもたらすことによって連鎖して発生する重大事故の有無を明らかにする。

#### a. 起因となる想定事故1の事象進展、事故規模の分析

燃料損傷防止対策を考慮したときの燃料貯蔵プール等の水の状態及び燃料貯蔵プール等の水の状態によって生じる

事故時環境は以下のとおりである。

(a) 燃料貯蔵プール等の水の状態

燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇した場合、水の温度は最大でも 100℃程度である。このため、蒸発によりプール水の状態が変化する。また、燃料貯蔵プール等への注水は、間欠注水にて実施するため、プール水位がわずかな上昇及び低下を繰り返す。

(b) 環境条件

i. 温度

燃料貯蔵プール等の水の沸騰が発生した場合の温度は最大でも 100℃程度である。

ii. 圧力

燃料貯蔵プール等は開放型の構造となっており、有意な圧力上昇はなく、最大でも静水圧程度である。

iii. 湿度

燃料貯蔵プール等の水の温度上昇に伴い、蒸発により多湿環境下となる。

iv. 放射線

想定事故 1 では未臨界が維持されていることから、放射線量は平常運転時から変化することはない。また、事故発生時においても、燃料貯蔵プール等の水位は維持されていることから、放射線環境は通常環境下から変化することはない。

v. 物質（水素，蒸気，煤煙，放射性物質，その他）及びエネルギーの発生

燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇することにより，放射線分解による水素の発生量が増加する。また，燃料貯蔵プール等の水の沸騰により，蒸気が発生する。

また，想定事故 1 は未臨界が維持されていることから，新たな放射性物質の生成はない。

なお，燃料貯蔵プール等では有機溶媒を扱わないことから，煤煙及びその他の物質が発生することはない。

以上のとおり，新たなエネルギーの発生をもたらす現象が発生しないことから，使用済燃料の崩壊熱以外のエネルギーの発生はない。

vi. 落下・転倒による荷重

燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇したとしても，機器の材質の強度が有意に低下することはない。落下・転倒することはない。

vii. 腐食環境

燃料貯蔵プール等の水の温度上昇に伴い，蒸発により多湿環境下となるものの，腐食環境下となることはない。

b. 事故進展により自らの燃料貯蔵プール等において発生する重大事故

(a) 臨界事故

「a. 起因となる想定事故 1 の事象進展，事故規模の分析」に記載したとおり，燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇する

が、使用済燃料は同位体組成管理により相互間隔を適切に維持したラック等に収納することで臨界事故の発生を防止しており、また、ラック等の材質はステンレス鋼であり、想定される温度、圧力、腐食環境等によってラック等が損傷することはない。

以上より、臨界事故が発生することはない。

(b) 蒸発乾固

「a.起因となる想定事故1の事象進展,事故規模の分析」に記載したとおり、燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇するが、燃料貯蔵プール等の水位を維持される。

以上より、蒸発乾固が発生することはない。

(c) 水素爆発

「a.起因となる想定事故1の事象進展,事故規模の分析」に記載したとおり、燃料貯蔵プール等の水の温度上昇により水素の発生量が増加するものの、沸騰により発生する大量の水蒸気によって可燃限界濃度以下になるとともに、代替補給水設備（注水）の可搬型建屋内ホースの敷設に伴う建屋の開口から、水蒸気とともに水素が排出されることから、建屋内に水素が蓄積することはない。

以上より、水素爆発が発生することはない。

(d) 有機溶媒等による火災又は爆発

「a.起因となる想定事故1の事象進展,事故規模の分析」に記載したとおり、燃料貯蔵プール等では有機溶媒を扱わない。

以上より有機溶媒等による火災又は爆発が発生すること



はない。

(e) その他の放射性物質の漏えい

燃料貯蔵プール等のライニングの材質はステンレス鋼であり、想定される温度、圧力、腐食環境等によってライニングが損傷することはない。

以上より、放射性物質の漏えいが発生することはない。

c. 重大事故が発生した燃料貯蔵プール等以外への影響

燃料貯蔵プール等のライニングはステンレス鋼であり、想定される温度、圧力等の環境条件によってこれらのバウンダリが喪失することはない、温度及び放射線以外の影響が燃料貯蔵プール等内の環境条件が燃料貯蔵プール等外へ及ぶことはないことから、温度及び放射線以外の環境条件の変化によってその他の重大事故が連鎖して発生することはない。

温度及び放射線の影響は燃料貯蔵プール等外へ及ぶものの、温度は最大でも100℃程度であり、放射線は平常運転時と変わらず、これらの影響が十分な厚さを有する建屋躯体を超えて燃料貯蔵プール等外へ及ぶことはなく、また、燃料貯蔵プール等及び燃料貯蔵プール等内の安全機能を有する機器も、これらの環境条件で健全性を損なうことはないことから、温度及び放射線の環境条件の変化によってその他の重大事故が連鎖して発生することはない。

d. 分析結果

想定事故1の発生が想定される燃料貯蔵プール等(燃料仮置

きピットA，燃料仮置きピットB，燃料貯蔵プール（BWR燃料用），燃料貯蔵プール（PWR燃料用），燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）及び燃料送出しピット）の全てにおいて重大事故等が同時発生することを前提として評価を実施し，上述のとおり想定される燃料貯蔵プール等の状態及び事故時環境において，他の重大事故等が連鎖して発生することがないことを確認した。

#### 11.1.2.4 判断基準への適合性の検討

想定事故 1 への対処として、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を整備しており、本対策について設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の「火山」を条件として有効性評価を行った。

燃料貯蔵プール等への注水は、沸騰開始前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、沸騰開始前に燃料貯蔵プール等へ注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

評価条件の不確かさについて確認した結果、判断基準を満足することには変わりはないことを確認した。

以上のことから、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水により、放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）を確保し、燃料有効長頂部（通常水位－7.4m）を冠水できる。また、燃料貯蔵プール等の水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

## 11.2 想定事故2の燃料損傷防止対策

### 11.2.1 想定事故2の燃料損傷防止対策の具体的対策

燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及びスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、プール水冷却系の冷却機能、安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能が喪失した場合には、可搬型中型移送ポンプ、可搬型建屋内ホース、可搬型建屋外ホース、弁等を敷設しこれらを接続することで、第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ水を供給するための経路を構築する。

燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態監視は、実施組織要員により携行型の監視設備にて行う。また、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視を継続して実施するため、空冷設備を設置する。

想定事故2では配管破断による燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいの発生及びスロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいの発生を想定している。

配管破断による燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいの発生時は、プール水冷却系配管の破断を想定しており、破断位置により小規模漏えい量が異なる。プール水冷却系配管の吐出し側配管の破断を想定した場合、サイフォン効果によりプール水が漏えいするものの、サイフォンブレーカによりサイフォンブレーカ位置（通常水位－0.45m）において小規模漏えい

が停止する。一方，プール水冷却系配管の吸込み側配管の破断を想定した場合，当該配管はプール水面より下にある越流せきに接続されていることから，越流せきを介して小規模漏えいが発生し，プール水面の低下により越流せきに到達することで，越流せき位置（通常水位－0.40m）において小規模漏えいが停止する。想定事故2においては，越流せき水位（通常水位－0.40m）を目安に注水し，越流せき水位到達後は，燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう，可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量を調整する。プール水冷却系配管の概要図について，第11.2.1-1図に示す。

スロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいの発生時は，配管破断により燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいも発生していることから，越流せき位置（通常水位－0.40m）を目安に注水し，目安とする水位に到達後は，燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう，可搬型中型移送ポンプの間欠運転への切り替え又は注水流量を調整する。

想定事故2の対策の概要を以下に示す。また，対策の系統概要図を第11-1図に，重大事故等への対処の手順の概要を第11.2.1-2図に示す。また，重大事故等への対処における手順と設備の関係を第11.2.1-1表に，必要な実施組織要員及び作業項目を第11.2.1-3図及び第11.2.1-4図に示す。対処に必要な設備を第11.1.1-2表に示す。

#### a. 燃料損傷防止対策の実施判断

燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失が確認された場合，又は外部電源が喪失し，非常用ディーゼル発電

機が運転できない場合，燃料損傷防止対策の実施を判断し，  
b. へ移行する。

b. 建屋外の水供給経路の構築

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために，可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを第1貯水槽又は第2貯水槽近傍へ設置し，可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し，第1貯水槽又は第2貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。

c. 燃料損傷防止対策の準備

燃料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが，全交流動力電源が喪失している場合には，燃料貯蔵プール等の状態監視のため，代替監視設備及び可搬型発電機を準備する。代替監視設備及び可搬型発電機を設置するまでの間，燃料貯蔵プール等の状態について携行型の代替監視設備にて実施組織要員による監視を行う。

【補足説明資料 11-10】

また，運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し，使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し，可搬型建屋外ホースと接続し，第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。

なお，水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても，線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう，代替監視設備を冷却するための空冷設備を設置する。

d. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の  
実施判断

燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後、燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し、以下の e. へ移行する。

e. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の  
実施

可搬型中型移送ポンプにより第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

燃料貯蔵プール等への注水は、燃料貯蔵プール等の越流せき水位（通常水位－0.40m）を目安に注水し、目標水位到達後は燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう、可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量を調整する。

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。

f. 代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の  
成功判断

燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより、燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。

g. 代替監視設備及び空冷設備の設置

代替監視設備の設置完了後、可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。

また、空冷設備の設置完了後、可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して、空冷設備により冷却空気が供給されていることを確認する。



## 11.2.2 想定事故2の燃料損傷防止対策の有効性評価

### 11.2.2.1 有効性評価

#### (1) 代表事例

「11.1.2.1(1) 代表事例」に示したとおり、想定事故2では外的事象の「地震」を代表として有効性評価を実施する。

#### (2) 代表事例の選定理由

「11.1.2.1(2) 代表事例の選定理由」に示したとおり、外的事象の地震において発生する機能喪失は、プール水冷却系配管の破断に加えて、プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の動的機器の直接的な機能喪失、スロッシングによる水位低下が生じること、及び全交流動力電源喪失が同時に発生するため、喪失する機器が多く、その範囲も広い。また、地震は、環境条件の悪化も伴うことから、重大事故等対策としては厳しくなる。このため、想定事故2の有効性評価で代表とする要因は、外的事象の地震とする。

#### (3) 有効性評価の考え方

「11.1.2.1(3) 有効性評価の考え方」に示したとおりである。評価条件を第11.2.2.1-1表に示す。

#### (4) 有効性評価の評価単位

「11.1.2.1(4) 有効性評価の評価単位」に示したとおりである。

(5) 機能喪失の条件

代表事例の選定理由で示したとおり，プール水冷却系配管の破断，プール水冷却系，安全冷却水系及び補給水設備のポンプ等の機能喪失並びに全交流動力電源の喪失を想定する。

プール水冷却系配管に逆流防止のため設置されている逆止弁については，異物の噛みこみにより開固着し，逆止弁の機能が十分に働かない状態を想定すると，サイフォンブレーカ孔位置（通常水位－0.45m）まで水位が低下する。その後，スロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生することを想定し，最終的に通常水位－0.80mの位置で水位低下が停止する。

【補足説明資料11－5】

(6) 機器の条件

想定事故2への燃料損傷防止対策に使用する機器を第11.1.1－2表に示す。また，主要な機器の条件を以下に示す。

a. 可搬型中型移送ポンプ

「11.1.2.1(6)a. 可搬型中型移送ポンプ」に記載したとおりである。

b. 燃料貯蔵プール等の初期水温

「11.1.2.1(6)b. 燃料貯蔵プール等の初期水温」に記載したとおりである。

c. 燃料貯蔵プール等の初期水位

燃料貯蔵プール等の初期水位は、通常運転時の管理上の水位の下限值である通常水位 $-0.05\text{m}$ を基準とし、サイフォン効果等による燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生し水位が低下した後、スロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の漏えいによる水位低下が発生すると想定し、通常水位 $-0.80\text{m}$ とする。なお、スロッシングによる水位低下量算出においては、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを越える溢水は燃料貯蔵プール等への戻りを考慮しない。また、スロッシングによる溢水を抑制する蓋は、その効果を考慮しない。

d. 燃料貯蔵プール等の貯蔵容量及び崩壊熱量

「11.1.2.1(6)d. 燃料貯蔵プール等の貯蔵容量及び崩壊熱量」に記載したとおりである。

e. 燃料貯蔵プール等からの水位低下量及び保有水量

「11.1.2.1(3)e. 燃料貯蔵プール等からの水位低下量及び保有水量」に記載したとおりであり、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は、それぞれ約 $2,229\text{m}^3$ 、約 $2,168\text{m}^3$ 及び約 $2,233\text{m}^3$ とする。また、沸騰後の燃料貯蔵プール等からの蒸発量は約 $10\text{m}^3/\text{h}$ とする。

f. 燃料貯蔵プール等の水の温度が $100^\circ\text{C}$ に至るまでの時間

上記 d . 及び e . より，燃料貯蔵プール（PWR 燃料用），燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）の水の温度が 100℃に至るまでの時間は，それぞれ事象発生後約 35 時間，約 57 時間及び約 59 時間とする。

【補足説明資料 11－8】

(7) 操作の条件

燃料貯蔵プール等への代替補給水設備（注水）による注水は，燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失から，燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間である約 35 時間に対して，他建屋における蒸発乾固及び水素爆発が同時に発生した場合における重大事故等の対処の優先順位を考慮し，21 時間 30 分後から注水を開始するものとし，通常水位（プール底面から 11.50 m）または越流せき水位（通常水位－0.40 m）を目安に，間欠的に又は流量を調整しながら注水することで水位を維持するものとする。想定事故 2 の作業と所要時間を第 11.2.1－2 図及び第 11.2.1－3 図に示す。

(8) 判断基準

「11.1.2.1(8) 判断基準」に記載したとおりである。

## 11.2.2.2 有効性評価の結果

### (1) 燃料損傷防止対策

燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し始め、沸騰に至る前までに代替補給水設備（注水）にて燃料貯蔵プール等への注水を開始する。燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の水の温度が100℃に到達する時間は、それぞれ事象発生後約35時間、約57時間及び約59時間である。これに対し、可搬型中型移送ポンプによる注水は、燃料貯蔵プール等に接続するプール水冷却系の配管の破断によるサイフォン効果等及び地震によるスロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生し、プール水冷却系の冷却機能、安全冷却水系の冷却機能及び補給水設備の注水機能の喪失から、53名にて21時間30分後には注水が開始可能であり、放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）に至る前までに代替補給水設備（注水）による注水が可能である。

また、燃料貯蔵プール等内の使用済燃料の崩壊熱による燃料貯蔵プール等からの水の蒸発量である約 $10\text{m}^3/\text{h}$ を上回る最大約 $160\text{m}^3/\text{h}$ での注水できる可搬型中型移送ポンプによる代替補給水設備（注水）を配備していることから、通常水位を目安に間欠的に又は流量を調整しながら注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を回復し維持することができる。

なお、燃料仮置きピットA、燃料仮置きピットB及び燃料送出しピットの水の温度が100℃に到達する時間は、燃料貯

蔵プールに対する崩壊熱量が小さく、保有水量を考慮しても燃料貯蔵プール（PWR燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）よりも沸騰までの時間はさらに長くなる。

使用済燃料は、燃料貯蔵プール等のステンレス鋼製のラックに仮置き・貯蔵されており、未臨界性の維持については、燃料貯蔵プール等の水の温度が上昇し、沸騰により水密度が低下した場合においても、必要な燃料間距離を確保できることから、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

#### 【補足説明資料 11-9】

想定事故2における小規模漏えい時の燃料貯蔵プール等の水位及び温度の推移を第11.2.2.2-1図及び第11.2.2.2-2図に示す。また、水位と線量率の関係について第11.2.2.2-3図に示す。

## (2) 不確かさの影響評価

### a. 事象、事故条件及び機器条件の不確かさの影響

#### (a) 想定事象の違い

内の事象で発生する配管漏えいによる想定事故2の場合、地震を要因としたときに想定する動的機器の機能喪失や全交流動力電源喪失が発生せず、環境悪化も想定されない。また、この場合はサイフォン効果等による燃料貯蔵プール等の水の小規模な漏えいが発生するものの、地震を起因とした場合よりも水位低下量は小さく、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。このため、燃料貯

蔵プール等の水が100℃に到達する前に注水が可能であり、水位低下量は小さくなるため、対処の時間余裕が大きくなることから、想定事故2の有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することには変わりはない。

(b) 初期水温が与える影響

「11.1.2.2(2) a . (b) 初期水温が与える影響」に記載したとおりである。

(c) 崩壊熱量が与える影響

「11.1.2.2(2) a . (d) 崩壊熱量が与える影響」に記載したとおりである。

(d) スロッシングにおける水位低下量の評価が与える影響

スロッシングにおける水位低下量の評価においては、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを越える溢水は燃料貯蔵プール等への戻りを考慮しないこと、また、スロッシングによる溢水を抑制する蓋は、その効果を考慮せずに保守的な評価を実施していることから、実際の水位低下量は小さくなり、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。さらに、サイフォン効果等による燃料貯蔵プール等の水の漏えいとスロッシングが同時に発生したと想定した場合の初期水位は通常水位－0.60mとなり、水位が高い側への変動となることから、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は長くなる。こ

のため、燃料貯蔵プール等の水が100℃に到達する前に注水が可能であり、水位低下量は小さくなることから、対処の時間余裕が大きくなり、想定事故2の有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することに変わりはない。

【補足説明資料11-5】

(e) ピットゲート及びプールゲートの設置状態が与える影響

燃料貯蔵プール等の補修時を想定して、各燃料貯蔵プールのピットゲート及びプールゲートが設置されている状態においてスロッシングが発生した場合の溢水量は、燃料貯蔵プール等が連結された状態と異なり、各燃料貯蔵プールのスロッシング後の水位は、通常水位-0.96mとなり、このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の保有水量は約2,181m<sup>3</sup>、沸騰までの時間は約34時間となり、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）の保有水量は約2,120m<sup>3</sup>、沸騰までの時間は約55時間となり、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は約2,185m<sup>3</sup>、沸騰までの時間は約57時間となる。このため、水位低下量大きくなり、燃料貯蔵プール等の水の温度が100℃に到達するまでの時間は短くなるものの、代替補給水設備（注水）による注水開始時間は21時間30分後であることから、燃料貯蔵プール等の水が100℃に到達する前に注水が可能であり、想定事故2の有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することに変わりはない。

b. 操作条件の不確かさの影響



(a) 実施組織要員の操作

「認知」，「要員配置」，「移動」，「操作所要時間」，「他の並列操作有無」，「操作の確実さ」及び「単一故障の想定」が実施組織要員の操作の時間余裕に与える影響を考慮し，燃料貯蔵プール等への注水等の準備は，燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失をもって着手し，21時間30分後には燃料貯蔵プール等への注水が可能であり，燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間に対して，重大事故等対策の実施に必要な準備作業を2時間前以上の時間余裕を持って完了できる。

また，作業計画の整備は，作業項目ごとに余裕を確保して整備しており，必要な時期までに操作できるよう体制を整えていることから，実際の重大事故等への対処では，より早く作業を完了することができる。また，可搬型重大事故等対処設備の偶発的な単一故障を仮定した場合であっても，予備の可搬型重大事故等対処設備への交換を2時間以内に実施できることから，燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに重大事故等対策を実施することができる。

ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態を考慮した場合，燃料貯蔵プール等は連結していないことから，燃料仮置きピット，燃料貯蔵プール（BWR燃料用），燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれに注水し水位を維持する必要がある。なお，燃料送出しピットは燃料移送水路と連結していることから，ピットゲート及びプールゲートが設置される

ことによる影響はない。

この場合，可搬型建屋内ホースを対象の燃料仮置きピット，燃料貯蔵プール（BWR燃料用），燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）ごとに個別に敷設する必要があることから，敷設に係る作業時間が長くなるものの，ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態はあらかじめ分かっていることから，建屋内ホースの運搬が完了した時点で可搬型建屋内ホースの敷設を実施することで，これまでと同じ21時間30分後から注水を実施可能である。

【補足説明資料11-2】

(b) 作業環境

沸騰開始までに室温が上昇するものの，作業に影響がある温度の上昇はなく，対処は燃料貯蔵プール等が沸騰に至る前までに実施することから，作業環境が実施組織要員の操作の時間余裕に影響を与えることはない。

### 11.2.2.3 同時発生又は連鎖

#### (1) 同時発生

「11.1.2.3(1) 同時発生」に記載したとおりである。

#### (2) 連鎖

「11.1.2.3(2) 連鎖」に記載したとおりである。

#### 11.2.2.4 判断基準への適合性の検討

想定事故 2 への対処として、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水手段を整備しており、本対策について設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の「地震」を条件として有効性評価を行った。

燃料貯蔵プール等への注水は、沸騰開始前までに燃料貯蔵プール等への注水の準備を完了し、沸騰開始前に燃料貯蔵プール等へ注水することで、燃料貯蔵プール等の水位を維持できる。

評価条件の不確かさについて確認した結果、判断基準を満足することには変わりはないことを確認した。

以上のことから、代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水により、放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）を確保し、燃料有効長頂部（通常水位－7.4m）を冠水できる。また、燃料貯蔵プール等の水温が変化した場合やプール水が沸騰し、水密度が低下した場合においても、燃料貯蔵プール等の未臨界を維持できる。

以上より、「(3) 有効性評価の判断基準」を満足する。

### 11.3 想定事故1及び想定事故2のための措置に必要な要員及び資源

#### 11.3.1 想定事故1のための措置に必要な要員及び資源

想定事故1への対処に必要な要員及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「13. 重大事故が同時又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

##### a. 必要な要員の評価

想定事故1において、設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の「火山」を要因とした場合で、同時に作業する要員が最も多いときの要員数は26名であり、想定事故1への対処に必要な要員は53名である。

また、内の事象を要因とした場合は、作業環境が火山起因で想定される環境条件より悪化がすることが想定されず、対処内容にも違いがないことから、必要な要員は火山起因の場合の必要な人数以下である。

##### b. 必要な資源の評価

想定事故1の対処に必要な水源、燃料及び電源を以下に示す。

##### (a) 水 源

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7日間の対応を考慮すると、合計約1,600 m<sup>3</sup>の水が必要となる。

(b) 燃 料

想定事故 1 への対処に使用する可搬型中型移送ポンプ，可搬型発電機及び可搬型空冷ユニット用空気圧縮機は，7 日間の対応を考慮すると，運転継続に以下の軽油が必要である。

・可搬型中型移送ポンプ	約7.2m <sup>3</sup>
・可搬型発電機	約5.3m <sup>3</sup>
・可搬型空冷ユニット用空気圧縮機	約4.6m <sup>3</sup>
合計	約17m <sup>3</sup>

以上より，想定事故 1 へ対処するための措置を 7 日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約17m<sup>3</sup>である。

(c) 電 源

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処において電源を必要とする設備は，計装設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な計装設備の可搬型燃料貯蔵プール水位計，可搬型燃料貯蔵プール温度計，可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ，可搬型空冷ユニット及び放射線計測設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な放射線計測設備の可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計に必要な負荷は約99 k V A であり，対象負荷の起動時を考慮すると約150 k V A の給電が必要である。

### 11.3.2 想定事故2のための措置に必要な要員及び資源

想定事故2への対処に必要な要員及び資源を以下に示す。

また、要員及び資源の有効性評価については、他の同時に又は連鎖して発生する事象の影響を考慮する必要があるため、「13. 重大事故が同時に又は連鎖して発生した場合の対処」において示す。

#### a. 必要な要員の評価

想定事故2において、設計上定める条件より厳しい条件における外的事象の「地震」を要因とした場合で、同時に作業する要員が最も多いときの要員数は26名であり、想定事故2への対処に必要な要員は53名である。

#### b. 必要な資源の評価

想定事故2の対処に必要な水源、燃料及び電源を以下に示す。

##### (a) 水 源

代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水に必要な水量は、7日間の対応を考慮すると、合計約2,300 m<sup>3</sup>の水が必要となる。

##### (b) 燃 料

想定事故1への対処に使用する可搬型中型移送ポンプ、可搬型発電機及び可搬型空冷ユニット用空気圧縮機は、7日間の対応を考慮すると、運転継続に以下の軽油が必要である。

・可搬型中型移送ポンプ 約7.2m<sup>3</sup>

・可搬型発電機	約5.3m <sup>3</sup>
・可搬型空冷ユニット用空気圧縮機	約4.6m <sup>3</sup>
合計	約17m <sup>3</sup>

以上より，想定事故2へ対処するための措置を7日間継続して実施するのに必要な軽油は合計で約17m<sup>3</sup>である。

#### (c) 電 源

燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処において電源を必要とする設備は，計装設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な計装設備の可搬型燃料貯蔵プール水位計，可搬型燃料貯蔵プール温度計，可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ，可搬型空冷ユニット及び放射線計測設備の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な放射線計測設備の可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計に必要な容量は約99kVAであり，対象負荷の起動時を考慮すると約150kVAの給電が必要である。



第 11-1 表 冷却機能及び注水機能喪失による燃料損傷の発生を想定する対象機器

建屋	機器グループ	機器名
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A
		燃料仮置きピット B
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)
		燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)
		燃料貯蔵プール (BWR/PWR 燃料用)
	燃料送出しピット	燃料送出しピット

第 11.1.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」の対策の手順と重大事故等対処施設

項番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
a.	燃料損傷防止 対策の実施判断	降灰予報が発表された場合、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失が確認された場合、又は外部電源が喪失し、非常用ディーゼル発電機が運転できない場合、燃料貯蔵プール等への注水を判断し、b.へ移行する。	—	—	—
b.	建屋外の水供給経路の構築	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するために、可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型移送ポンプを第1貯水槽又は第2貯水槽近傍へ設置し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプを接続し、第1貯水槽又は第2貯水槽から使用済燃料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構築する。なお、降灰により可搬型中型移送ポンプが機能喪失するおそれがある場合には、可搬型中型移送ポンプを保管庫内に配置する。	・貯水槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型建屋内ホース</li> <li>・可搬型中型移送ポンプ</li> <li>・可搬型建屋外ホース</li> <li>・可搬型中型移送ポンプ運搬車</li> <li>・ホース展張車</li> </ul>	—

(つづき)

項番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
c.	燃料損傷防止 対策の準備	<p>料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが、全交流動力電源が喪失している場合には、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備及び可搬型発電機を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。</p> <p>また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。</p> <p>なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、空冷設備を設置する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貯水槽</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型中型移送ポンプ</li> <li>・可搬型建屋外ホース</li> <li>・可搬型建屋内ホース</li> <li>・運搬車</li> <li>・可搬型発電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型燃料貯蔵プール水位計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール温度計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ</li> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・ガンマ線用サーベイメータ</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> <li>・可搬型空冷ユニット</li> <li>・可搬型空冷ユニット用ホース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース</li> <li>・可搬型空冷ユニット空気圧縮機</li> </ul>

(つづき)

項番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
d.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断	燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後，燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し，以下のe.へ移行する。	—	—	—
e.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施	<p>可搬型中型移送ポンプにより第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は，可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は，注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。</p> <p>燃料貯蔵プール等への注水は燃料貯蔵プール等の通常水位である燃料貯蔵プール底面から11.50mを目安に注水し，目標水位到達後は使用済燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう，可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量を調整する。</p>	・貯水槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型中型移送ポンプ</li> <li>・可搬型建屋外ホース</li> <li>・可搬型建屋内ホース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> </ul>

(つづき)

項番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
f.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断	燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより，燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> </ul>
g.	代替監視設備及び空冷設備の設置	代替監視設備の設置完了後，可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。 また，空冷設備の設置完了後，可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して空冷設備の起動状態を確認する。	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型発電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型燃料貯蔵プール水位計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール温度計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ</li> <li>・可搬型空冷ユニット</li> <li>・可搬型空冷ユニット用ホース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース</li> <li>・可搬型空冷ユニット空気圧縮機</li> </ul>

第11.1.1-2表 使用済燃料貯蔵槽の冷却等の対処において使用する設備

機器グループ	設備		使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための措置				
			燃料貯蔵プール等への注水	燃料貯蔵プール等への注水(配管漏えい+注水機能喪失)	漏えい抑制	燃料貯蔵プール等の臨界防止	燃料貯蔵プール等の監視
			重大事故等対処設備	重大事故等対処設備	重大事故等対処設備		
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 使用済燃料貯蔵槽の冷却等	代替補給水設備(注水)	可搬型中型移送ポンプ	○	○	×	×	×
		可搬型建屋外ホース	○	○	×	×	×
		可搬型建屋内ホース	○	○	×	×	×
		可搬型中型移送ポンプ運搬車	○	○	×	×	×
		ホース展開車	○	○	×	×	×
		運搬車	○	○	×	×	×
	水供給設備	第1貯水槽	○	○	×	×	×
		第2貯水槽	○	○	×	×	×
	漏えい抑制設備	サイフォンブレーカ	×	×	○	×	×
		止水板及び蓋	×	×	○	×	×
	燃料受入れ設備(臨界防止設備)	燃焼度計測前燃料位置ラック	×	×	×	○	×
		燃焼度計測後燃料位置ラック	×	×	×	○	×
	燃料貯蔵設備(臨界防止設備)	低残留濃縮度BWR燃料貯蔵ラック	×	×	×	○	×
		低残留濃縮度PWR燃料貯蔵ラック	×	×	×	○	×
		高残留濃縮度BWR燃料貯蔵ラック	×	×	×	○	×
		高残留濃縮度PWR燃料貯蔵ラック	×	×	×	○	×
	電源設備	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設可搬型発電機	×	×	×	×	○
		可搬型ケーブル	×	×	×	×	○
	補機駆動用燃料補給設備	軽油貯蔵タンク	○	○	×	×	○
		軽油用タンクローリ	○	○	×	×	○
	燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な放射線計測設備	可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計	×	×	×	×	○
		ガンマ線用サーバイメータ	×	×	×	×	○
	燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な状態監視設備	可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ	×	×	×	×	○
		可搬型空冷ユニット	×	×	×	×	○
	燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失の対処に必要な空冷設備	可搬型空冷ユニット用ホース	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース	×	×	×	×	○
		可搬型水位計(超音波式)	×	×	×	×	○
	代替計測制御設備	可搬型水位計(メジャー)	×	×	×	×	○
		可搬型水温計	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール水位計	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール温度計	×	×	×	×	○
		可搬型燃料貯蔵プール水位計(広域)	×	×	×	×	○
		可搬型計測ユニット用空気圧縮機	×	×	×	×	○
		可搬型計測ユニット	×	×	×	×	○
		可搬型監視ユニット	×	×	×	×	○
	非常用所内電源系統	可搬型代替注水設備流量計	○	○	×	×	×
		6.9kV非常用母線	×	○	×	×	×
		460V非常用母線	×	○	×	×	×
		105V無停電発電母線	×	○	×	×	×
		105V計測母線	×	○	×	×	×
		第1非常用直流電源設備	×	○	×	×	×
		第1非常用ディーゼル発電機の重油タンク	×	×	×	×	×
	計測制御設備	ホイルローダ	×	×	×	×	○
		燃料貯蔵プール水位計	×	○	×	×	○
		燃料貯蔵プール温度計	×	○	×	×	○
		安全系制御盤	×	○	×	×	○
		安全系監視制御盤	×	○	×	×	○
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気設備	プロセス工程 監視制御盤	×	○	×	×	○
		建屋排風機	×	○	×	×	×
制御室換気設備	北熱気筒	×	○	×	×	×	
	ダクト・ダクトパ・流路	×	○	×	×	×	
放射線監視設備	制御室排風機	×	○	×	×	×	
	ガンマ線エリアモニタ	×	○	×	×	○	
用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の制御	放射線監視盤	×	○	×	×	○	
	放射線監視盤	×	○	×	×	○	
		北熱気筒モニタ					
		エリア監視用ITVカメラ	×	○	×	×	○

第 11.1.2.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」に係る主要評価条件（1 / 2）

	項目	主要評価条件	条件設定の考え方
機能喪失の条件	安全機能の喪失に対する仮定	燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失	非常用ディーゼル発電機の機能喪失により、燃料貯蔵プールの冷却機能及び注水機能が喪失するものとした。
	外部電源	外部電源なし	設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「火山」を条件としたとしていることから、外部電源なしを想定した。
機器の条件	使用済燃料の崩壊熱による蒸発量	約 10m <sup>3</sup> /h	プール水温 100℃における、使用済燃料の崩壊熱による蒸発速度を設定した。
	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水流量	約 160m <sup>3</sup> /h	1 台当たり 240m <sup>3</sup> /h の容量を有し、想定事故 1 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として、燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 10m <sup>3</sup> /h を上回る、最大約 160m <sup>3</sup> /h を設定した。
	崩壊熱量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 2,450 kW 燃料貯蔵プール（BWR 燃料用） 約 1,490 kW 燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用） 約 1,480 kW 燃料貯蔵プール全体 約 5,420 kW	沸騰時間算出においては、最も崩壊熱量が大きくなる燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）を設定した。また、蒸発量算出においては、燃料貯蔵プール全体に冷却期間 12 年の燃料が 2,400 t・U <sub>PR</sub> 及び冷却期間 4 年の燃料が 600 t・U <sub>PR</sub> 貯蔵された状態での崩壊熱量を設定した。
	初期水温	65℃	プール水冷却系 1 系列運転時の設計最高温度となる水温を設定した。
	初期水位	通常水位-0.05m	水位低警報レベルである通常水位-0.05m を初期水位に設定した。

第 11.1.2.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 1）」に係る主要評価条件（2 / 2）

項 目		主要評価条件	条件設定の考え方
機器の条件	保有水量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 2,453m <sup>3</sup> 燃料貯蔵プール（BWR 燃料用） 約 2,392m <sup>3</sup> 燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用） 約 2,457m <sup>3</sup>	通常運転時の運用を踏まえ、燃料貯蔵プール等が連結されているものとするが、燃料貯蔵プール等の水の沸騰までの時間においては、個別の燃料貯蔵プールの保有水量のみを考慮し、燃料貯蔵プール間の熱の移動がないものとして、閉めた状態を考慮した保有水量を設定した。
操作の条件	代替補給水設備（注水） による燃料貯蔵プール等への 注水開始	事象発生から 21 時間 30 分後	燃料貯蔵プール等が沸騰する前までに注水操作を実施するものとして、事象発生の確認、移動に必要な時間を考慮して設定した。



第 11.1.2.1-2 表 燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間（想定事故 1）

建屋	機器グループ	機器名	沸騰に至るまでの時間
使用済燃料受入れ ・貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A	対象外※
		燃料仮置きピット B	対象外※
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）	約 63 時間
		燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）	約 39 時間
		燃料貯蔵プール（BWR/PWR 燃料用）	約 65 時間
	燃料送出しピット	燃料送出しピット（BWR 燃料）	対象外※
		燃料送出しピット（PWR 燃料）	対象外※

※燃料貯蔵プール等の水の沸騰に至るまでの時間が最も短くなるよう、燃料貯蔵プールにのみ使用済燃料を配置することを想定することから、ピットは対象外とした

第 11.2.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」の対策の手順と重大事故等対処施設

項 番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
a.	燃料損傷防止 対策の実施判 断	燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失 が確認された場合、又は外部電源が喪失し、非常用 ディーゼル発電機が運転できない場合、燃料損傷防 止対策の実施を判断し、b. へ移行する。	—	—	—
b.	建屋外の水供 給経路の構築	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に水を供給するため に、可搬型中型移送ポンプ運搬車により可搬型中型 移送ポンプを第 1 貯水槽又は第 2 貯水槽近傍へ設置 し、可搬型建屋外ホース及び可搬型中型移送ポンプ を接続し、第 1 貯水槽又は第 2 貯水槽から使用済燃 料受入れ・貯蔵建屋へ水を供給するための経路を構 築する。	・貯水槽	・可搬型建屋内ホース ・可搬型中型移送ポン プ ・可搬型建屋外ホース ・可搬型中型移送ポン プ運搬車 ・ホース展張車	—

(つづき)

項 番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
c.	燃料損傷防止 対策の準備	<p>燃料貯蔵プール等の状態監視は安全系監視制御盤で実施するが、全交流動力電源が喪失している場合には、燃料貯蔵プール等の状態監視のため、監視設備を準備する。監視設備を設置するまでの間、燃料貯蔵プール等の状態について携行型の監視設備にて実施組織要員による監視を行う。</p> <p>また、運搬車により可搬型建屋内ホースを運搬し、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内に可搬型建屋内ホースを敷設し、可搬型建屋外ホースと接続し、第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等に注水するための系統を構築する。</p> <p>なお、水温上昇に伴い使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内の温度が上昇した場合においても、線量率の測定及び燃料貯蔵プール等の状態監視が継続できるよう、空冷設備を設置する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貯水槽</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型中型移送ポンプ</li> <li>・運搬車</li> <li>・可搬型建屋外ホース</li> <li>・可搬型建屋内ホース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型燃料貯蔵プール水位計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール温度計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ</li> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・ガンマ線用サーベイメータ</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> <li>・可搬型空冷ユニット</li> <li>・可搬型空冷ユニット用ホース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース</li> <li>・可搬型空冷ユニット空気圧縮機</li> </ul>

(つづき)

項番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
d.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施判断	燃料貯蔵プール等への注水準備が完了したこと及び燃料貯蔵プール等の水位低下を確認後、燃料貯蔵プール等への注水の実施を判断し、以下の e. へ移行する。	—	—	—
e.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の実施	可搬型中型移送ポンプにより第1貯水槽又は第2貯水槽から燃料貯蔵プール等へ注水する。注水流量は、可搬型代替注水設備流量計及び可搬型建屋外ホースに設置している流量調節弁より調整する。燃料貯蔵プール等へ注水時に必要な監視項目は、注水流量及び燃料貯蔵プール等の水位である。 料貯蔵プール等への注水は、燃料貯蔵プール等の越流せき水位（通常水位-0.40m）を目安に注水し、目標水位到達後は燃料貯蔵プール等の水位を一定範囲に維持するよう、可搬型中型移送ポンプの間欠運転へ切り替え又は注水流量を調整する。	・貯水槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型中型移送ポンプ</li> <li>・可搬型建屋外ホース</li> <li>・可搬型建屋内ホース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> </ul>

(つづき)

項 番	判断及び操作	手順	重大事故等対処施設		
			常設重大事故等 対処設備	可搬型重大事故等 対処設備	計装設備 放射線計測設備
f.	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水の成功判断	燃料貯蔵プール等の水位が通常水位程度であることを確認することにより，燃料貯蔵プール等への注水によるプール水位が回復・維持されていることを判断する。	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型水位計（超音波式）</li> <li>・可搬型水位計（メジャー）</li> <li>・可搬型代替注水設備流量計</li> </ul>
g.	代替監視設備及び空冷設備の設置	代替監視設備の設置完了後，可搬型発電機を起動して代替監視設備の起動状態を確認する。 また，空冷設備の設置完了後，可搬型空冷ユニット空気圧縮機を起動して空冷設備の起動状態を確認する。	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型発電機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型燃料貯蔵プール水位計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール温度計</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ</li> <li>・可搬型空冷ユニット</li> <li>・可搬型空冷ユニット用ホース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール状態監視カメラ用冷却ケース</li> <li>・可搬型燃料貯蔵プール空間線量率計用冷却ケース</li> <li>・可搬型空冷ユニット空気圧縮機</li> </ul>

第 11.2.2.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」に係る主要評価条件（1 / 2）

項目	主要評価条件	条件設定の考え方
機能喪失の条件	安全機能の喪失に対する仮定	燃料貯蔵プール等冷却機能及び注水機能の機能喪失 基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない設計とした設備以外の設備は全て機能喪失することから、燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能が機能喪失するものとした。
	外部電源	外部電源なし 設計上定める条件より厳しい条件における外部事象の「地震」を条件としたとしていることから、外部電源なしを想定した。
	燃料貯蔵プール等の小規模な漏えいで想定される水位	通常水位-0.80m（配管破断によるサイフォン効果による水位低下後、スロッシングによる水位低下が発生すると想定） プール水冷却系配管に逆流防止のため設置されている逆止弁については、異物の噛みこみにより開固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を想定すると、サイフォン プレーカ孔位置（通常水位-0.45m）まで水位が低下する。その後、スロッシングにより燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生することを想定し、最終的に通常水位-0.80mの位置で水位低下が停止する。
機器の条件	使用済燃料の崩壊熱による蒸発量	約 10m <sup>3</sup> /h プール水温 100℃における、使用済燃料の崩壊熱による蒸発速度を設定した。
	代替注水設備等による燃料貯蔵プール等への注水流量	約 160m <sup>3</sup> /h 1 台当たり 240m <sup>3</sup> /h の容量を有し、想定事故 2 において燃料貯蔵プール等への注水に 1 台を使用し、燃料貯蔵プール等の水位を維持するために必要な水量として、燃料貯蔵プール等からの蒸発量である約 10m <sup>3</sup> /h を上回る、最大約 160m <sup>3</sup> /h を設定した。
	崩壊熱量	燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 2,450 kW 燃料貯蔵プール（BWR 燃料用） 約 1,490 kW 燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用） 約 1,480 kW 燃料貯蔵プール全体 約 5,420 kW 沸騰時間算出においては、最も崩壊熱量が大きくなる燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）を設定した。また、蒸発量算出においては、燃料貯蔵プール全体に冷却期間 12 年の燃料が 2,400 t・U <sub>PR</sub> 及び冷却期間 4 年の燃料が 600 t・U <sub>PR</sub> 貯蔵された状態での崩壊熱量を設定した。
	初期水温	65℃ プール水冷却系 1 系列運転時の設計最高温度となる水温を設定した。
	初期水位	通常水位-0.80m 通常運転時の管理上の水位の下限値である通常水位-0.05m を基準とし、サイフォン効果による燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生し水位が低下した後、スロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の漏えいによる水位低下が発生すると想定し、通常水位-0.80m を設定した。

第 11.2.2.1-1 表 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失（想定事故 2）」に係る主要評価条件（2 / 2）

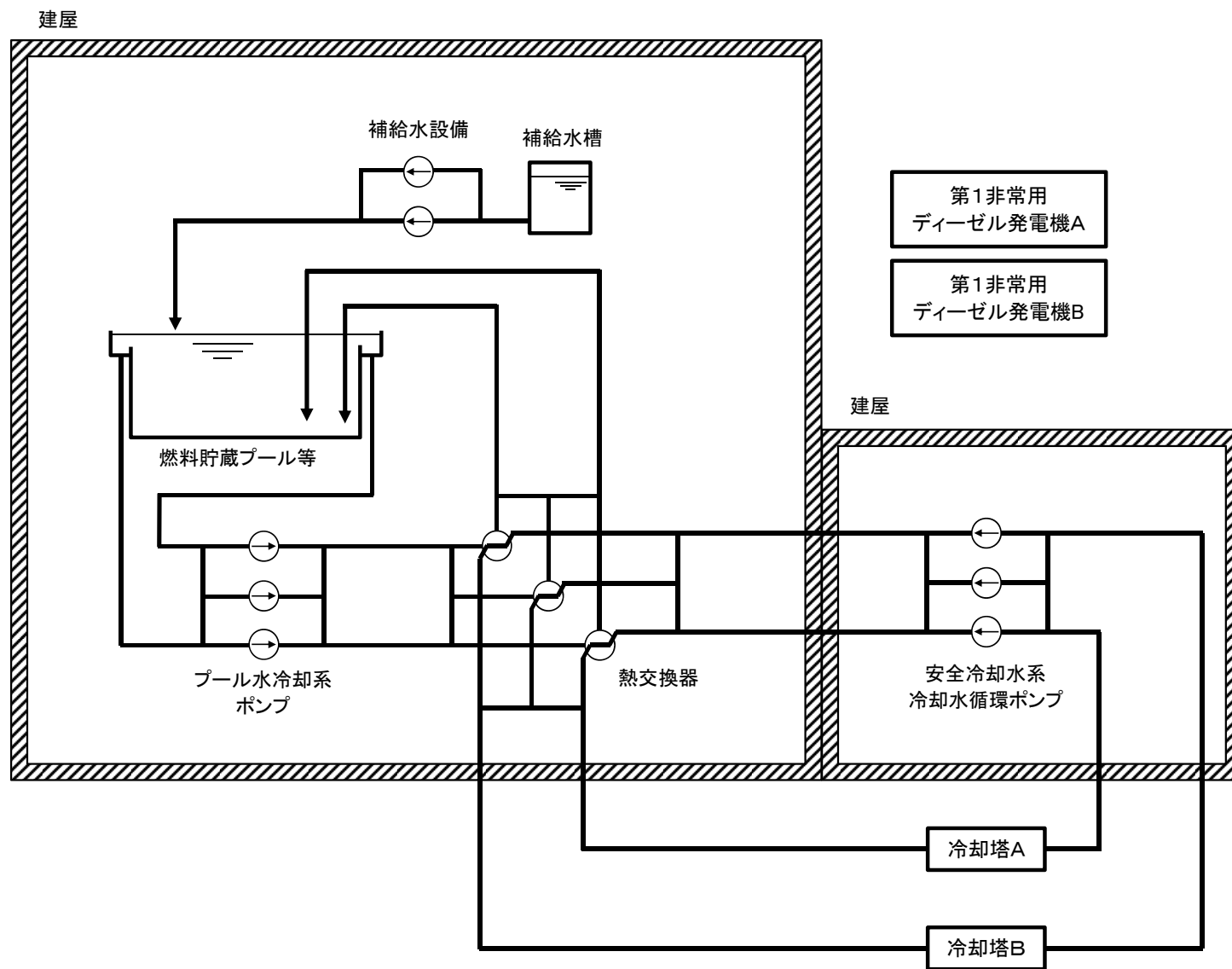
項目	主要評価条件	条件設定の考え方
機器の条件	保有水量 燃料貯蔵プール（PWR 燃料用） 約 2,229m <sup>3</sup> 燃料貯蔵プール（BWR 燃料用） 約 2,168m <sup>3</sup> 燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用） 約 2,233m <sup>3</sup>	通常運転時の運用を踏まえ、燃料貯蔵プール等が連結されているものとするが、燃料貯蔵プール等の水の沸騰までの時間においては、個別の燃料貯蔵プールの保有水量のみを考慮し、燃料貯蔵プール間の熱の移動がないものとして、閉めた状態を考慮した保有水量を設定した。
	燃料貯蔵プール等に設置される水板及び蓋	止水板の高さを越える溢水の戻りは考慮せず、蓋の溢水の抑制は考慮しない
操作の条件	代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水開始	事象発生から 21 時間 30 分後 燃料貯蔵プール等が沸騰する前までに注水操作を実施するものとして、事象発生の確認、移動に必要な時間を考慮して設定した。

第 11.2.2.1-2 表 燃料貯蔵プール等が沸騰に至るまでの時間（想定事故 2）

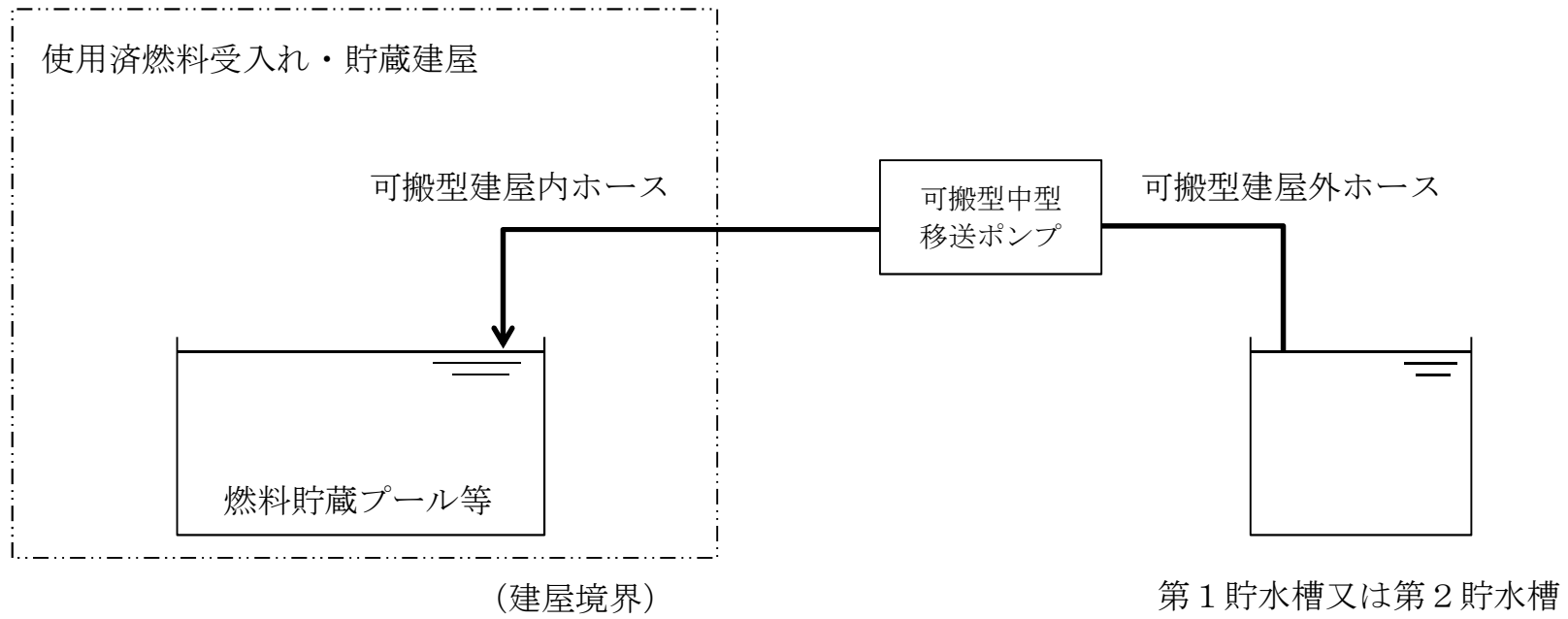
建屋	機器グループ	機器名	沸騰に至るまでの時間
使用済燃料受入れ ・貯蔵建屋	燃料仮置きピット	燃料仮置きピット A	対象外※
		燃料仮置きピット B	対象外※
	燃料貯蔵プール	燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）	約 57 時間
		燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）	約 35 時間
		燃料貯蔵プール（BWR/PWR 燃料用）	約 59 時間
	燃料送出しピット	燃料送出しピット（BWR 燃料）	対象外※
		燃料送出しピット（PWR 燃料）	対象外※

※燃料貯蔵プール等の水の沸騰に至るまでの時間が最も短くなるよう、燃料貯蔵プールにのみ使用済燃料を配置することを想定することから、ピットは対象外とした

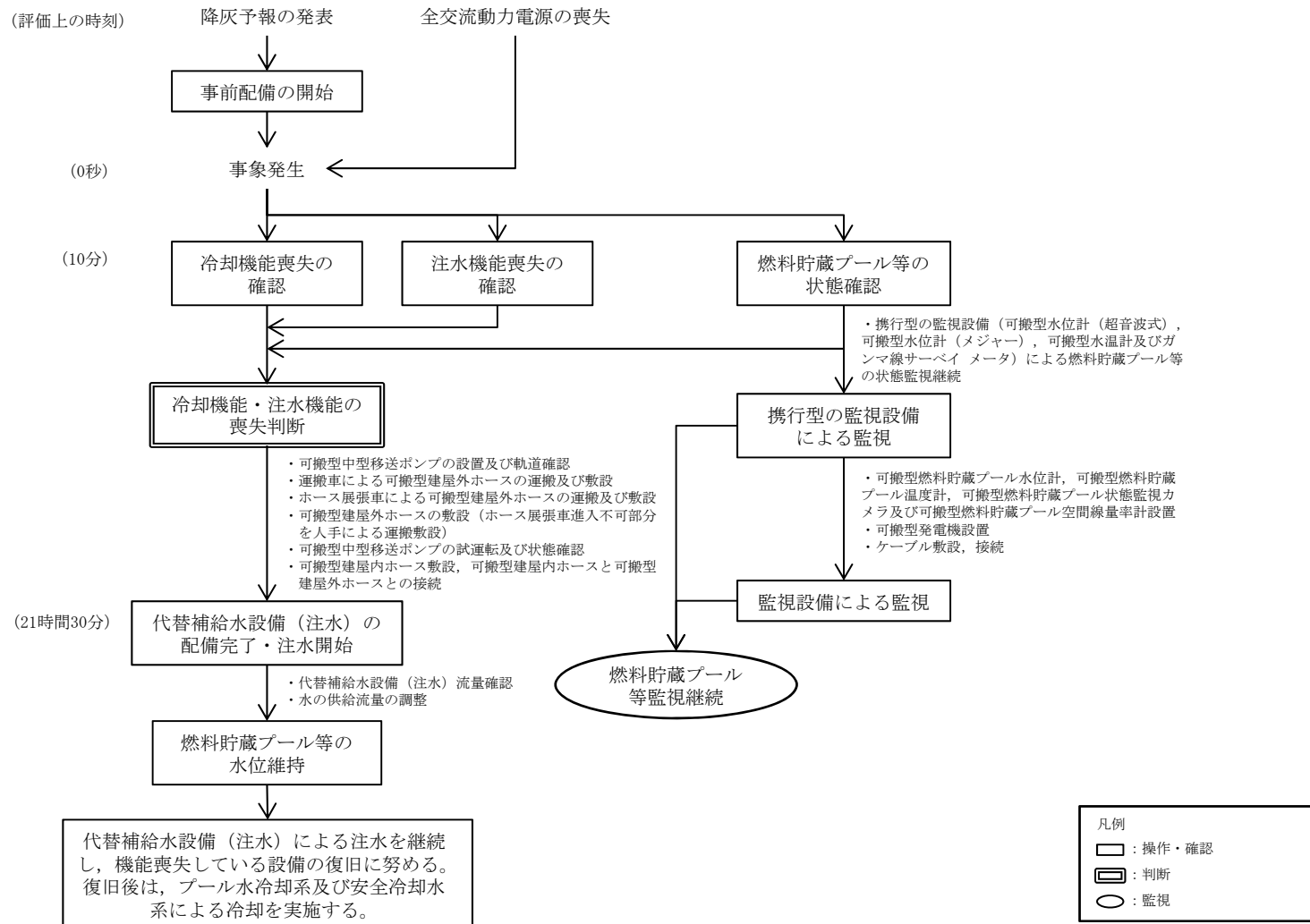




第11-1図 プール水冷却系、安全冷却水系及び補給水設備の系統概要図



第11-2図 代替補給水設備(注水)による注水 系統概要図



第11.1.1-1 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」の対処手順の概要 (想定事故1)

	作業名	作業班	要員数	時間																							
				0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																								
	・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4																								
	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・現場状態監視	F1班	2																								
	・現場状態監視	F2班	2																								

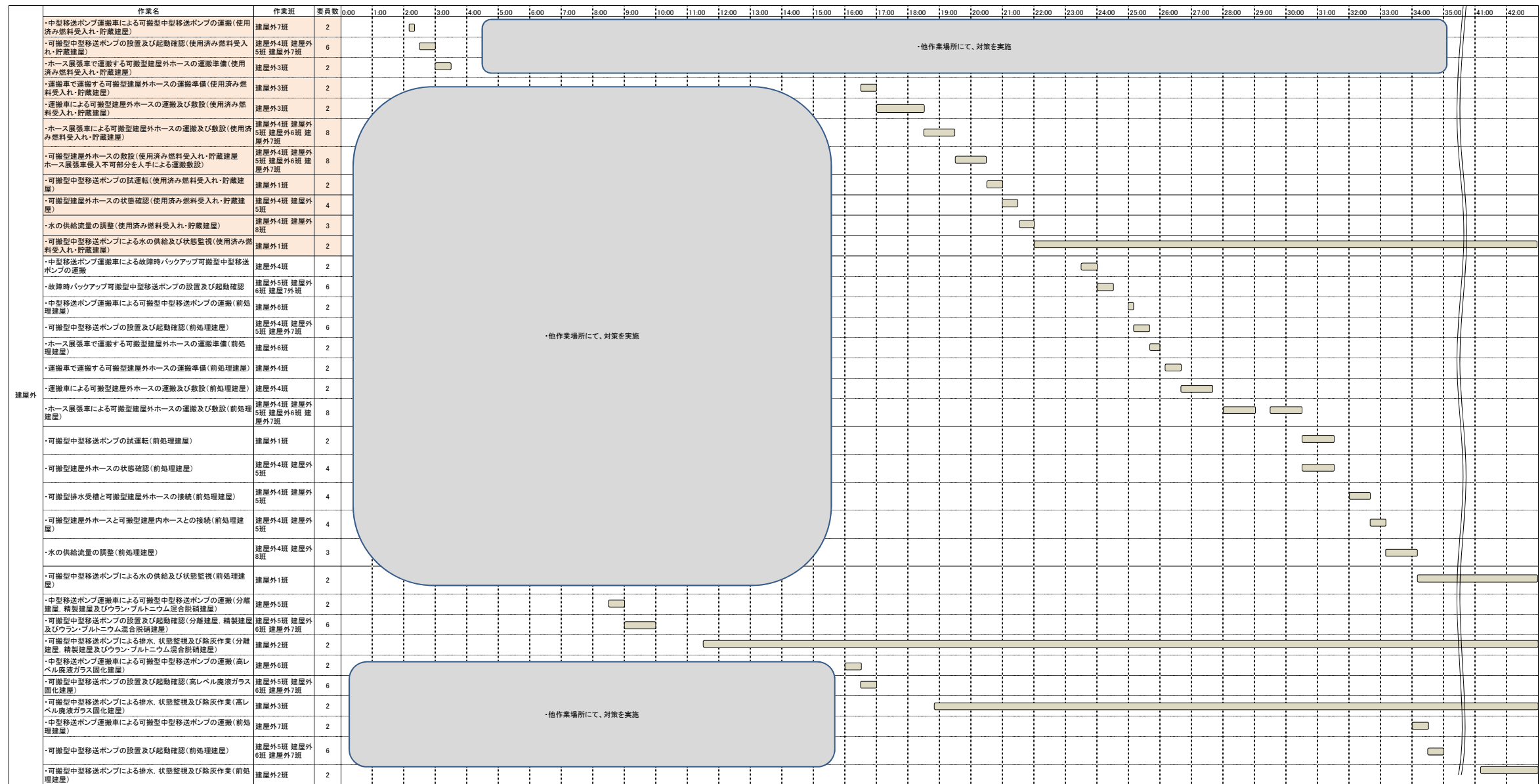
・他作業場所にて、対策を実施

作業名		作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																									
	・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4																									
	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																									
	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																									
	・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																									
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																									
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																									
	・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																									
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																									
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																									
	・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																									
	・現場状態監視	F1班	2																									
	・現場状態監視	F2班	2																									

・他作業場所にて、対策を実施

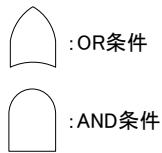
	作業名	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																								
	・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4	・他作業場所にて、対策を実施																							
	・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
	・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
	・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
	・現場状態監視	F1班	2																								
	・現場状態監視	F2班	2																								



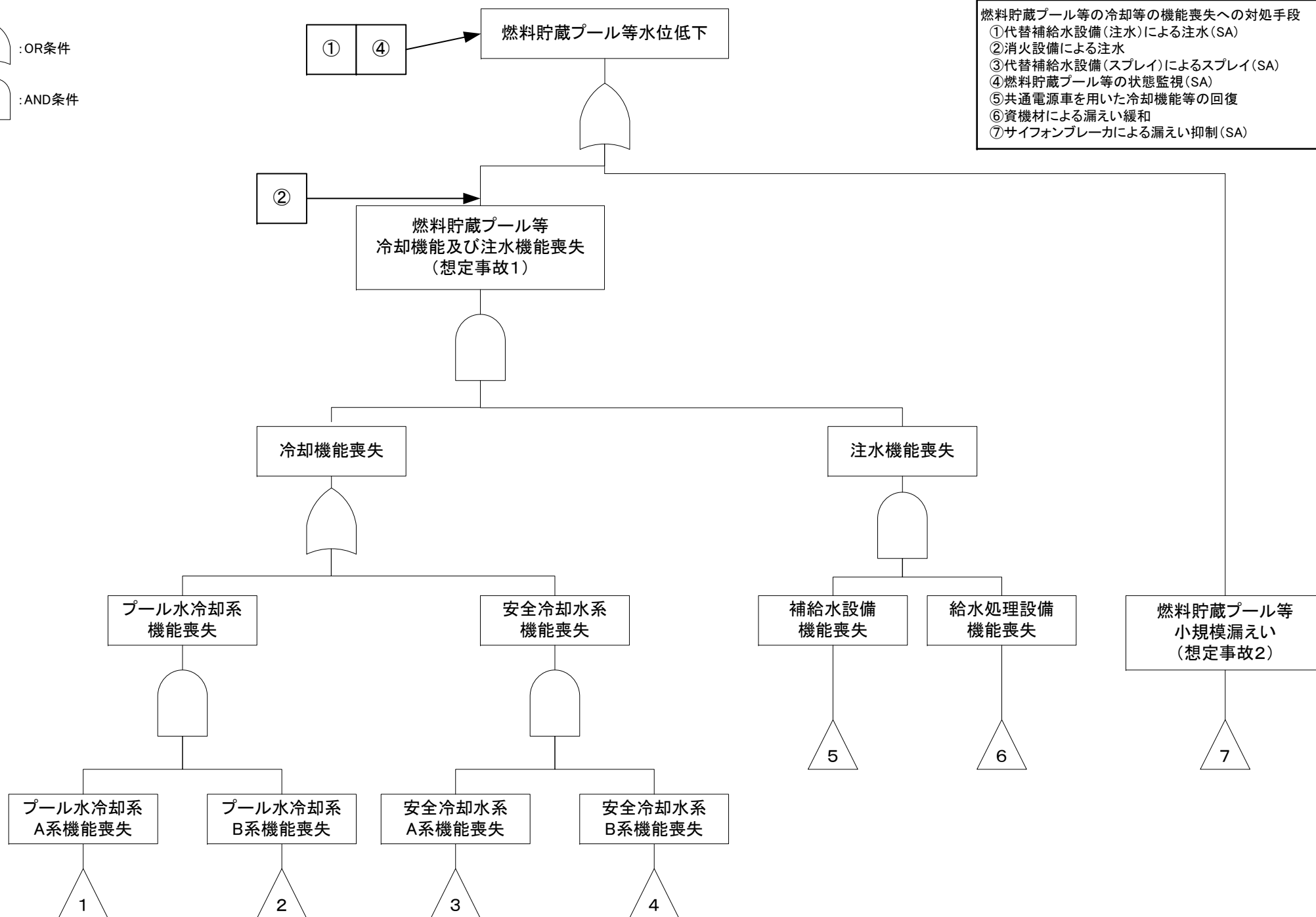


第11. 1. 1- 3 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処(想定事故1)に係る作業と所要時間(建屋外) (2/2)

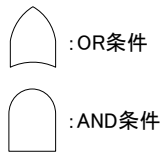




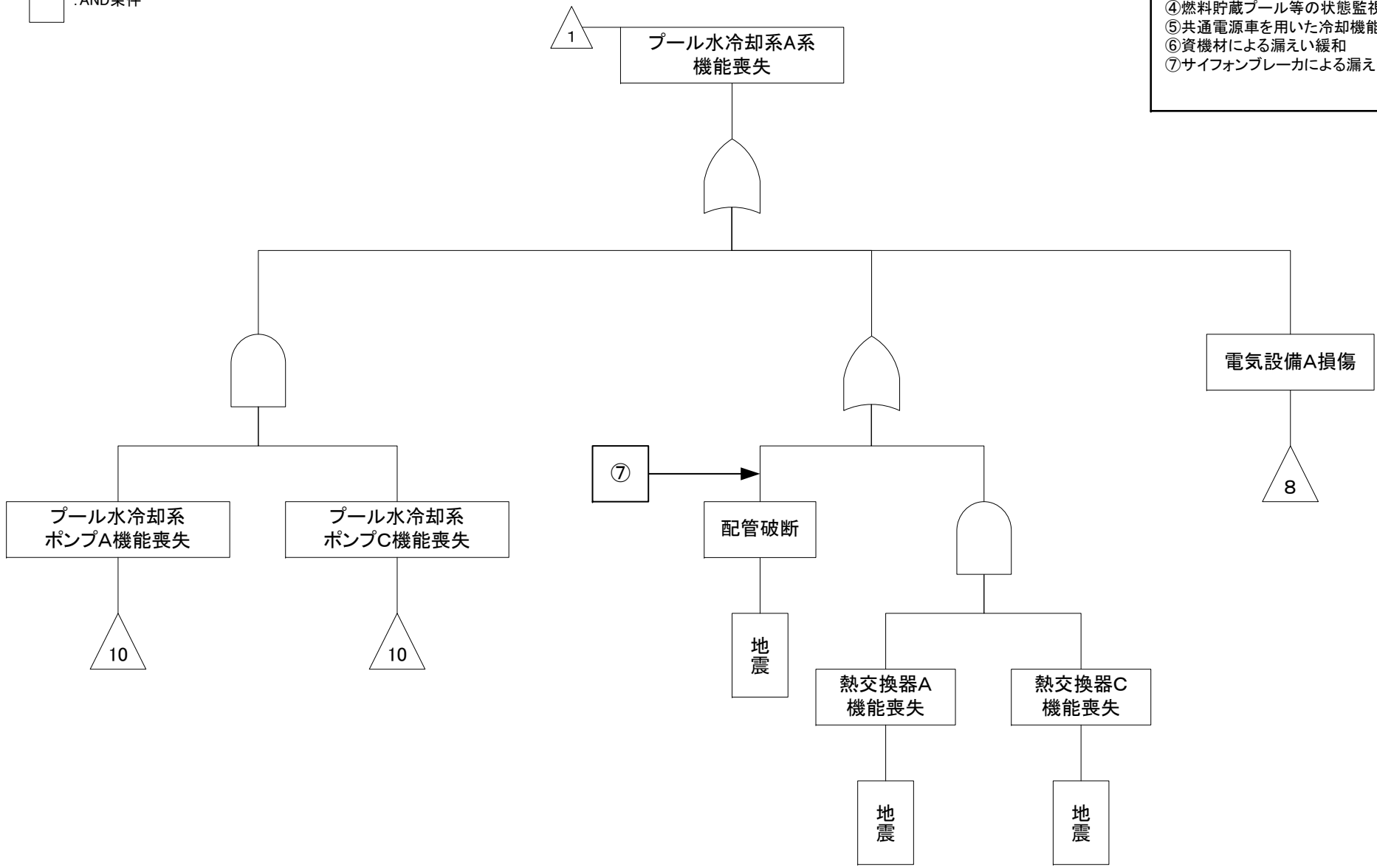
- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



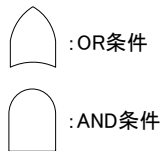
第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(1/12)



- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

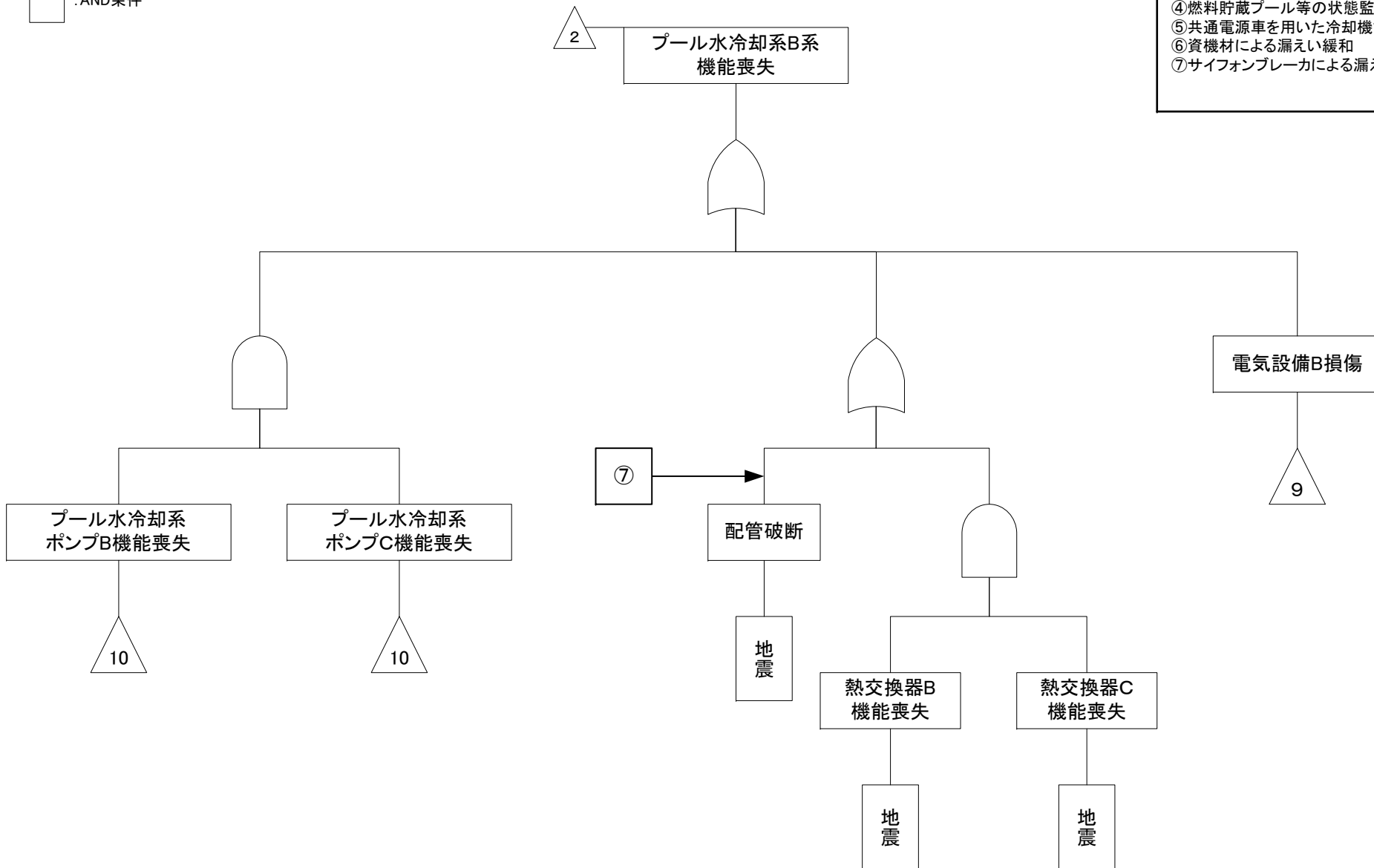


第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(2/12)

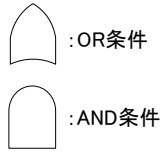


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

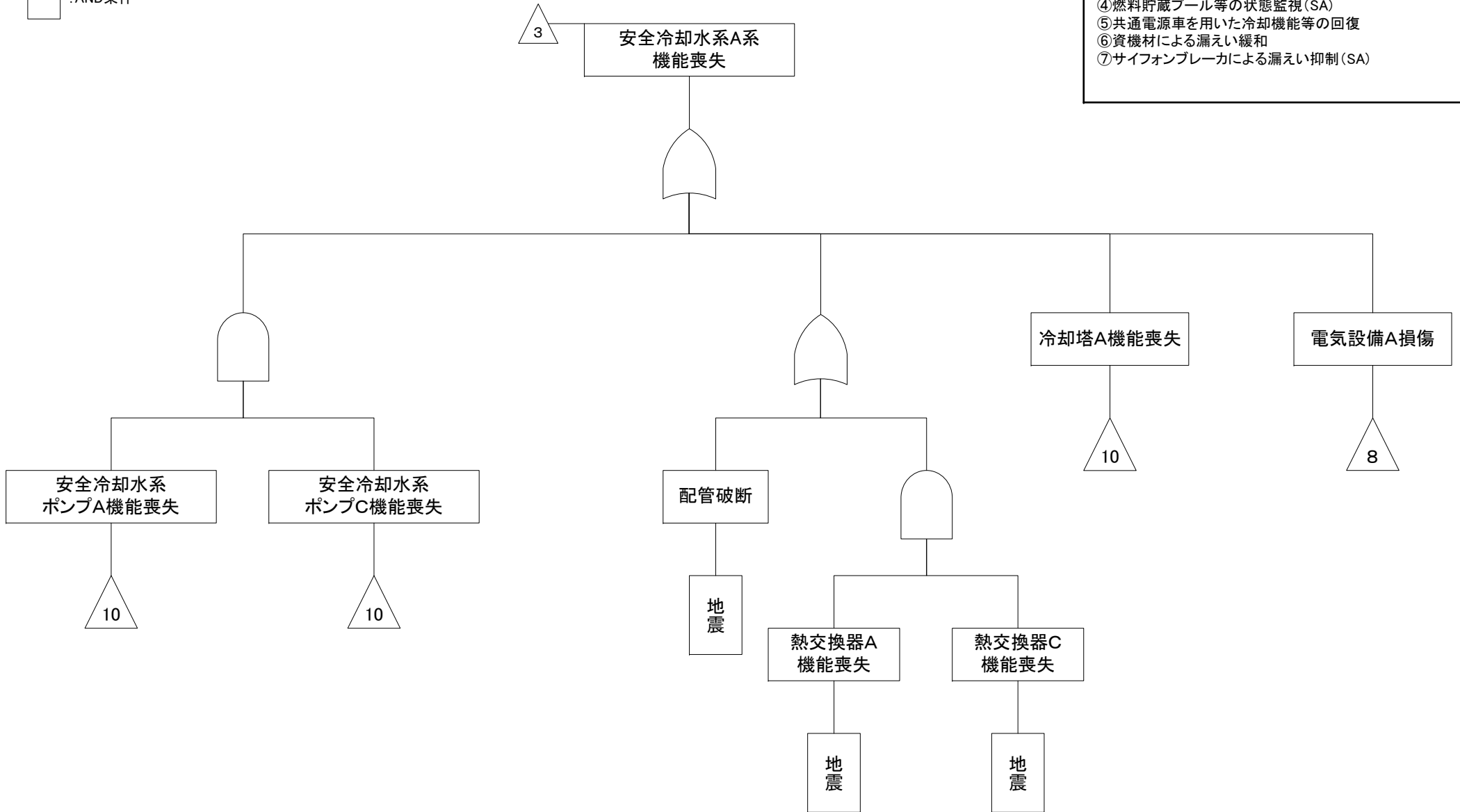
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ② 消火設備による注水
- ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑥ 資機材による漏えい緩和
- ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



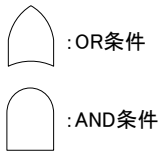
第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(3/12)



- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

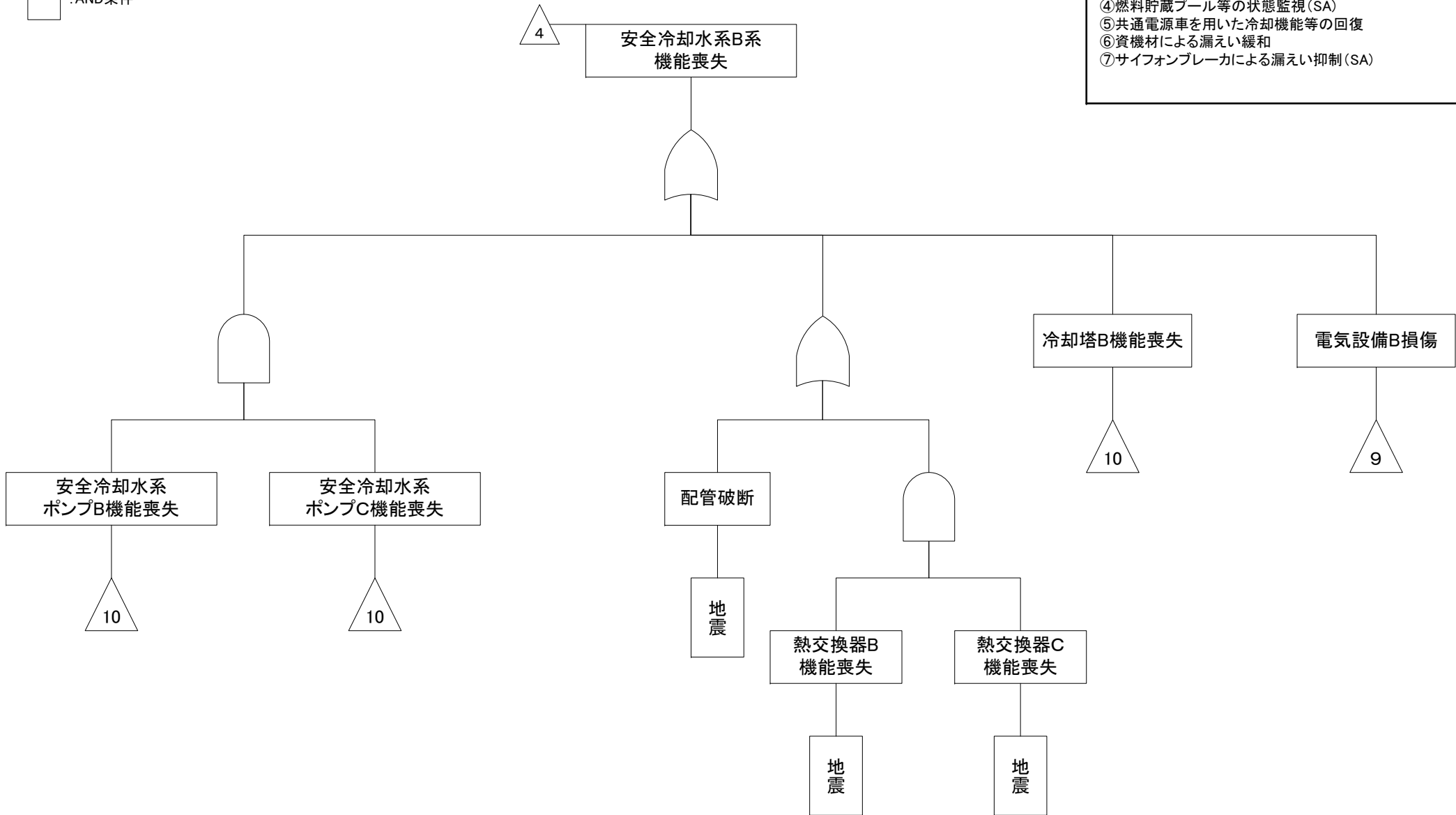


第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(4/12)

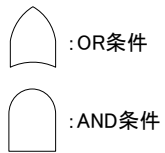


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ② 消火設備による注水
- ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑥ 資機材による漏えい緩和
- ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

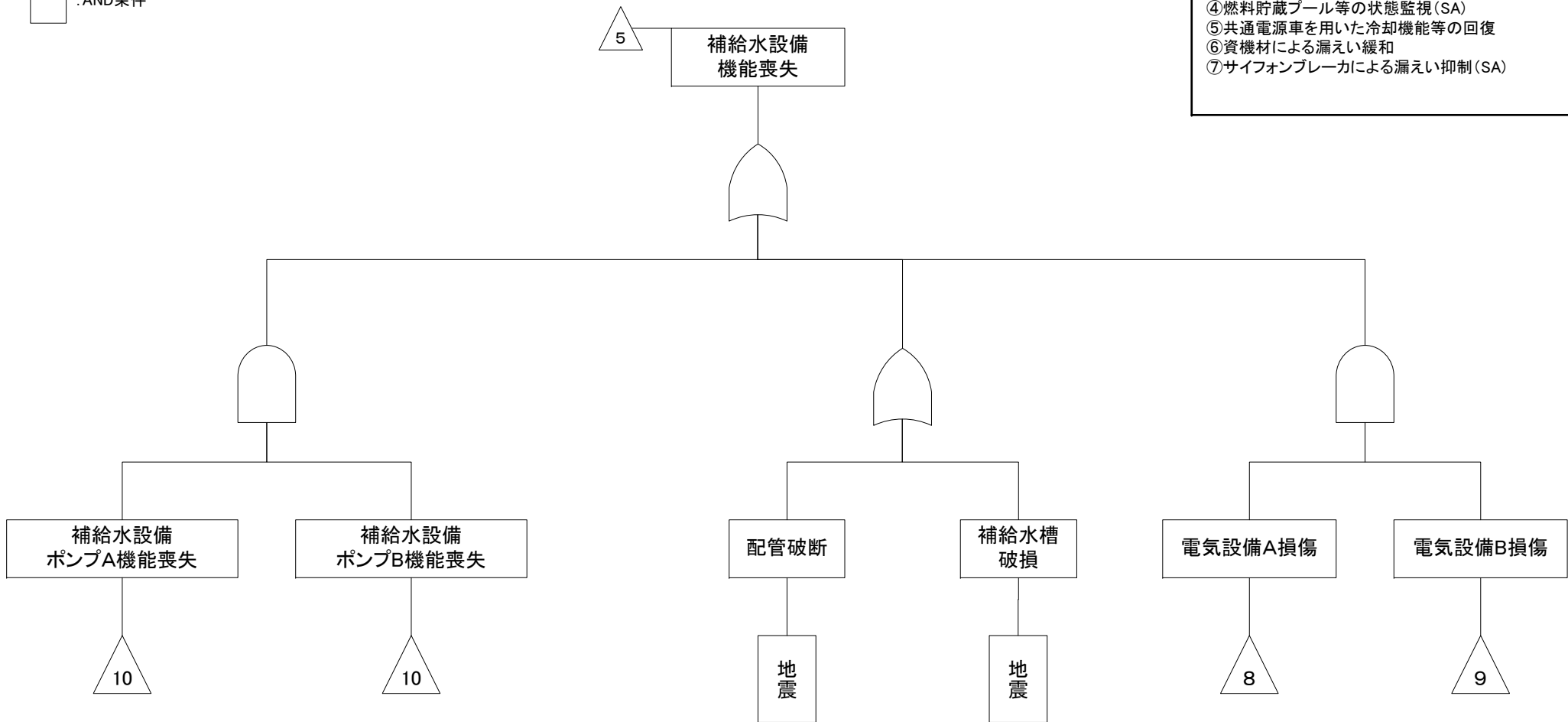


第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(5/12)

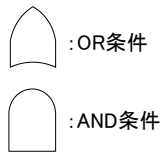


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

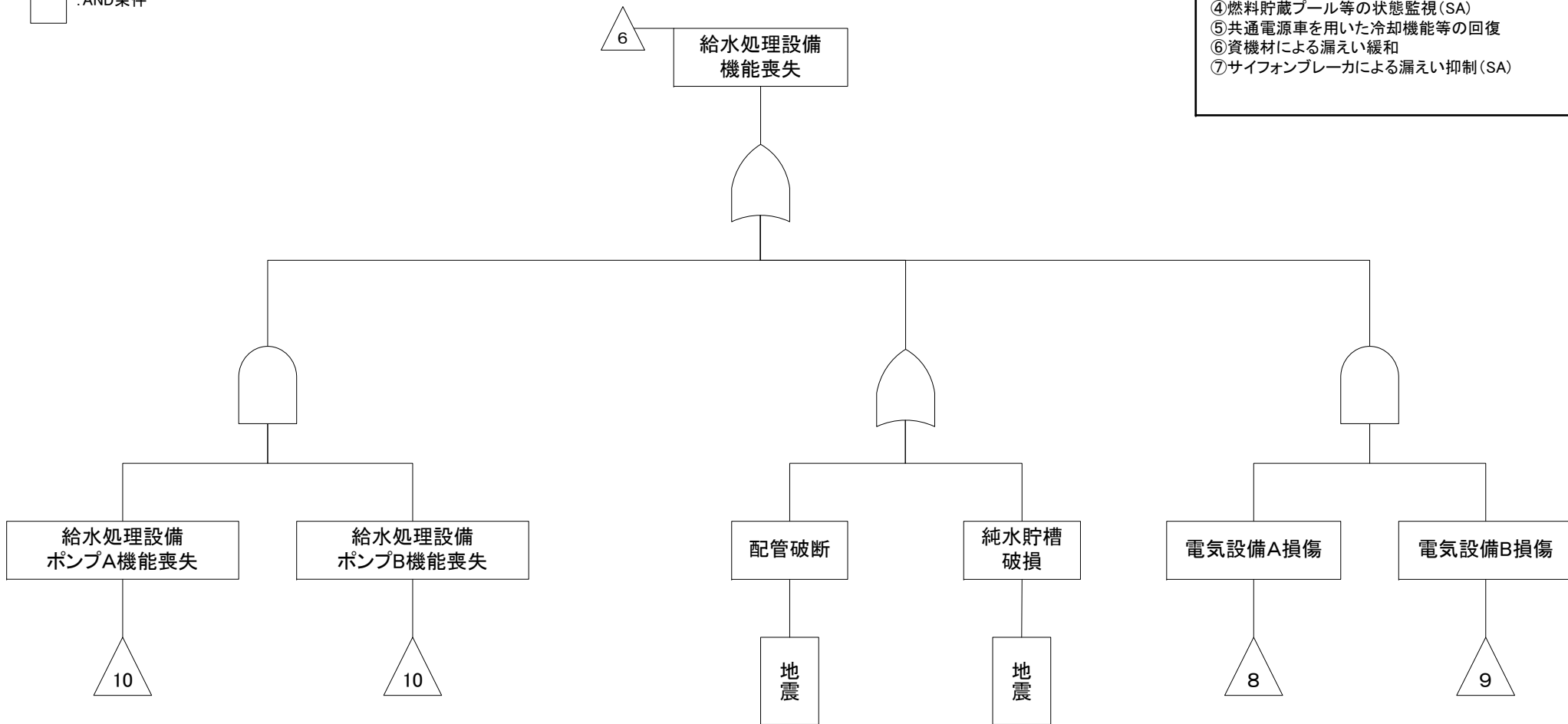
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ② 消火設備による注水
- ③ 代替補給水設備(スプレー)によるスプレー(SA)
- ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑥ 資機材による漏えい緩和
- ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



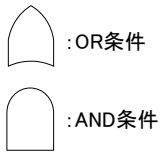
第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(6/12)



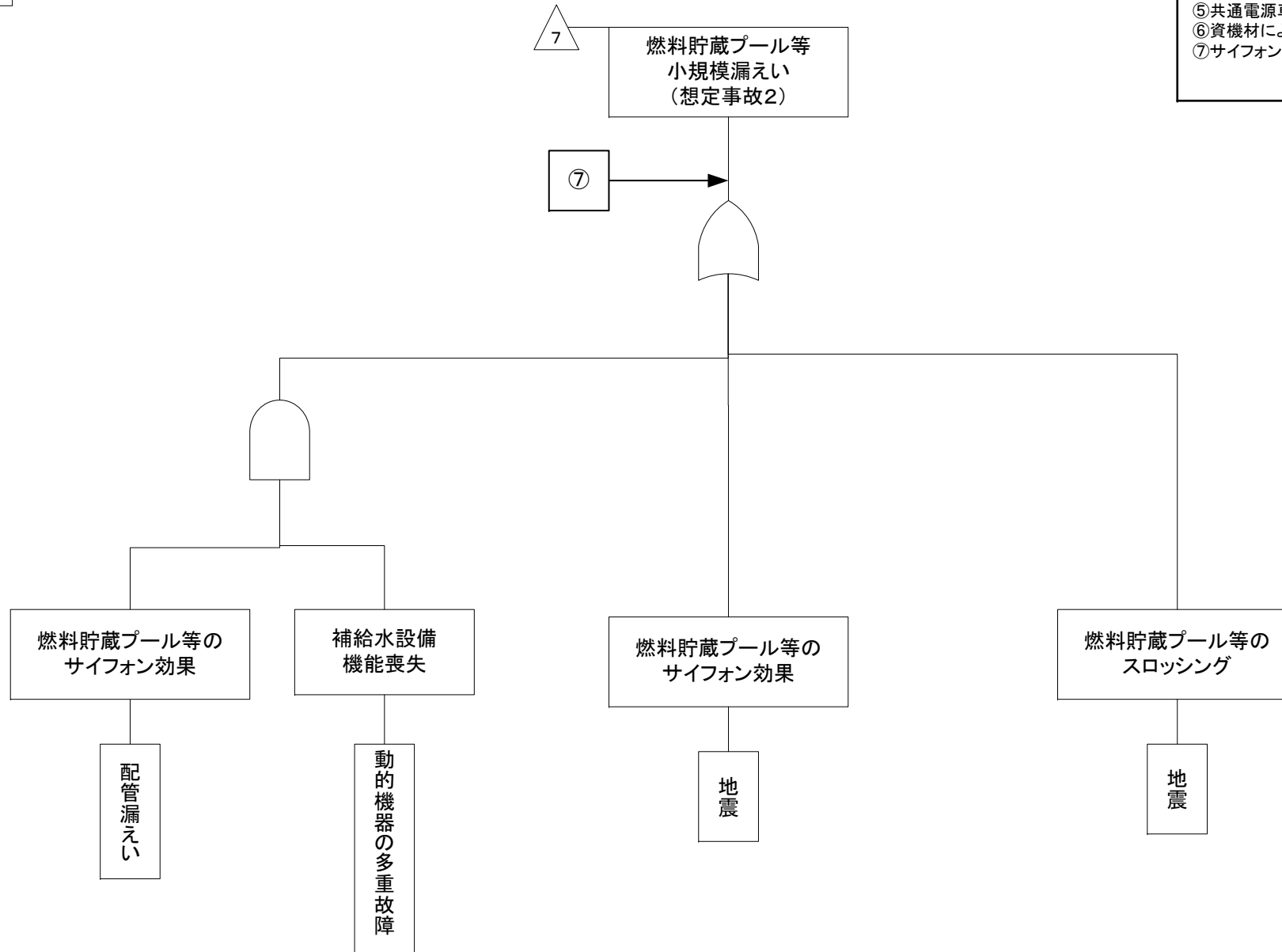
- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(7/12)

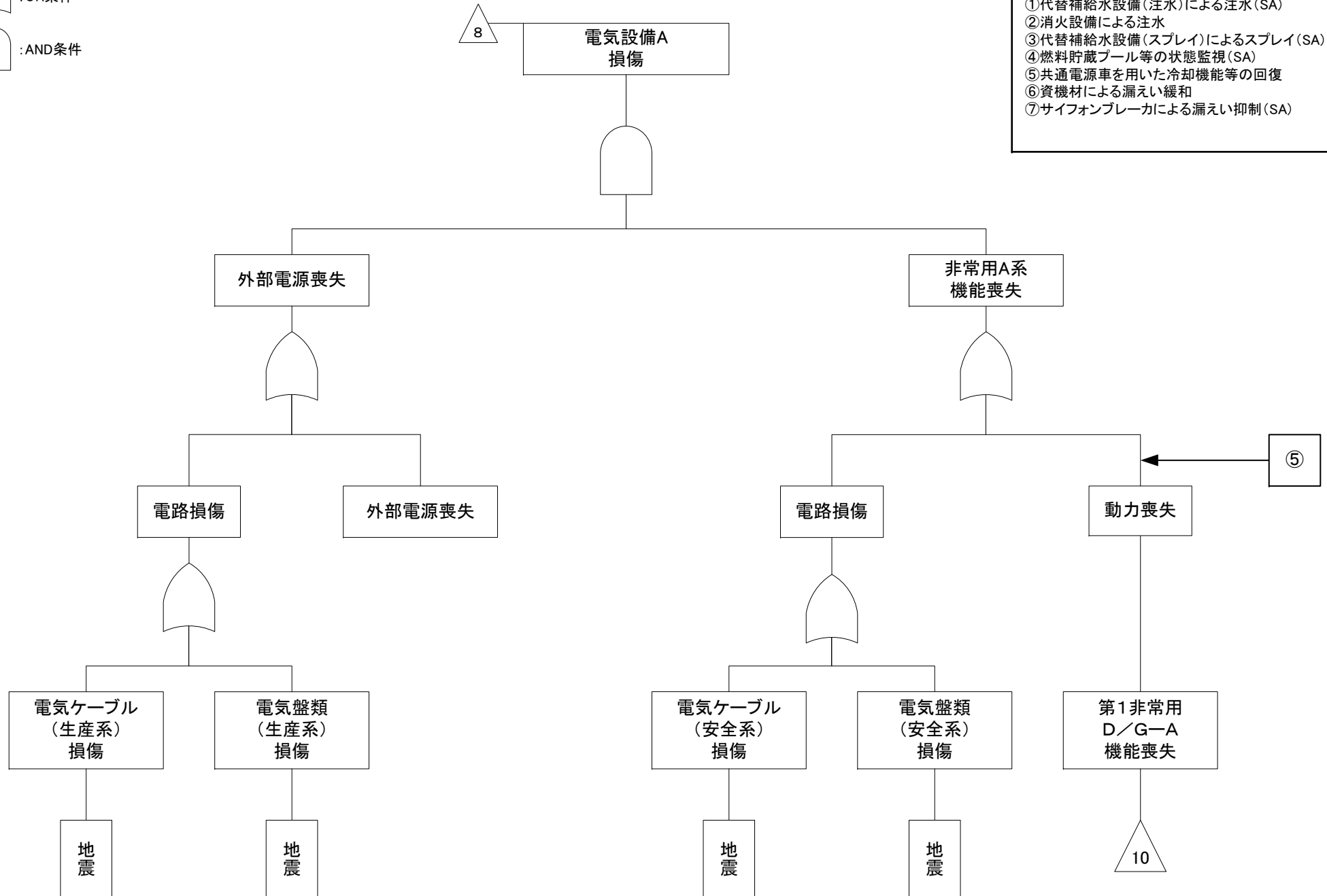
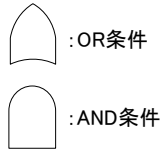


- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(8/12)





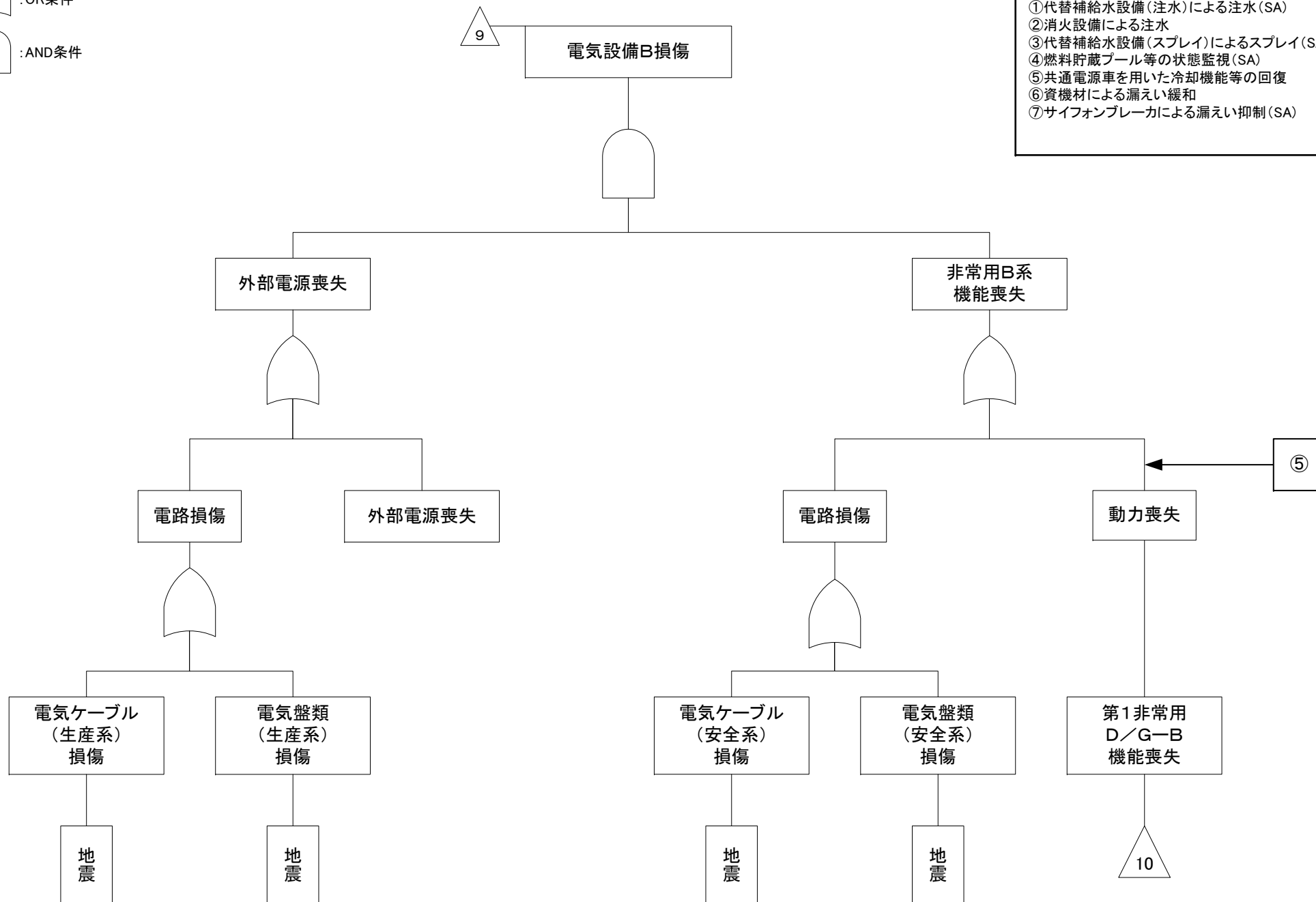


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ② 消火設備による注水
- ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑥ 資機材による漏えい緩和
- ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(9/12)

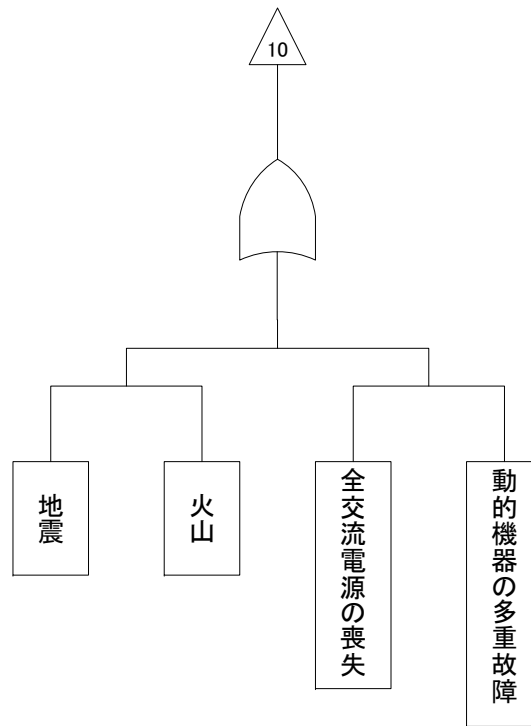
 : OR条件  
 : AND条件



燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段  
 ①代替補給水設備(注水)による注水(SA)  
 ②消火設備による注水  
 ③代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)  
 ④燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)  
 ⑤共通電源車を用いた冷却機能等の回復  
 ⑥資機材による漏えい緩和  
 ⑦サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)

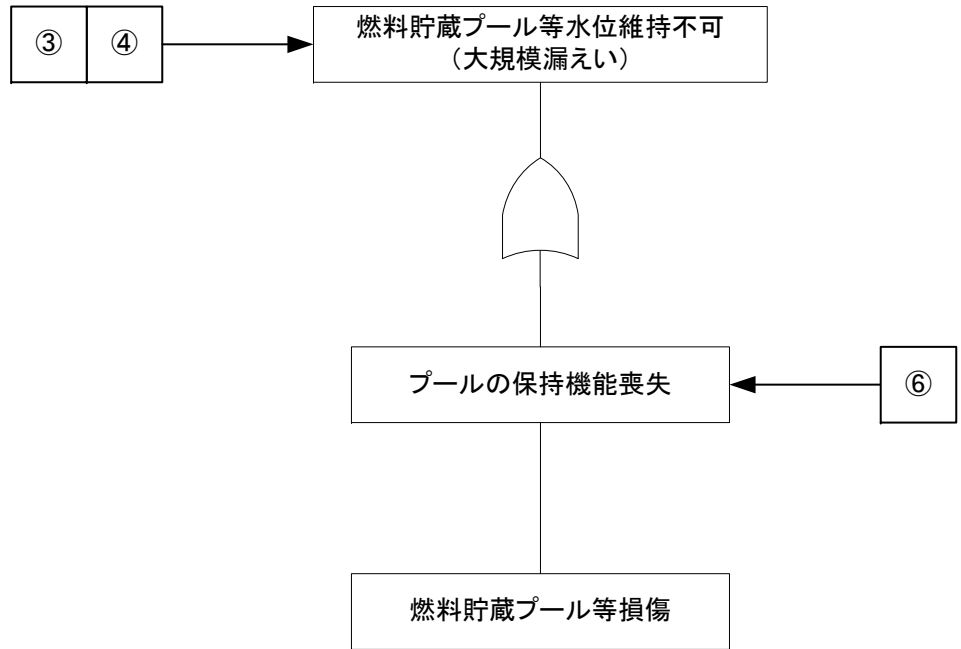
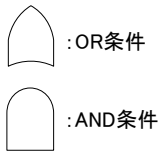
第11.1.2.1-1図 機能喪失原因対策分析(10/12)

∩ : OR条件  
∪ : AND条件

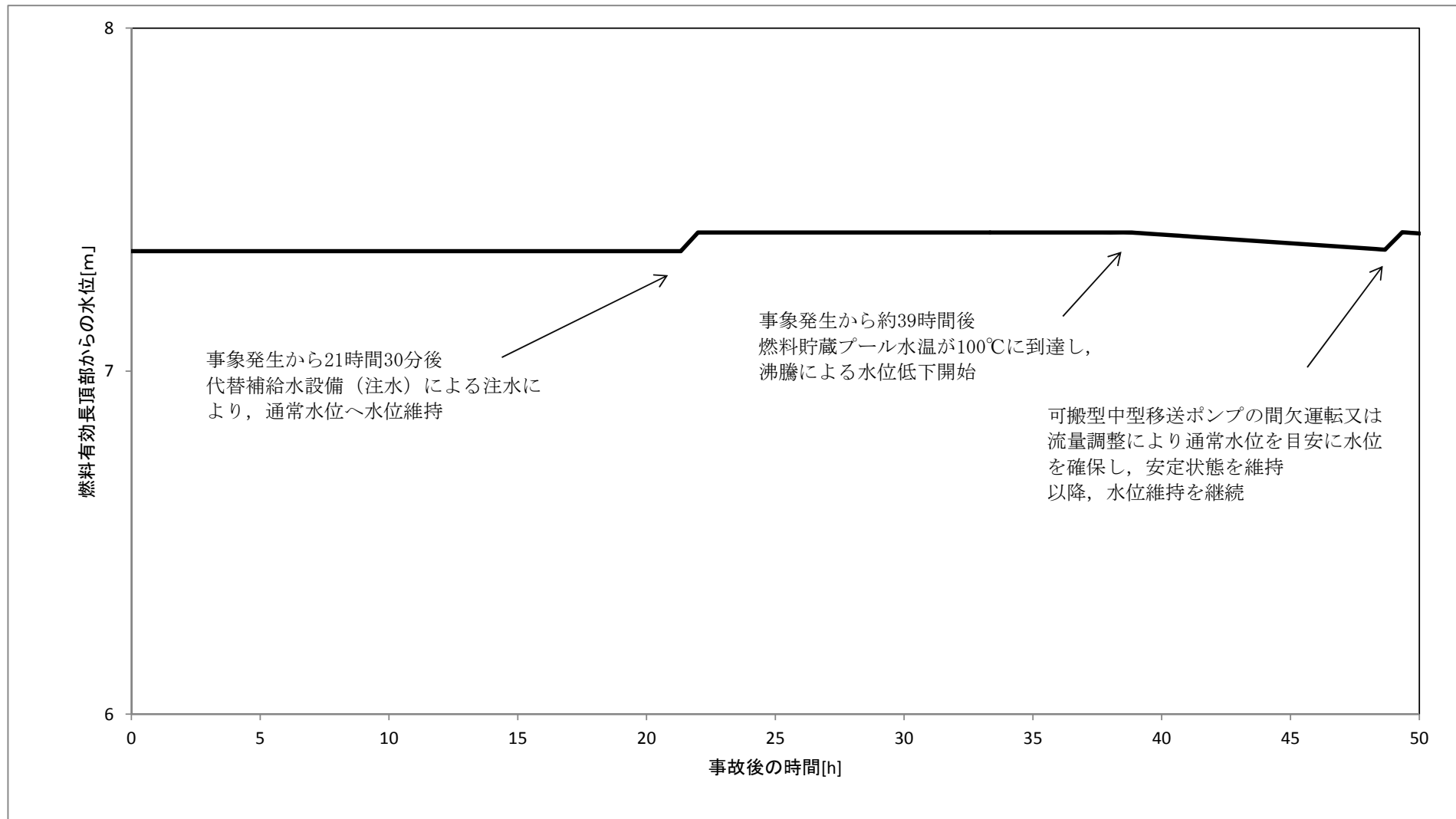


燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段

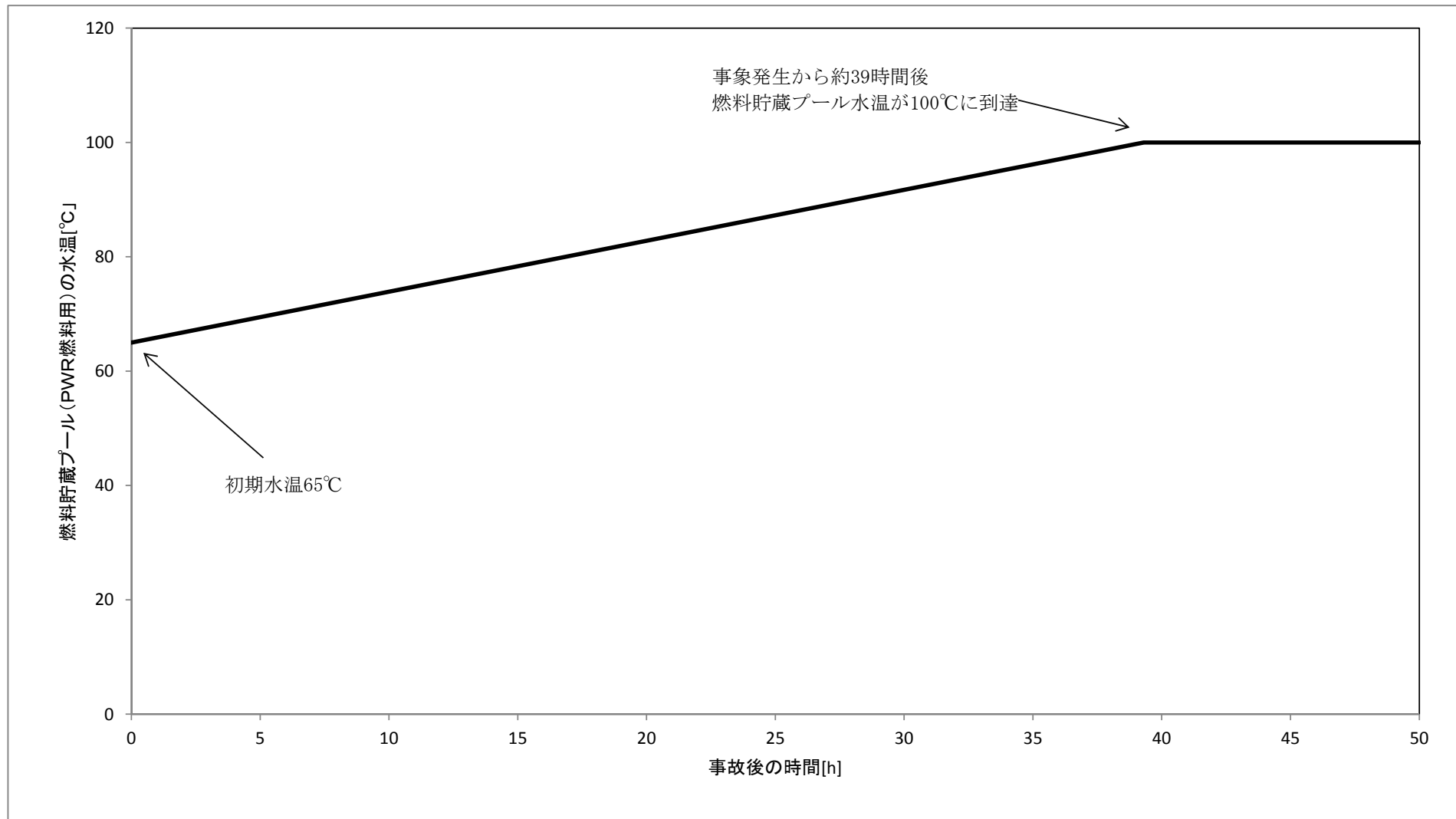
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
- ② 消火設備による注水
- ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
- ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
- ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
- ⑥ 資機材による漏えい緩和
- ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



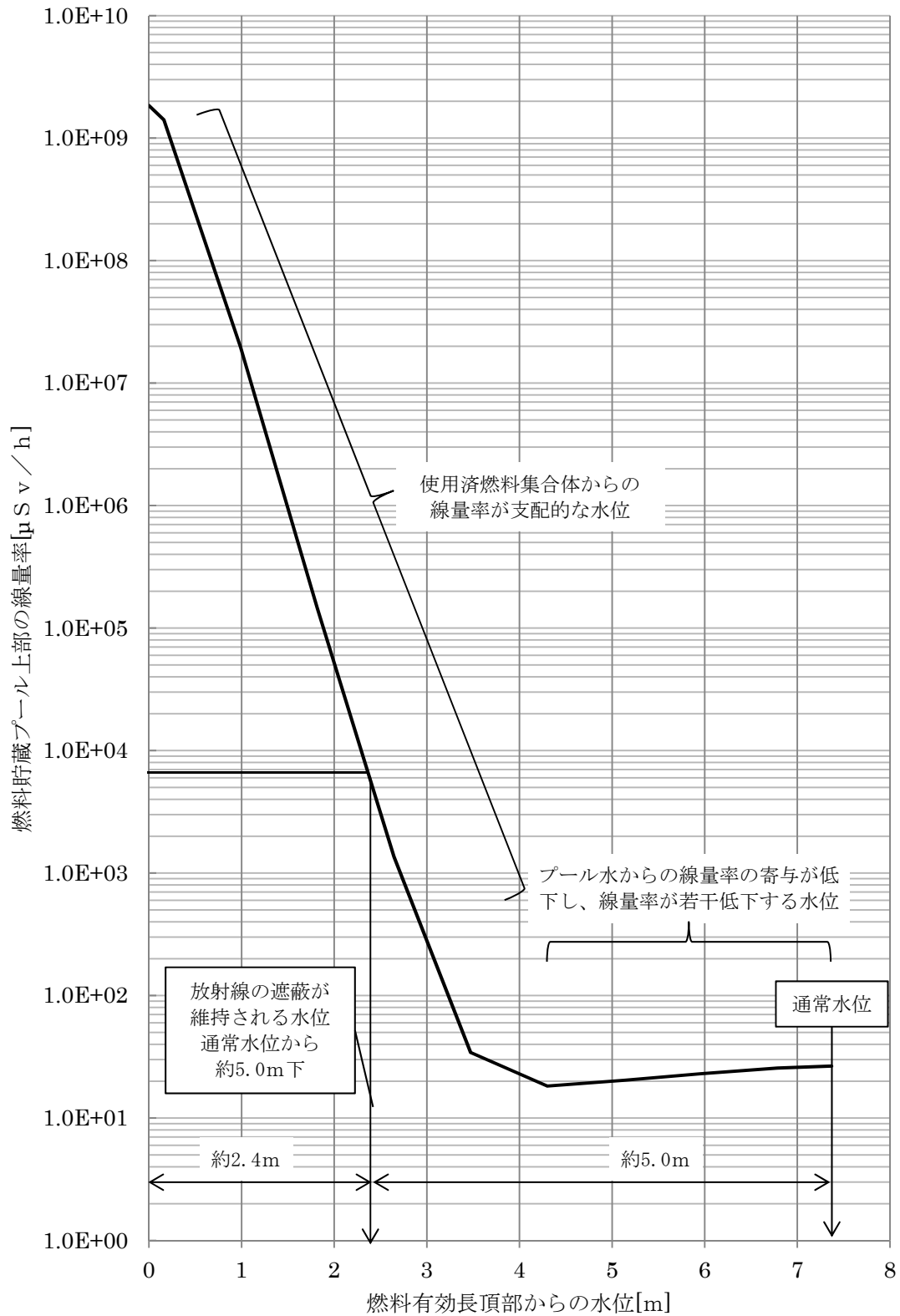
- 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処手段
- ① 代替補給水設備(注水)による注水(SA)
  - ② 消火設備による注水
  - ③ 代替補給水設備(スプレイ)によるスプレイ(SA)
  - ④ 燃料貯蔵プール等の状態監視(SA)
  - ⑤ 共通電源車を用いた冷却機能等の回復
  - ⑥ 資機材による漏えい緩和
  - ⑦ サイフォンブレーカによる漏えい抑制(SA)



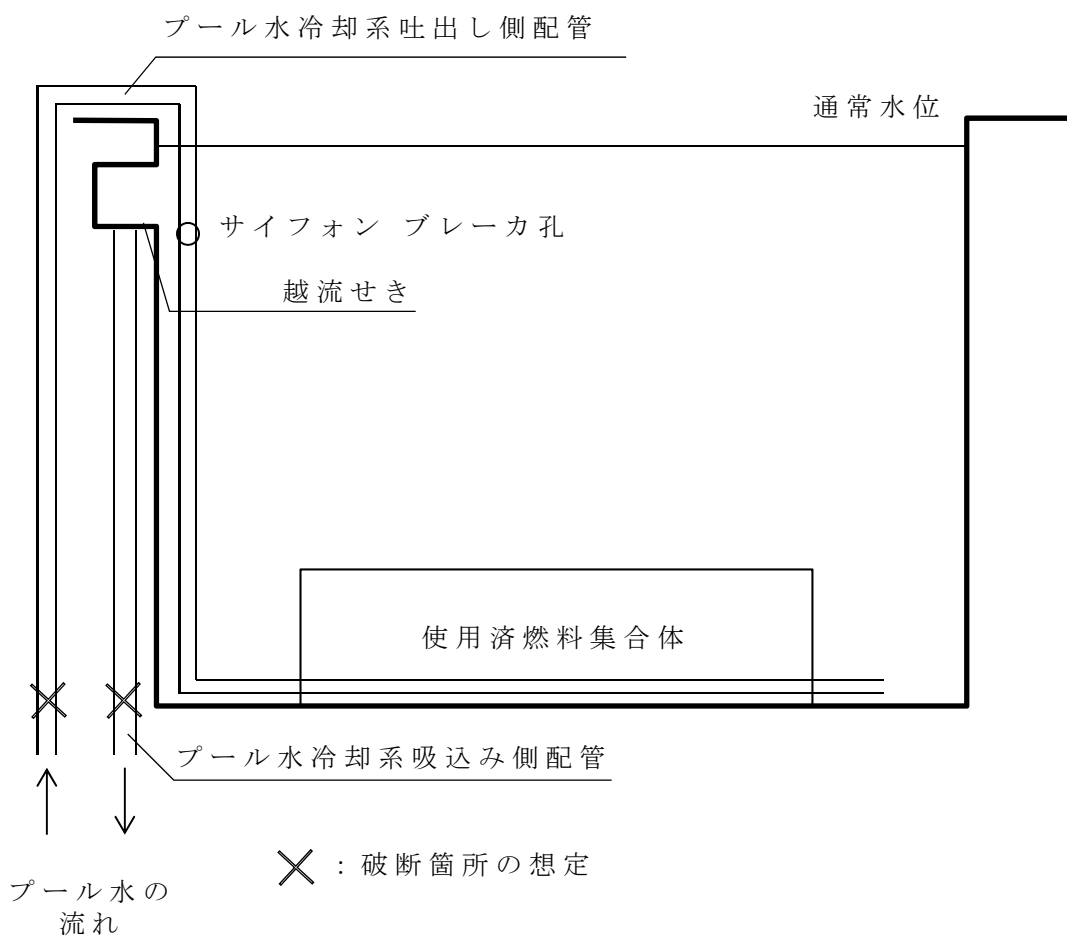
第11.1.2.2-1図 想定事故1における燃料貯蔵プール等水位の推移



第11.1.2.2-2図 想定事故1における燃料貯蔵プール等水温の推移



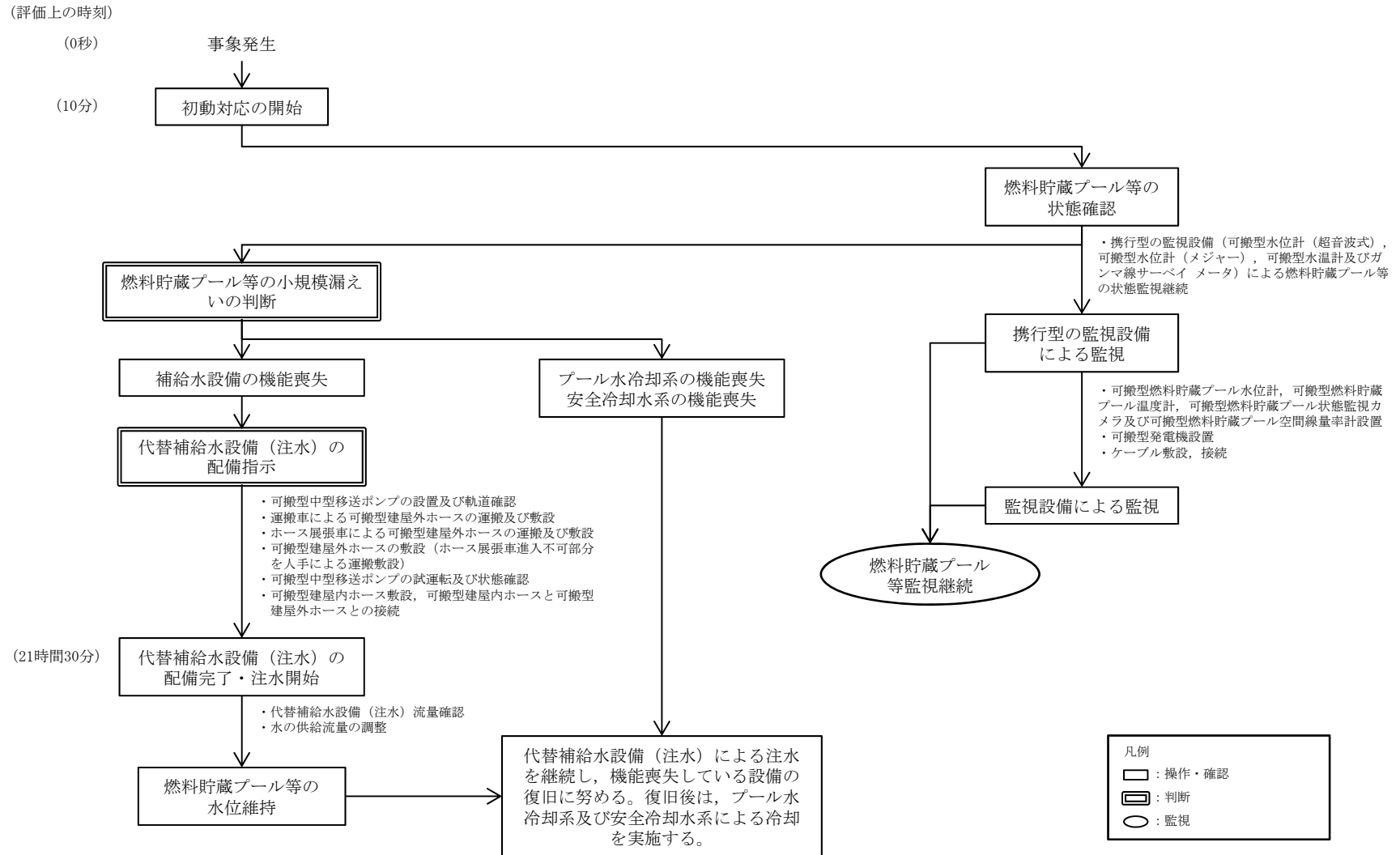
第 11.1.2.2-3 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失(想定事故1)」における燃料貯蔵プール等の水位と線量率



- ① プール水冷却系吐出し側配管が破断した場合  
 プール水はサイフォン効果により流出するが、サイフォン ブレーカ孔位置で流出は停止する。
- ② プール水冷却系吸込み側配管が破断した場合  
 当該配管は越流せきに接続していることから、越流せきを介してプール水の小規模な漏えいが発生し、越流せきに到達することで小規模漏えいが停止する。

第 11.2.1-1 図 プール水冷却系の吸込み側配管と吐出し側配管の位置関係 概要図





第11.2.1-2 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」の対応手順の概要（想定事故2）

作業名	作業班	要員数	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
			・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																					
・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4																								
・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・現場状態監視	F1班	2																								
・現場状態監視	F2班	2																								

・他作業場所にて、対策を実施

第11.2.1-3 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故2）に係る作業と所要時間（1/3）

作業名	作業班	要員数	24:00	25:00	26:00	27:00	28:00	29:00	30:00	31:00	32:00	33:00	34:00	35:00	36:00	37:00	38:00	39:00	40:00	41:00	42:00	43:00	44:00	45:00	46:00	47:00
			・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																					
・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4																								
・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・現場状態監視	F1班	2																								
・現場状態監視	F2班	2																								

・他作業場所にて、対策を実施

第11.2.1-3 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故2）に係る作業と所要時間（2/3）

作業名	作業班	要員数	48:00	49:00	50:00	51:00	52:00	53:00	54:00	55:00	56:00	57:00	58:00	59:00	60:00	61:00	62:00	63:00	64:00	65:00	66:00	67:00	68:00	69:00	70:00	71:00
			・設備運搬(移動含む)(可搬型代替注水設備、可搬型監視設備)	AB5班、AB6班	4																					
・設備運搬(移動含む)(可搬型監視設備、可搬型発電機)	AB7班、AB8班	4	・他作業場所にて、対策を実施																							
・設備運搬(可搬型空冷ユニット等)	AB5班、AB6班 AB7班、AB8班	8																								
・ホース敷設 建屋内外ホース接続	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・注水開始・流量確認	AB4班、AC11班 AC14班、AC15班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・監視設備配置 ケーブル敷設・接続	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬型発電機起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・可搬型空冷ユニット設置 可搬型空冷ユニット用ホース敷設	AC5班、AC6班 AC7班、AC10班	8																								
・可搬空冷ユニット起動	AC1班、AC2班 AC3班、AC4班	8																								
・現場状態監視	F1班	2																								
・現場状態監視	F2班	2																								

第11.2.1-3 図 燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失への対処（想定事故2）に係る作業と所要時間（3/3）

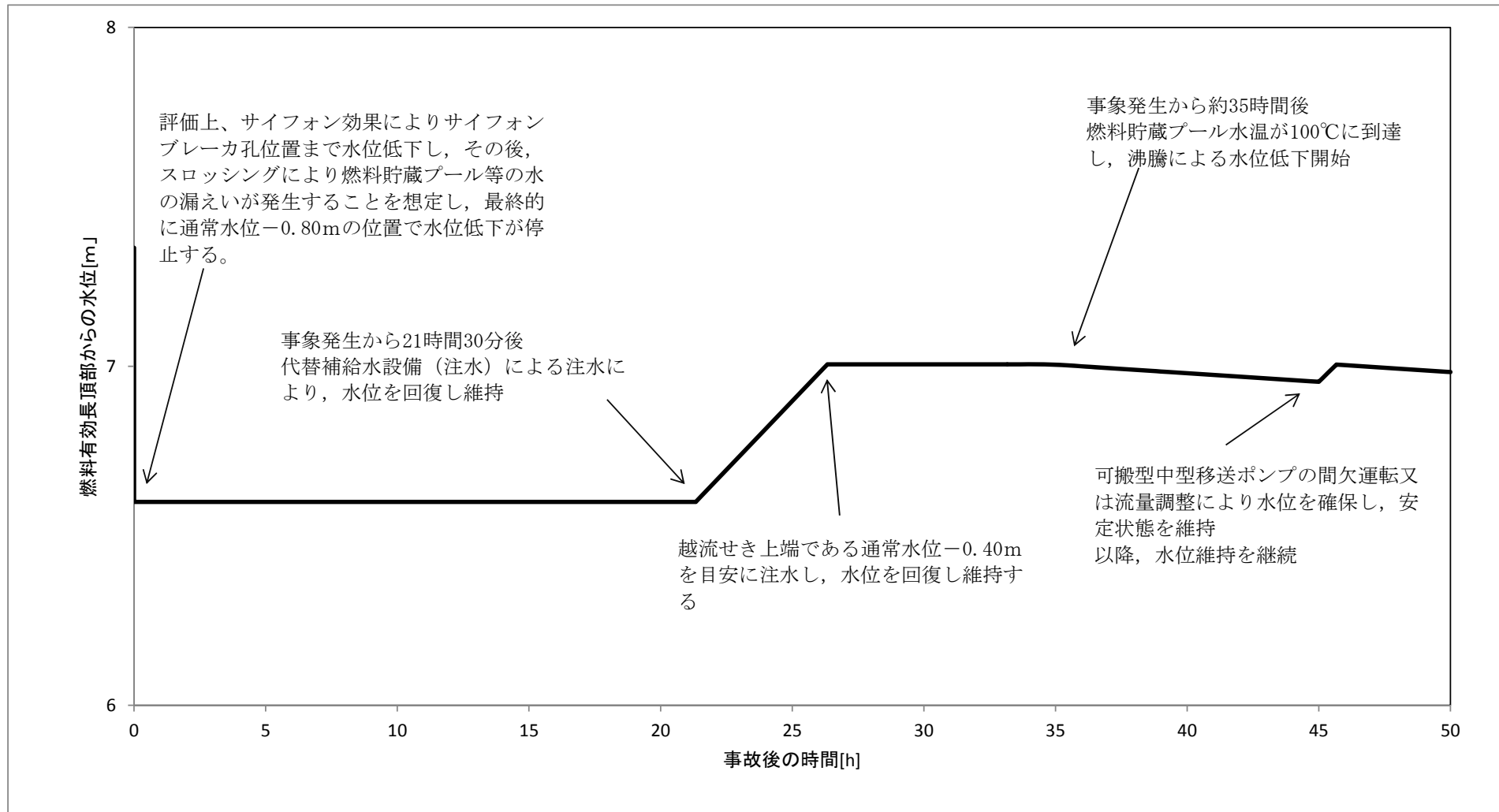




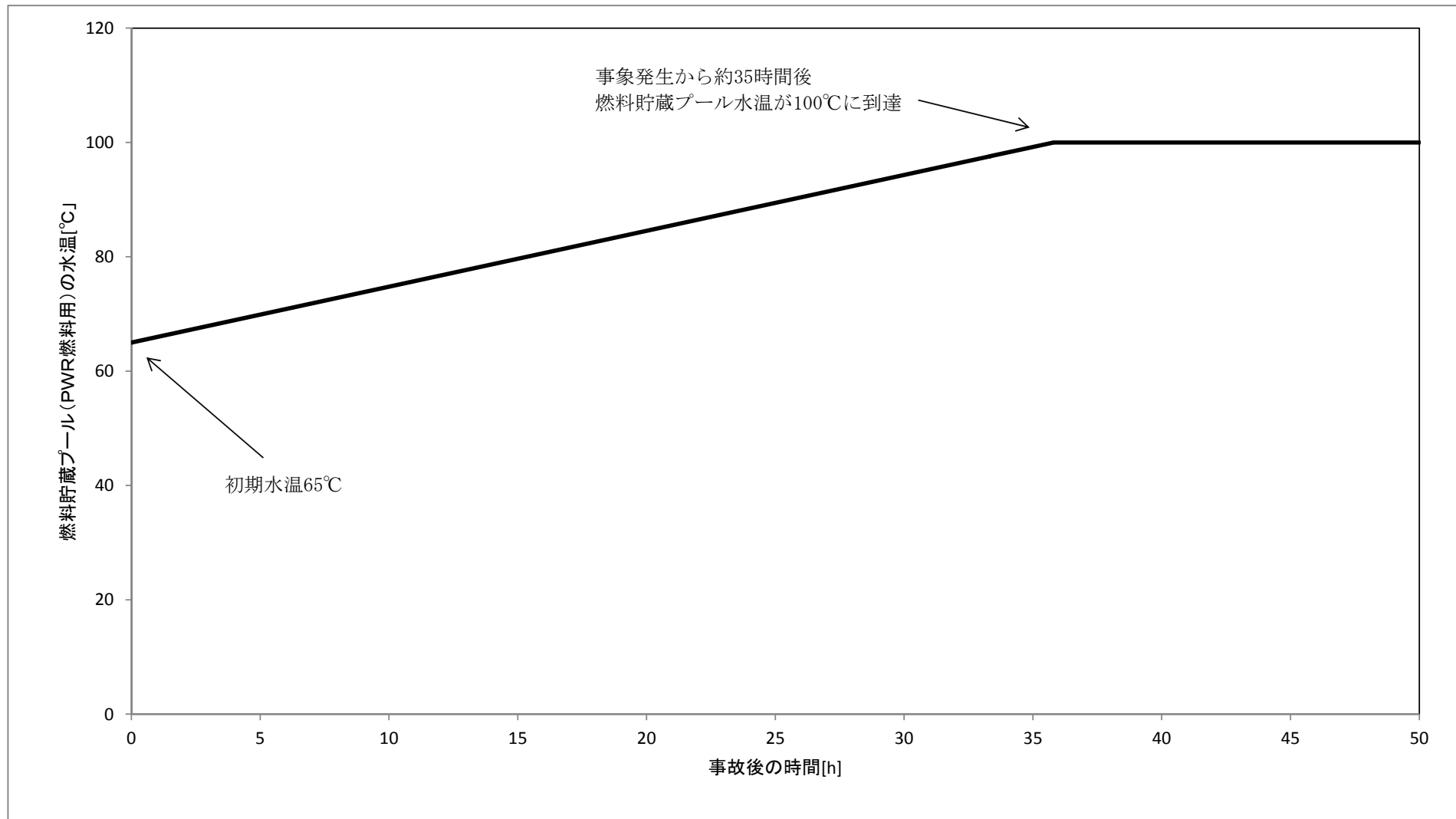




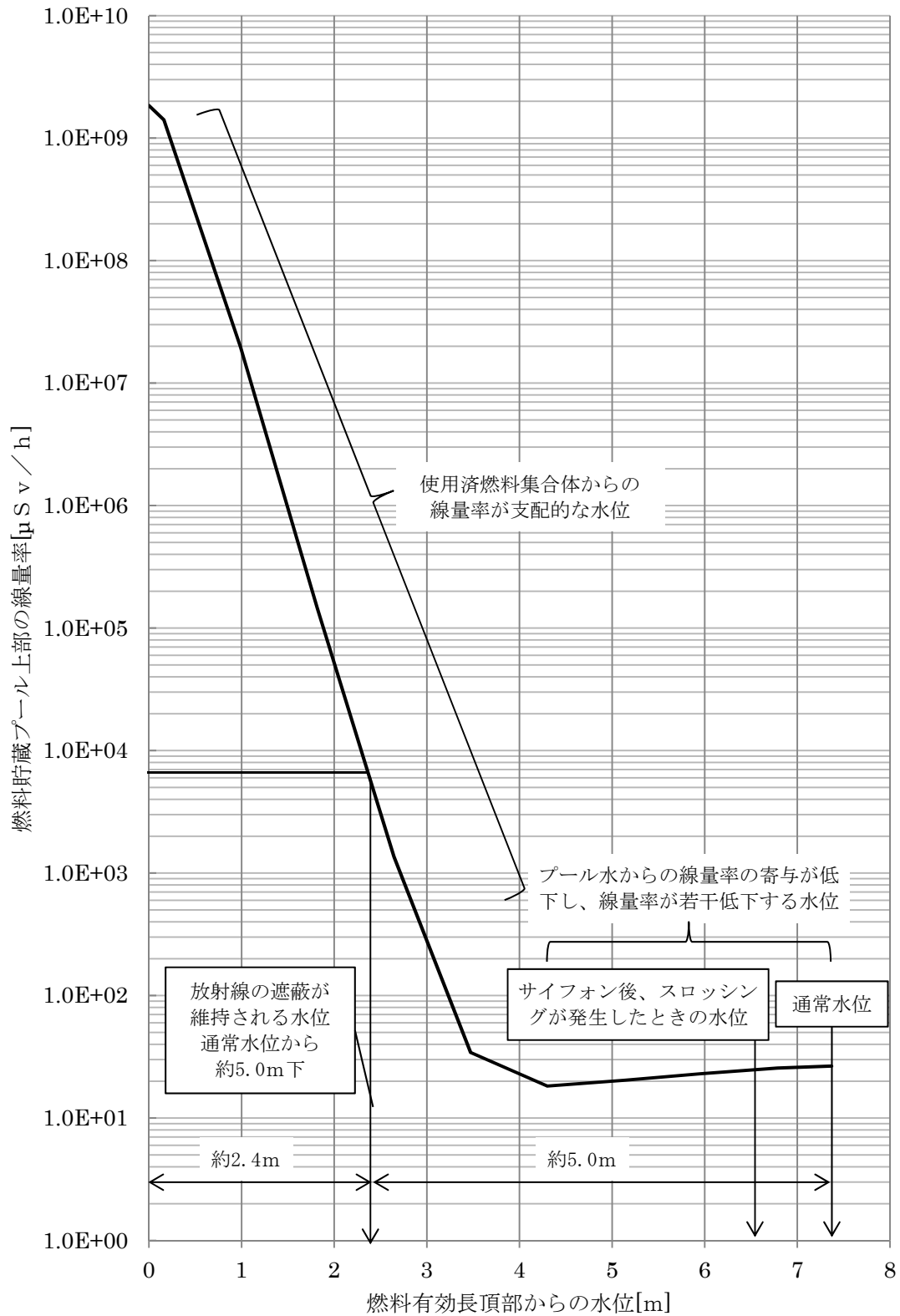




第11.2.2.2-1図 想定事故2における燃料貯蔵プール等水位の推移



第11.2.2.2-2図 想定事故2における燃料貯蔵プール等水温の推移



第 11.2.2.2-3 図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失(想定事故2)」における燃料貯蔵プール等の水位と線量率

## 第28条:重大事故等の拡大防止(11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処)

資料No.	再処理施設 補足説明資料 名称	備考
補足説明資料11-2	ゲートの設置状態を考慮した場合の有効性評価への影響について	
補足説明資料11-4	有効性評価における貯蔵容量の設定根拠について	
補足説明資料11-5	重大事故等において考慮する燃料貯蔵プール等のスロッシング収束後の水位の算出について	
補足説明資料11-7	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における線量評価について	
補足説明資料11-8	燃料貯蔵プール等における沸騰時間の評価について	
補足説明資料11-9	燃料貯蔵プール等の未臨界性評価	
補足説明資料11-10	燃料貯蔵プール等の監視について	
補足説明資料11-12	燃料損傷防止対策の図一覧	

## 補足説明資料 11－2

## ゲートの設置状態を考慮した場合の有効性評価への影響について

### 1. 燃料貯蔵プール等の配置およびゲートの運用について

燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結され、通常運転時においてはこれらの燃料貯蔵プール等と燃料移送水路は繋がった状態で使用済燃料の取扱いを行う。なお、万一、燃料貯蔵プール等の補修が必要となった場合に備え、ピットやプールを隔離するためのピットゲート及びプールゲートを設置しているものの、これらは通常運転時に使用することはない。

しかしながら、仮に燃料貯蔵プール等の補修時を想定しピットゲート及びプールゲートが設置された場合における、有効性評価への影響について評価する。

燃料貯蔵プール等に設置されるピットゲート及びプールゲートの通常運転時の保管場所及び設置された場合の設置位置について図1に示す。上述のとおり、通常運転時は燃料貯蔵プール等と燃料移送水路間のゲートは設置されておらず、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態となっている。

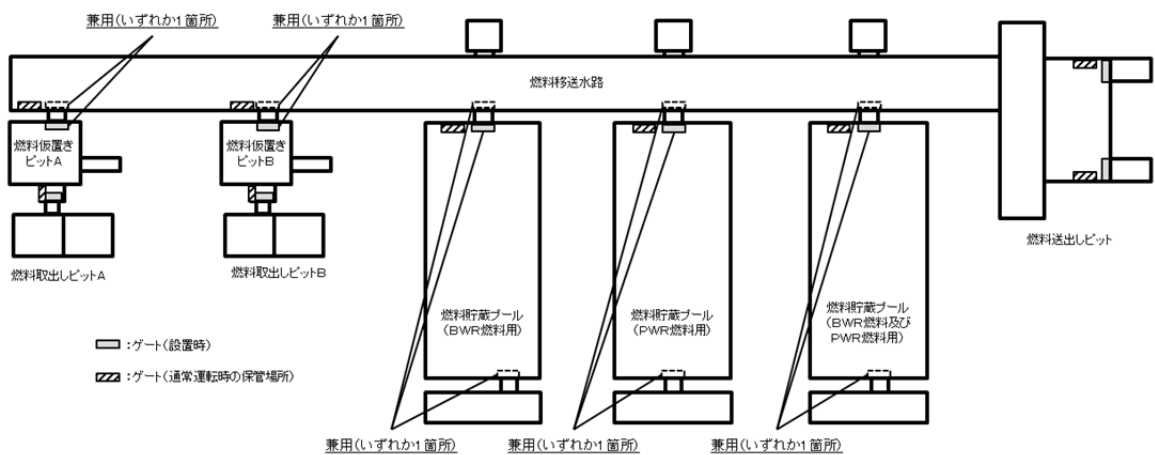


図1 燃料貯蔵プール等のゲート配置図

## 2. 有効性評価への影響

有効性評価の項目である「機器の条件」の不確かさとして、ゲートが設置された状態における沸騰までの時間及び蒸発量について以下のとおり示す。また、「操作の条件」の不確かさについても同様に示す。

### (1) 沸騰時間の評価

沸騰に至るまでの時間の評価においては、保有水量及び崩壊熱量並びに水の比熱等を用いた簡便な計算により算出される。沸騰に至るまでの時間は、保有水量が大きく、崩壊熱量が小さいほど長くなる。

ゲートが設置されていない状態における沸騰時間の評価においては、燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピット間の水の出入りに不確かさがあることから、安全側に燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピットの保有水の混合は考慮せず、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれが単体で保有する保有水量を用いている。

ゲートが設置された状態においても、保有水量の範囲はゲートが設置されていない状態の評価と同様である。また、このときの各燃料貯蔵プールの崩壊熱量も同様であることから、ゲート設置有無に係わらず沸騰に至るまでの時間は同様の評価となっており、不確かさはない（図2）。

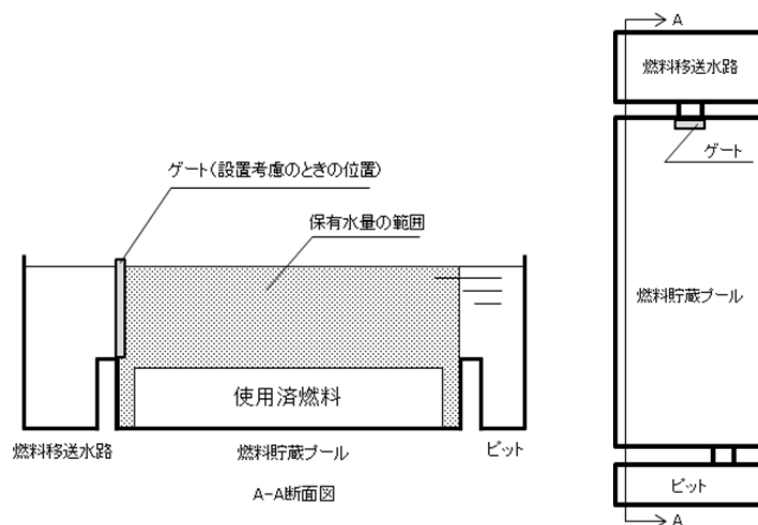


図2 保有水量の範囲

以上より、沸騰時間の評価においてはゲートの設置有無に係わらず保有水量の範囲が同じであり、また、崩壊熱量も同様であることから、不確かさはない。さらに、沸騰時間の算出では各燃料貯蔵プールからの放熱は考慮せず、断熱評価を実施していることから、沸騰までの時間は延びる方向となる。このため、実施組織要員の操作時間への余裕は大きくなる。

## (2) 蒸発量の評価

蒸発量の評価においては、崩壊熱及び比熱等を用いた簡便な計算により算出され、崩壊熱量が小さいほど、蒸発量は小さくなる。

ゲートが設置されていない状態における蒸発量については、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結され、蒸発による水位低下は燃料貯蔵プール等全体で起こる。このため、燃料貯蔵プール全体の貯蔵量である  $3,000 \text{ t} \cdot U_{p_r}$  が容量いっぱい貯蔵されたときの崩壊熱量として  $5,420 \text{ kW}$  を設定し、このときの崩壊熱による保有水の蒸発量は約  $10 \text{ m}^3 / \text{h}$  であり、燃料貯蔵プール等全体の表面積より水位低下量は約  $5 \text{ mm} / \text{h}$  となる。

ゲートが設置された状態では、各燃料貯蔵プールが独立した状態となることから、蒸発が発生する範囲が燃料貯蔵プールに限定される。この場合、最も崩壊熱量が大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における崩壊熱量は  $2,450 \text{ kW}$  を設定し、このときの崩壊熱による保有水の蒸発量は約  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$  であり、燃料貯蔵プール及び隣接するピットの表面積より水位低下量は約  $12 \text{ mm} / \text{h}$  となる。

以上より、蒸発量の算出においては、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより各燃料貯蔵プールが独立し、各燃料貯蔵プールが保有する崩壊熱量により蒸発が発生するものの、その蒸発量は崩壊熱量が最も大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）において約  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$  である。この場合、ゲートが設置されていない状態と比較して燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における水位低下量が増加するものの、これによらず可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、実施組織要員の操作時間に与える影響はない（次頁図3）。



なお、燃料貯蔵プールによる蒸発は、燃料貯蔵プールの水温が 100℃に到達した後の蒸発量となる。仮に、プールゲートが設置された状態における燃料貯蔵プール（PWR燃料用）での沸騰までの時間は想定事故2において約35時間であり、その後、約4 m<sup>3</sup>/h（12mm/h）で水位低下が発生する。燃料貯蔵プールへの注水は21時間30分後から実施することから、燃料貯蔵プールにおける水位低下はほとんどなく、燃料有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）及び放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）は確保される。

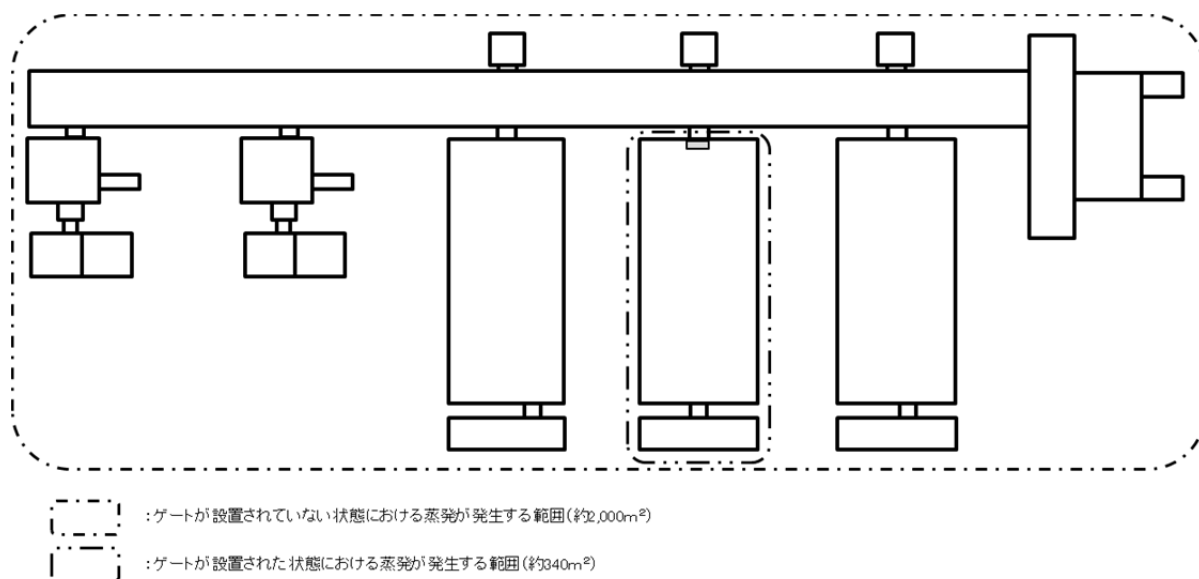


図3 燃料貯蔵プール等から蒸発が発生する範囲

### (3) 操作の条件

想定事故1及び想定事故2への対処である燃料損傷防止対策は、代替補給水設備（注水）における燃料貯蔵プール等への注水を実施し、水位を維持する。

ゲートが設置されていない状態においては、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結していることから、いずれかのピット又はプールに注水することにより全てのピット及びプールの水位を維持することができる。このため、敷設する可搬型建屋内ホースは1ラインで燃料貯蔵プール等への水位維持が可能である（図4）。

ゲートが設置された状態においては、独立したピット及びプールそれぞれに対し

で、可搬型建屋ないホースによるラインを構築する必要がある。最もライン数が多くなる状態は、燃料貯蔵プール等と燃料移送水路がゲートにより区切られた状態となり、このときのライン数は5ラインとなる（図5）。

このため、ゲートが設置された状態における可搬型建屋内ホースの敷設ラインが増加することにより、敷設に係る作業時間が長くなる。しかしながら、重大事故が発生した場合において、ゲートの設置有無についてはあらかじめ分かっていることから、可搬型建屋内ホースの運搬が完了した時点で敷設に着手することで、屋外で

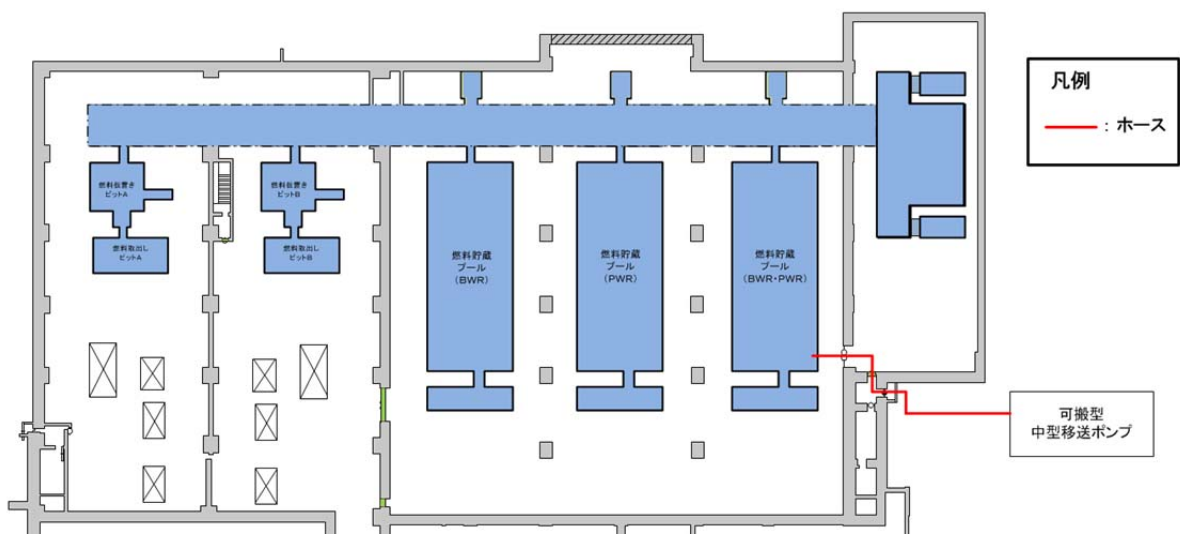


図4 ゲートが設置されていない状態での敷設ライン

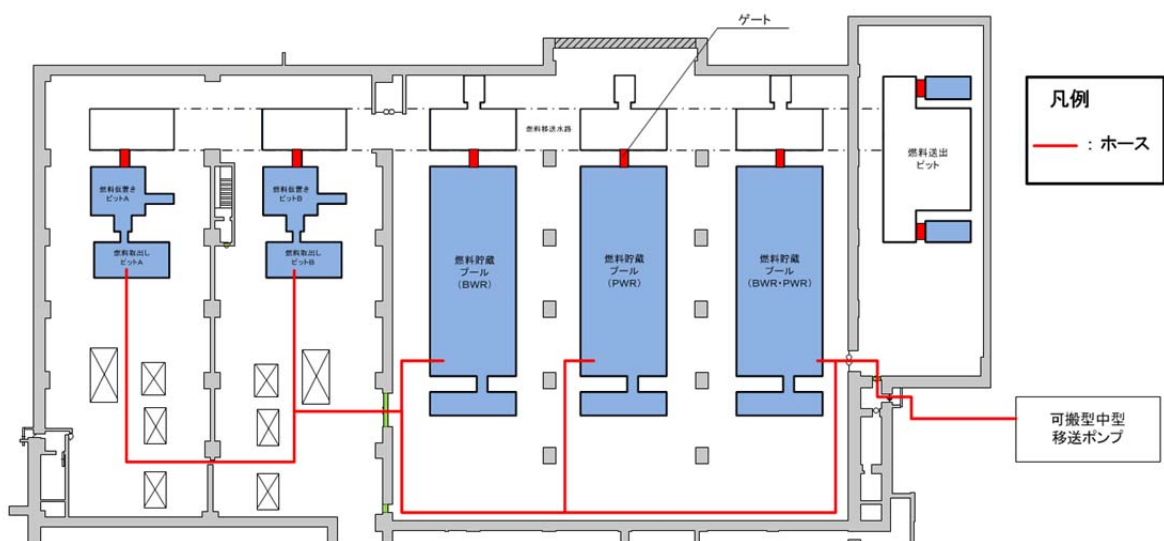


図5 ゲートが設置された状態での敷設ライン

の可搬型中型移送ポンプ及び可搬型建屋外ホースの敷設完了に合わせ、燃料貯蔵プール等へ注水が可能であることから、ゲート設置有無に係わらず 21 時間 30 分後から代替注水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水が可能である（図 6）。

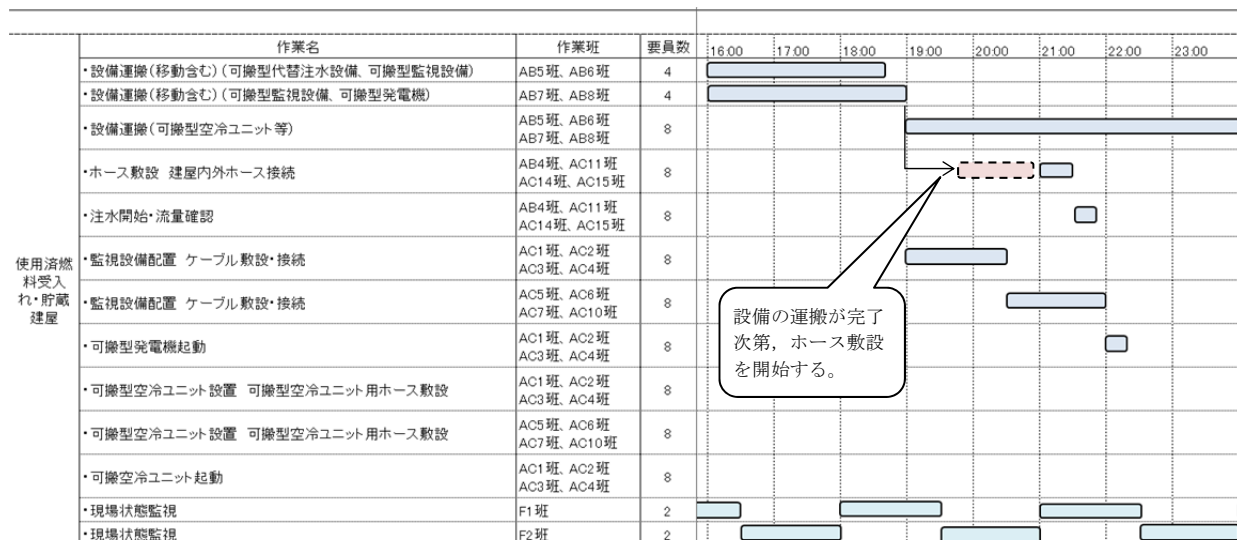


図 6 ゲートが設置された状態における作業への影響（タイムチャート抜粋）

### 3. その他の影響

#### (1) 臨界評価

プール・ピットに設置されているラックをモデル化し評価している。評価においてゲートの状態は考慮不要であることから影響はない。

#### (2) 線量評価

線源である使用済燃料が貯蔵されている燃料貯蔵プールをモデル化し評価している。評価においてゲートの状態は考慮不要であることから影響はない。

#### (3) 温度評価

プールからの熱が燃料貯蔵エリアの空間へ移行し温度が上昇することを評価しており、表面積が大きいほど空間への熱の移動が多くなることから、評価において全てのプール・ピットの表面積を考慮している。ゲートにより閉鎖して補修を行う場合は、補修対象の水が抜き出されプール・ピットの表面積が少なくなることから安全側となる。このため影響はない。

## 補足説明資料 11－4

## 有効性評価における貯蔵容量の設定根拠について

### 1. 事業指定申請書における最大貯蔵能力について

事業指定申請書において、使用済燃料の燃料貯蔵施設における貯蔵容量は以下のとおりである。

燃料貯蔵プール貯蔵容量： $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$

BWR使用済燃料集合体： $1,500 \text{ t} \cdot U_{PR}$

PWR使用済燃料集合体： $1,500 \text{ t} \cdot U_{PR}$

(事業指定申請書 本文「ニ. (3)(ii)(b)」及び添付書類六「第3.3-2表」)

### 2. 有効性評価における各燃料貯蔵プールの貯蔵容量の設定について

使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プールは、BWR燃料用（1基）、PWR燃料用（1基）、BWR燃料及びPWR燃料用（1基）の合計3基で構成されている。

BWR燃料用（1基）はBWR使用済燃料集合体のみを、PWR燃料用（1基）はPWR使用済燃料集合体のみを貯蔵できる燃料貯蔵プールとなっており、ラック容量からBWR燃料用（1基）は約 $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ のBWR使用済燃料、PWR燃料用（1基）は約 $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ のPWR使用済燃料が貯蔵できる容量を有する。

1. に記載のとおり、燃料貯蔵プール貯蔵容量は $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ であること、また、BWR使用済燃料集合体及びPWR使用済燃料集合体の貯蔵容量はそれぞれ $1,500 \text{ t} \cdot U_{PR}$ ずつであり、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（PWR燃料用）で各々 $1,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 貯蔵できることから、残りのBWR使用済燃料 $500 \text{ t} \cdot U_{PR}$ 及びPWR使用済燃料 $500 \text{ t} \cdot U_{PR}$ を燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の貯

蔵量として設定する（表1）。

表1 有効性評価における各燃料貯蔵プールの貯蔵容量の設定

燃料種別	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]
BWR 使用済燃料集合体	1,000		500
PWR 使用済燃料集合体		1,000	500
各プールの貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	1,000	1,000	1,000
貯蔵容量[t・U <sub>Pr</sub> ]	3,000 (BWR : 1,500, PWR ; 1,500)		

### 3. 沸騰時間評価結果について

2. の貯蔵容量により、各燃料貯蔵プールでの沸騰時間を算出した結果を表2に示す。算出した沸騰時間に対し、代替補給水設備（注水）による注水は21時間30分で可能であることから、対策は実施可能であることを確認した。

表2 各燃料貯蔵プールにおける崩壊熱量と沸騰時間

各プールの崩壊熱量と 沸騰時間	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用)
崩壊熱量[kW]	1,490	2,450	1,480
沸騰時間[h] (想定事故2)	約 57	約 35	約 59

#### 4. 貯蔵容量の不確かさについて

設工認申請書において、各燃料貯蔵プールの燃料種別ごとの貯蔵体数は以下のとおりとなっている（表3）。

表3 各燃料貯蔵プールにおける使用済燃料集合体の最大貯蔵体数

燃料種別	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用) 貯蔵体数[体]	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用) 貯蔵体数[体]	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用) 貯蔵体数[体]
BWR 使用済燃料集合体	6,149		2,491
PWR 使用済燃料集合体		2,408	1,180

既許可の安全審査において「輸送用破損燃料収納缶内部水放射性物質質量の設定について」説明しており、BWR 使用済燃料集合体及びPWR 使用済燃料集合体の1体あたりの照射前ウラン重量 ( $t \cdot U_{Pr}$  / 体) は以下のとおりとしている。

BWR 使用済燃料集合体 :  $0.175 (t \cdot U_{Pr} / \text{体})$

PWR 使用済燃料集合体 :  $0.460 (t \cdot U_{Pr} / \text{体})$

上記を適用した場合、燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）及び燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）においては、2. で設定した貯蔵容量を超過する可能性があることから、これを不確かさとして評価した結果、もっとも沸騰時間が短い結果となる燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）において約 34 時間となるものの、可搬型中型移送ポンプによる注水が完了できる 21 時間 30 分に対して余裕がある。

以上から、貯蔵容量の不確かさを考慮しても、注水は十分可能であることを確認した。

## 補足説明資料 11－5



## 目次

1. 概要
2. スロッシング収束後の水位の評価方法
3. スロッシング収束後の水位の評価結果
4. ピットゲート及びプールゲート閉状態での溢水量評価

## 1. 概要

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設（以下、「F施設」という。）における重大事故等の想定事象2では、スロッシングによる溢水量を考慮した水位を評価条件としている。スロッシングによる溢水量の評価については、以下に示す使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に設置しているピットやプール等（以下、「燃料貯蔵プール等」という。）を対象として評価を行っている。

本補足説明資料は、スロッシング収束後の水位を求める評価手法について説明する。

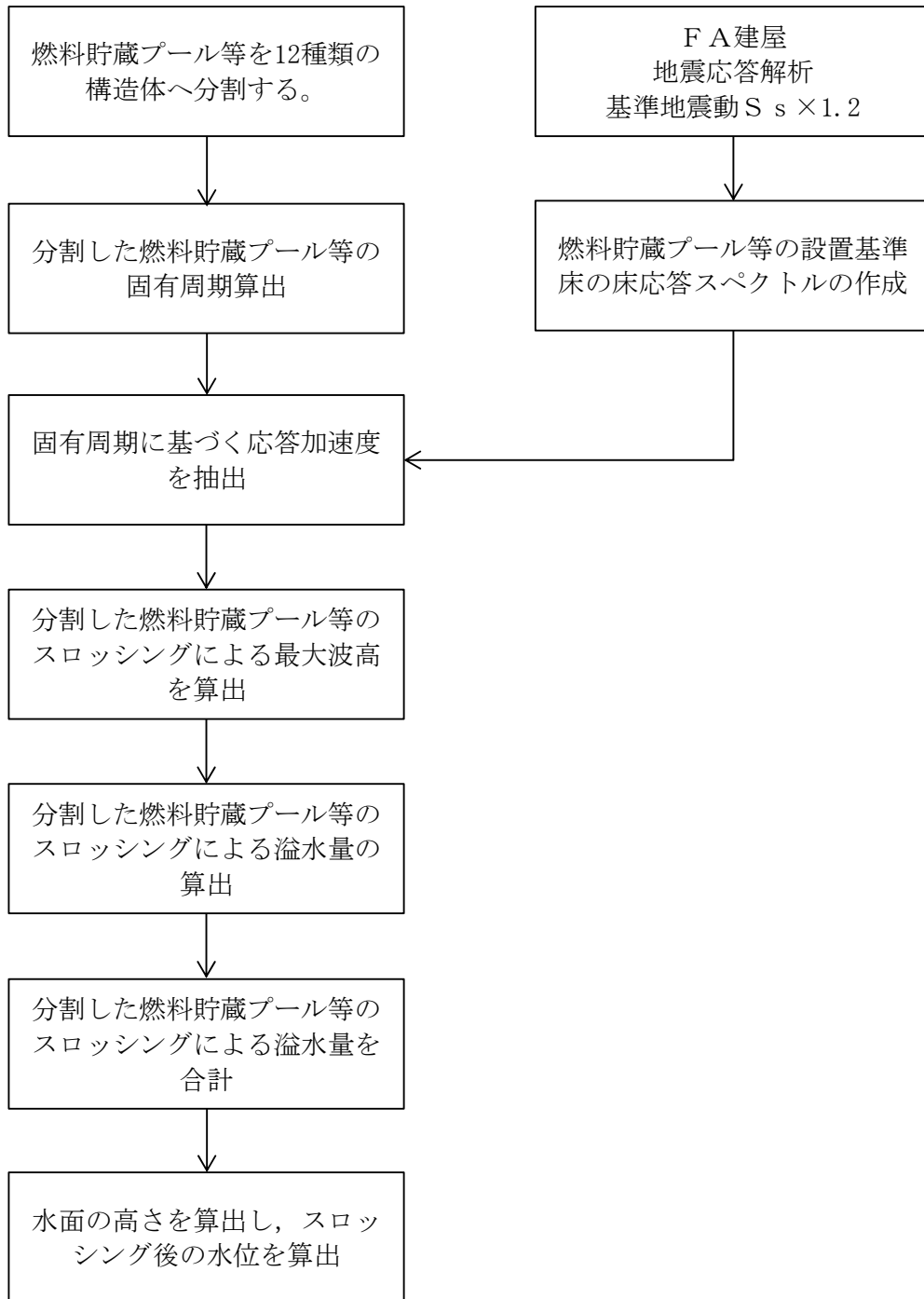
- ・ 燃料取出しピット A, B
- ・ 燃料仮置きピット A, B
- ・ 燃料移送水路
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（PWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（チャンネルボックス用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（バーナブルポイズン用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（チャンネルボックス及びバーナブルポイズン用）
- ・ 燃料送出しピット
- ・ 増設ピット
- ・ 上記プール、ピット及び水路間の水路

## 2. スロッシング収束後の水位の評価方法

### 2. 1 評価内容

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（以下「F A 建屋」という。）の燃料貯蔵プール等を評価範囲とし、第2. 1 - 1 図に示す評価手順で速度ポテンシャル理論による溢水量を求めスロッシング収束後の水位を算出する。

F 施設の燃料貯蔵プール等の構造体としては全て繋がった構造であるが、1 2 種類の構造体に分割しそれぞれの燃料貯蔵プール等の固有周期を求め、固有周期に基づく応答加速度から最大波高を算出し、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板を超える溢水高さから燃料貯蔵プール等の溢水量を求め、それぞれの燃料貯蔵プール等の溢水量を合計することで燃料貯蔵プール等全体の溢水量を求める。求めた溢水量から燃料貯蔵プール等の水面高さを求めスロッシング後の水位を算出する。



第 2 . 1 - 1 図 スロッシング後の水位の評価フロー図

## 2. 2 評価条件

速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価において評価に用いる地震動は基準地震動  $S_s$  に対して 1.2 倍した地震動とする。

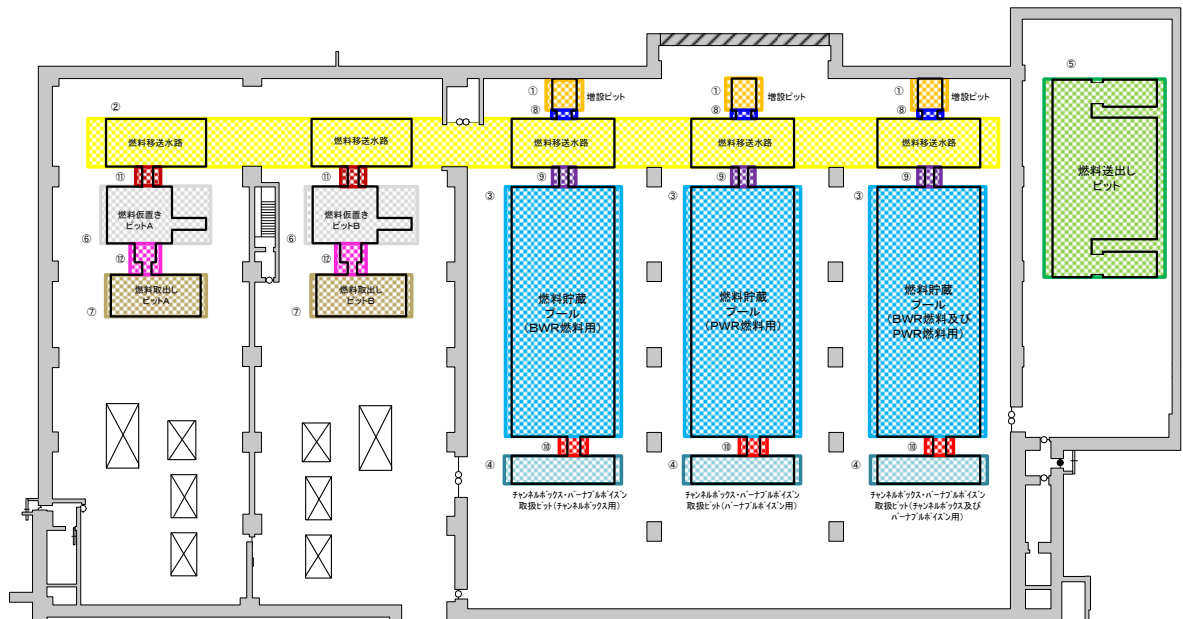
また、燃料貯蔵プール等の周辺に設置する止水板の高さを超える F A 建屋の 1 階床面への溢水は無遠慮へ流れるものとし、壁の反射によりプールへ戻る水は考慮しない。

なお、速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価においては、蓋の設置箇所からは溢水するものとしその効果は期待しない。

評価条件は第 2. 2 - 1 表に示し、分割する燃料貯蔵プール等の配置を第 2. 2 - 1 図に示す。

第 2 . 2 - 1 表 評価条件

	評価条件
評価範囲	F A 建屋に設置している燃料貯蔵プール等
水位	EL. 54. 55 m (サイフォン効果による水位低下後の水位)
境界条件	止水板 (0. 9m) を越える溢水高さを越えた水は溢水量とし, プール水は壁による溢水の跳ね返りは考慮しない。
評価手法	速度ポテンシャル理論
	燃料貯蔵プール等を 12 種類の形状へ分割する。
評価用 地震動	FA 建屋の基準地震動に対して 1. 2 倍の地震動 (以下, 「1. 2Ss」 という。) を使用する。
	1. 2Ss の EL. 55. 30 の床応答スペクトルを使用する。
その他	燃料貯蔵プール等に設置している水中機器は考慮せず, 燃料貯蔵プール等内の水は全て揺動する。 スロッシング抑制のために設置する蓋は考慮しない。



第2. 2-1 図 速度ポテンシャル理論に用いる  
燃料貯蔵プール等の分割図

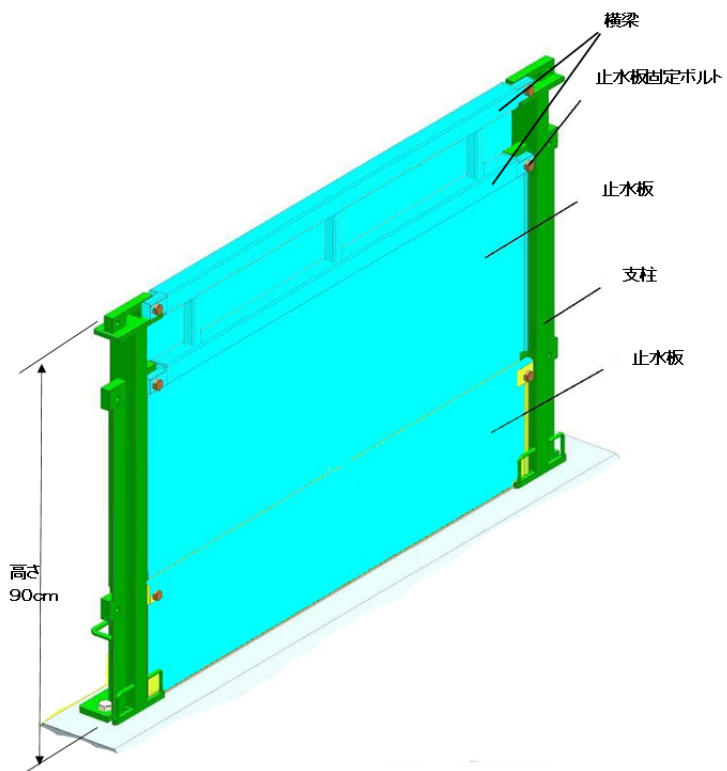
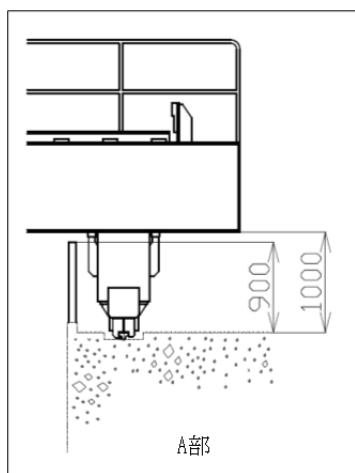
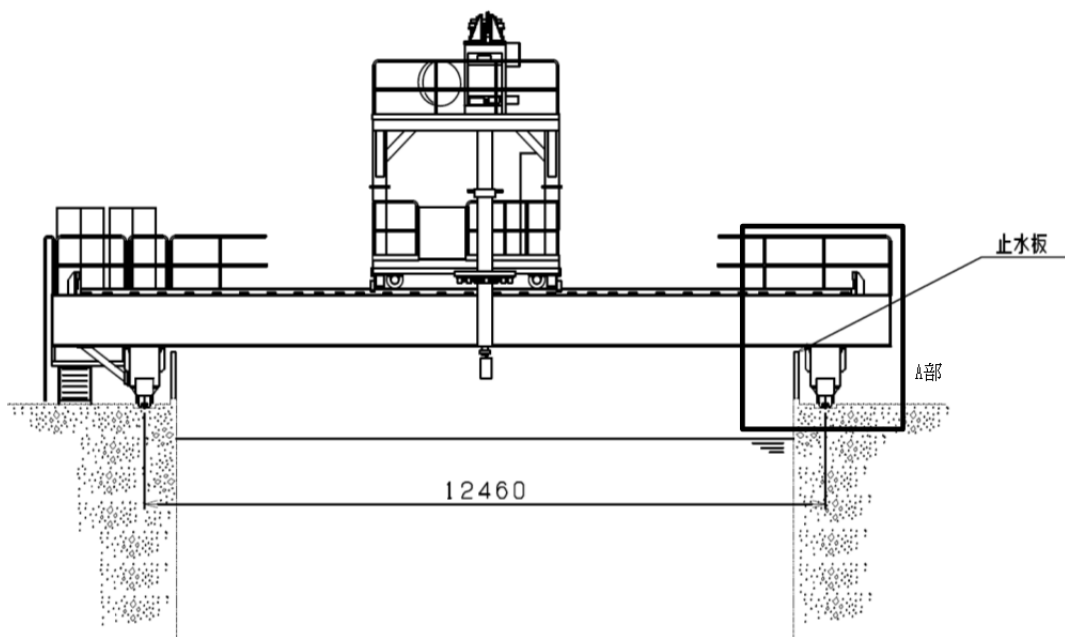
## 2. 3 止水板及び蓋の構造及び配置について

### (1) 止水板

#### (a) 設計基準設備への影響を踏まえた構造概念

燃料貯蔵プールの上部には、使用済燃料を移送するためのクレーンが設置されていることから、止水板設置により走行するクレーンが干渉しないよう止水板高さはガーダの下端位置（約1.0m）から0.9mとする。概要図を第2. 3-1 図に示す。

また、止水板の材料はステンレス鋼等の不燃性の材料を選定することにより、火災防護対象設備へ影響を及ぼさない設計とする。



第 2 . 3 - 1 図 止水板の設置概要図



## (b) 重大事故等対処設備への影響を踏まえた構造概念

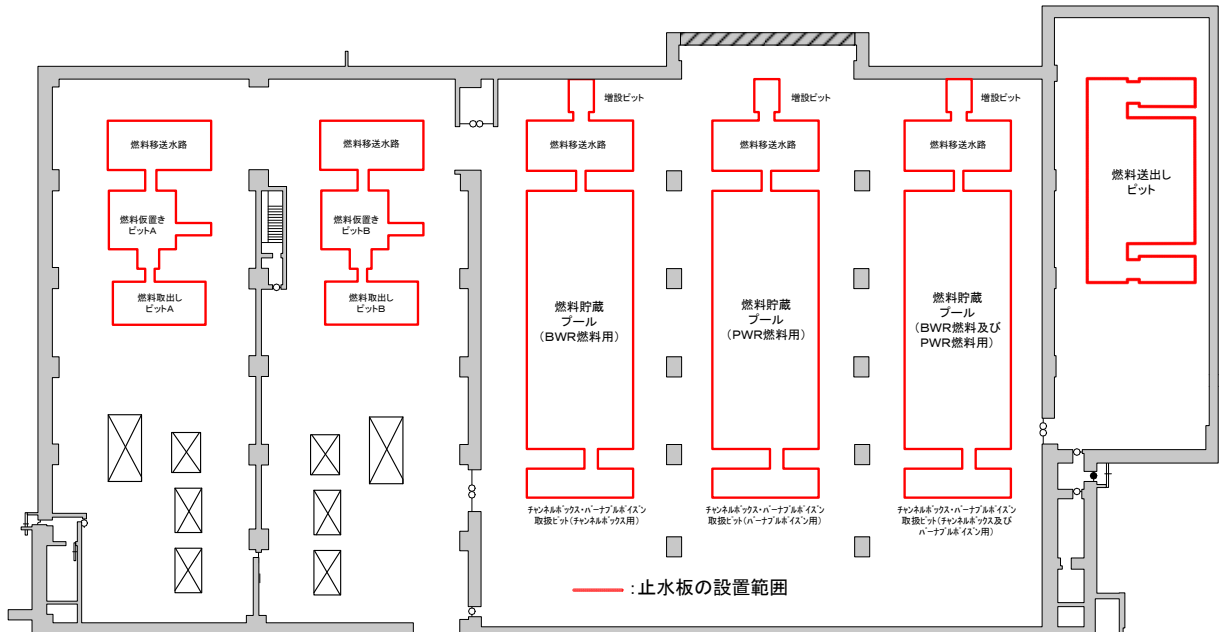
燃料貯蔵プール等における燃料損傷防止対策は、代替補給水設備（注水）による注水及び代替補給水設備（スプレー）によるスプレーがある。代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水時には、止水板は取外して可搬型屋内ホースを配置できる設計とする。このため、止水板が代替補給水設備（注水）の対処に影響を及ぼすことはない。

また、代替補給水設備（スプレー）による使用済燃料へのスプレー時には、止水板より高い位置にスプレーヘッダを配備してスプレーする。このため、止水板が代替補給水設備（スプレー）の対処に影響を及ぼすことはない。

なお、止水板は、基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない強度を有する設計とする。

## (c) 止水板の配置

スロッシングによる溢水の抑制のために設置する止水板は燃料貯蔵プール等周辺に既に設置されている手摺の位置に設置するものとし第2.3-2図に示すような配置とした。



第 2 . 3 - 2 図 止水板の設置範囲図

(2) 蓋

(a) 設計基準設備への影響を踏まえた構造概念

燃料貯蔵プール等の上部を走行するクレーンによる燃料移送水路への使用済燃料の移動に影響のないよう約 3 m の開口を設けるものとする。

また、蓋の材料はステンレス鋼等の不燃性の材料を選定することにより、火災防護対象設備へ影響を及ぼさない設計とする。

(b) 重大事故等対処設備への影響を踏まえた構造概念

燃料貯蔵プール等における燃料損傷防止対策は、代替補給水設備（注水）及び代替補給水設備（スプレイ）がある。使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等は、連結された状態であることから、蓋を設置する燃料移送水路及びピット以外から注水することで燃料貯蔵プール等の水位を回復・維持でき

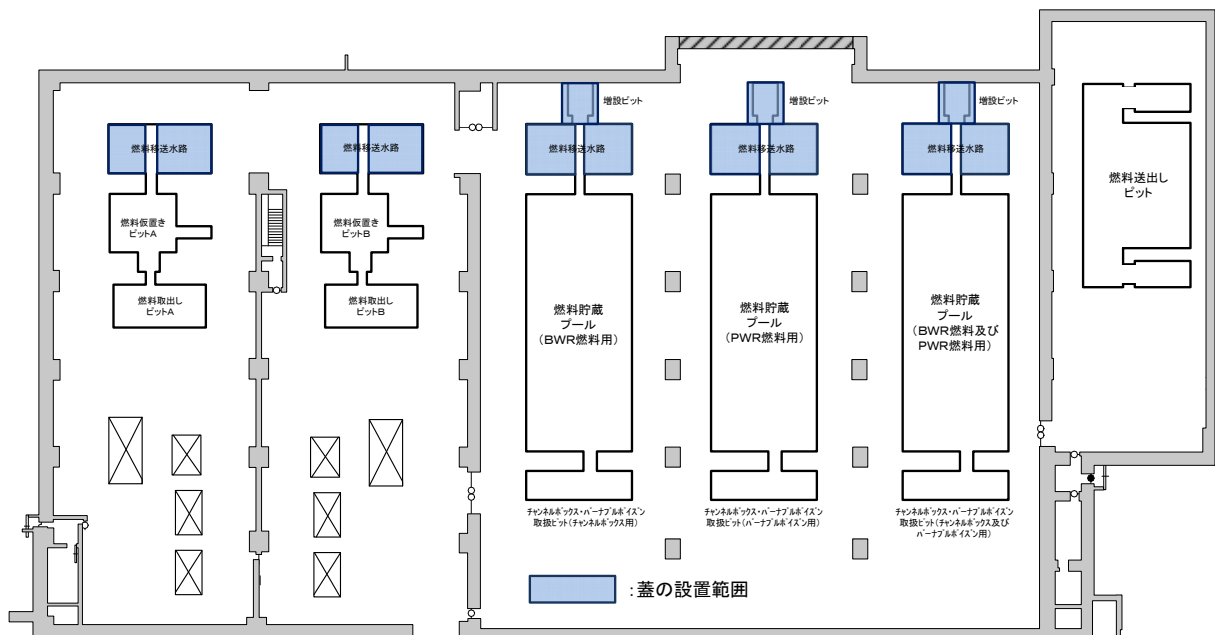
ることから，対処への影響はない。

また，代替補給水設備（スプレイ）による散水は，使用済燃料を仮置き又は貯蔵する燃料貯蔵プール等を対象としているため，対処への影響はない。

なお，蓋は，基準地震動の1.2倍の地震動を入力した場合においても必要な機能を損なわない強度を有する設計とする。

### (c) 蓋の配置

開口部を塞ぐことによりスロッシングによる溢水を抑制する蓋は，全ての増設ピット及び燃料貯蔵プール等の上部を走行するクレーンによる燃料移送水路への使用済燃料の移動に影響のない燃料移送水路の一部に設置するものとし，設置範囲図を第2.3-3図に示す。

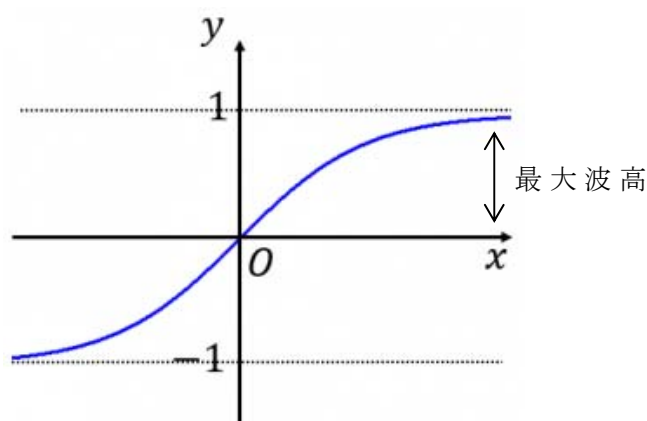


第2.3-3図 蓋の設置範囲

## 2. 4 速度ポテンシャル理論について

スロッシングの評価手法としては、詳細評価として解析プログラムによる流動解析、簡易手法の一つとして速度ポテンシャル理論の手法があり、対象とする設備も一般のタンク類から使用済燃料プールと幅広く、評価する項目としても波高による容器の蓋への衝撃圧力、側壁に加わる動水圧による荷重と多様である。

速度ポテンシャル理論は第2.4-1図に示すとおり、波形状が双曲線正接(tanh)のような形状となり最大波高を求めることができる。(xを躯体形状とし、yをスロッシングの波形状となる。)



第2.4-1図 双曲線正接図

## 2. 5 速度ポテンシャル理論による溢水量評価

### (1) 固有周期及び最大波高の算出

12種類に分割した燃料貯蔵プール等の速度ポテンシャル理論での固有周波数(f)①と最大波高(Dmax)②は次式にて求める。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1.571}{L} g \times \tanh\left(1.571 \frac{H}{L}\right)} \quad [\text{Hz}] \dots\dots\dots \text{①}^*$$

$$D_{\max} = 0.811 \frac{L}{g} \alpha_1 \quad [m] \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}^*$$

f : 一次固有周波数 [Hz]    D<sub>max</sub> : 最大波高 (m)

L : スロッシング長さ [m] (地震方向長さの 1 / 2)

H : 燃料貯蔵プール等の水深 [m]

g : 重力加速度 [m/sec<sup>2</sup>]    α<sub>1</sub> : 加速度スペクトル [m/s<sup>2</sup>]

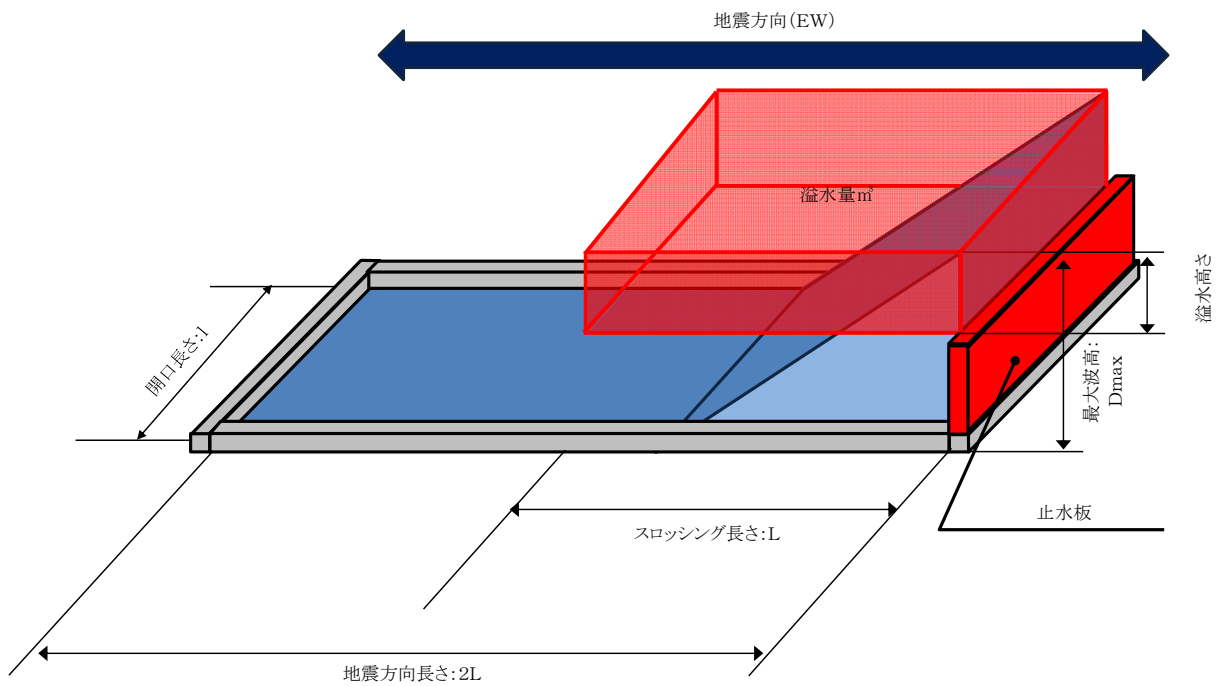
\* : ①及び②の出典は以下のとおり

基礎式 : 機械工学便覧 基礎編

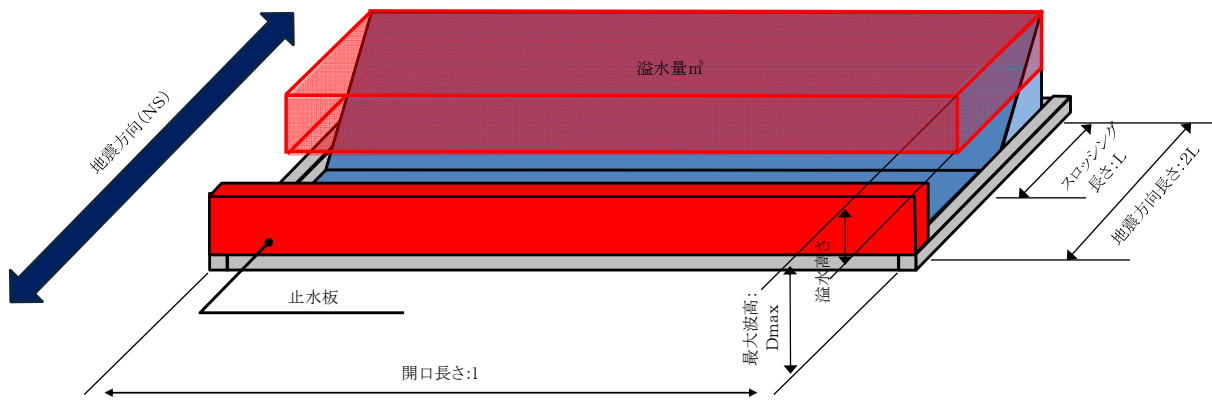
矩形展開式 : 耐震設計の標準化に関する調査報告書 別冊 2  
(機器系) 昭和 60 年 3 月 (財) 原子力工学  
試験センター

また, 速度ポテンシャル理論は最大波高を算出する式であるため, 最大波高は溢水量が多くなるよう燃料貯蔵プール等の端部に発生するものとした。

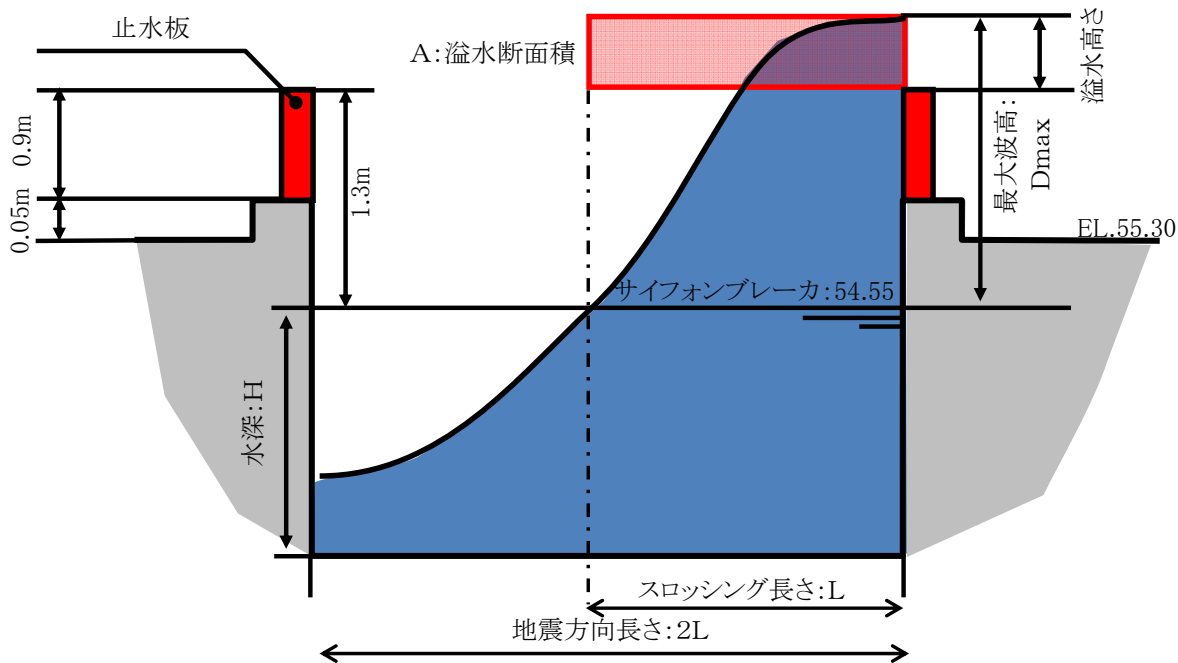
スロッシングにおける溢水量の設定を第 2. 5. 1 図～第 2. 5. 3 図に示し, 燃料貯蔵プール等の固有周期及び最大波高を第 2. 5 - 1 表に示す。



第 2 . 5 - 1 図 スロッシング時の溢水量の設定 ( E W 方向 )



第 2 . 5 - 2 図 スロッシング時の溢水量の設定 ( N S 方向 )



第 2 . 5 - 3 図 スロッシング時の溢水量の設定（断面）

(2) 溢水量の算出

(1)にて算出した最大波高のうち、止水板の高さを越える波高を溢水高さとし、スロッシング長さ（L）（地震方向長さ 2 L の 1 / 2）と掛け合わせた面積を溢水断面積とする。

（次式③）

最大波高と同様、溢水量が多くなるよう開口長さ（1）から溢水することを想定して溢水断面積（A）に掛け合わせ溢水量とした。（次式④）

$$\text{溢水断面積 (A)} = (\text{最大波高 (Dmax)} - \text{止水板高さ}) \times \text{地震方向長さ (2L)} / 2 \dots\dots\dots \text{③}$$

$$\text{溢水量} = \text{溢水断面積 (A)} \times \text{開口長さ (1)} \times \text{箇所数} \dots \text{④}$$

速度ポテンシャル理論における燃料貯蔵プール等の溢水量

の合計は 697 m<sup>3</sup>となる。

燃料貯蔵プール等の溢水量の算出結果を第 2.5-1 表に示す。

なお、速度ポテンシャル理論による溢水量評価の適用性および保守性については、別紙にて展開する。



第 2. 5 - 1 表 分割した燃料貯蔵プール等の溢水量評価結果

NO.	①		②		③		④		⑤		⑥	
	増設ピット		燃料移送水路		燃料貯蔵プール		チャンネルボックス・パーナブルボイズン取扱ピット		燃料送出しピット		燃料仮置きピット	
名称	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
地震方向	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
振動方向長さ2L (m)	3.00	3.15	100.10	5.00	11.30	26.50	11.30	3.00	13.80	20.40	10.50	6.00
L	1.50	1.58	50.05	2.50	5.65	13.25	5.65	1.50	6.90	10.20	5.25	3.00
水深H (m)	11.85		11.85		11.05		11.05		11.05		11.05	
固有周期(s)	1.96	2.01	18.99	2.53	3.81	6.27	3.81	1.96	4.23	5.29	3.67	2.77
固有周期に対応する加速度スペクトル $\alpha 1(m/s^2)$	6.57	6.57	0.29*1	8.63	5.82	1.40	5.82	6.57	3.04	2.66	6.11	8.63
最大波高D(m)	0.82	0.86	1.21	1.79	2.72	1.54	2.72	0.82	1.74	2.25	2.66	2.15
溢水断面積A(m <sup>2</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.23	5.77	0.00	5.77	0.00	0.28	5.61	5.04	1.35
開口部長さl(m)	3.15*2	3.00*2	5.00	21.00*2, 33.90*2	26.50	11.30	3.00	11.30	20.40	13.80	6.00	10.50
箇所数	3		1		3		3		1		2	
溢水量(m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	4.90*3, 7.80*3	458.80	0.00	52.00	0.00	5.80	77.50	60.50	28.40
溢水量(m <sup>3</sup> ) SRSS	0.00		4.90*3, 7.80*3		458.80	52.00		77.72		66.84		
低下する高さ(m)	0.00		0.01*3, 0.02*3		0.51	0.51		0.30		0.72		
スロッシング後の水位 EL : (m)	54.55		54.54*3, 54.53*3		54.04	54.04		54.25		53.83		

NO.	⑦		⑧		⑨		⑩		⑪		⑫	
	燃料取出しピット		増設ピット・燃料移送水路間		燃料移送水路・燃料貯蔵プール間		燃料貯蔵プール・チャンネルボックス・パーナブルボイズン取扱ピット間		燃料移送水路・仮置きピット間		燃料取出しピット・仮置きピット間	
名称	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
地震方向	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
振動方向長さ2L (m)	9.40	4.40	2.00	1.00	1.20	2.00	1.20	2.00	1.20	2.00	2.20	3.30
L	4.70	2.20	1.00	0.50	0.60	1.00	0.60	1.00	0.60	1.00	1.10	1.65
水深H (m)	12.65		6.25		6.25		6.25		6.25		6.65	
固有周期(s)	3.47	2.37	1.60	1.13	1.24	1.60	1.24	1.60	1.24	1.60	1.68	2.06
固有周期に対応する加速度スペクトル $\alpha 1(m/s^2)$	6.18	8.63	5.79	11.29	10.85	5.79	10.85	5.79	10.85	5.79	4.70	6.57
最大波高D(m)	2.41	1.58	0.48	0.47	0.54	0.48	0.54	0.48	0.54	0.48	0.43	0.90
溢水断面積A(m <sup>2</sup> )	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
開口部長さl(m)	4.40	9.40	1.00	2.00	2.00	1.20	2.00	1.20	2.00	1.20	3.30	2.20
箇所数	2		3		3		3		2		2	
溢水量(m <sup>3</sup> )	29.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
溢水量(m <sup>3</sup> ) SRSS	29.40		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
低下する高さ(m)	0.36		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
スロッシング後の水位 EL : (m)	54.19		54.55		54.55		54.55		54.55		54.55	

\*1: 燃料移送水路の固有周期が18.66秒と長周期であるが、10秒の震度の $0.03m/s^2 \times g$ を使用する。

\*2: スロッシング水の溢水を抑制するために設置する蓋を考慮しない。

\*3: 燃料移送水路の溢水量の上段は燃料受入れエリア側、下段が燃料貯蔵プールエリア側を示す。

溢水合計	697 m <sup>3</sup>
低下する高さ	0.35 m
スロッシング後の水位	54.20 m

3. スロッシング収束後の水位の評価結果

2.5にて算出した溢水量から燃料貯蔵プール等の低下する高さを求めスロッシング後の水位を以下のとおり算出した。

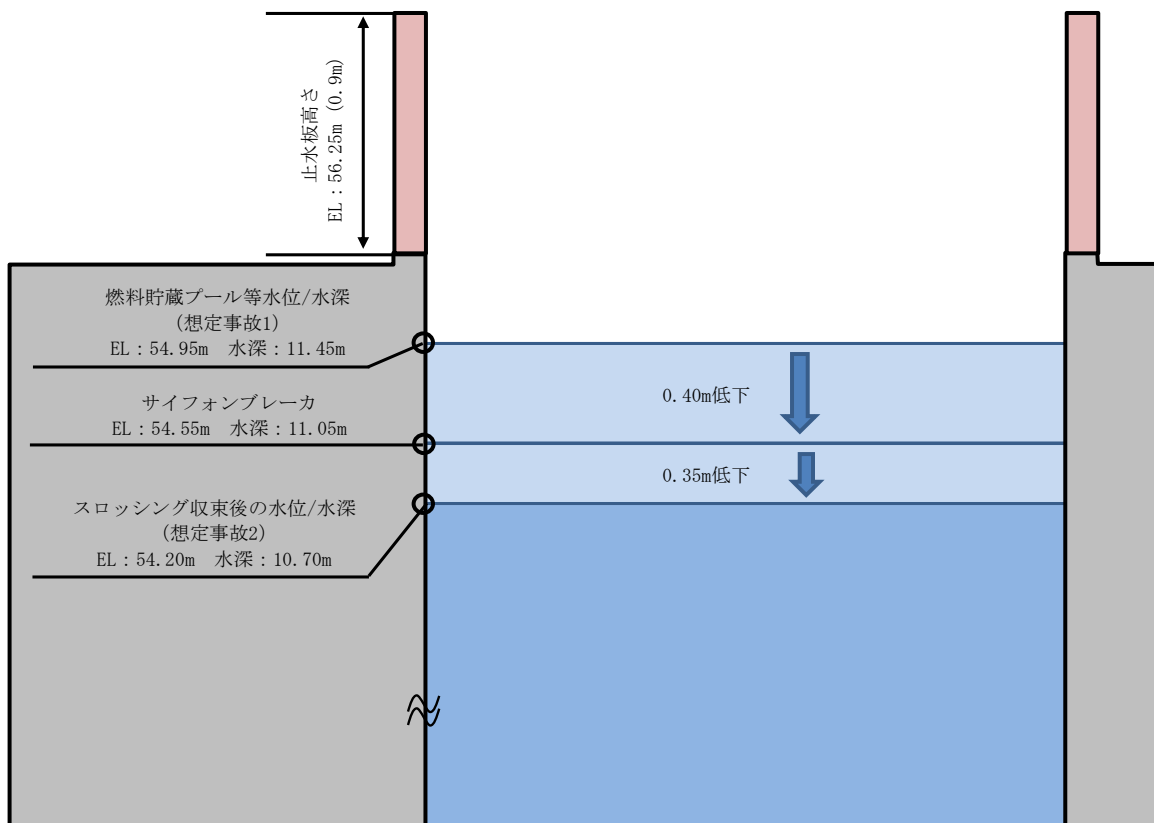
- ・低下する高さ (m) = 溢水量 (m<sup>3</sup>) / 燃料貯蔵プール等面積 2001 (m<sup>2</sup>)
- ・スロッシング収束後の水位 (m) = サイフォンブレーカ : E L 54.5  
5 (m) - 低下する高さ (m)

燃料貯蔵プール等の中で燃料仮置きピットの水位低下が 0.72 m で燃料貯蔵プール等の中で最も水位が低下するが、燃料貯蔵プール等は全て繋がった状態であるため、時間経過により水位は均一状態になる。

そのため、燃料貯蔵プール等全体の水位の低下は、溢水量 697 m<sup>3</sup> と燃料貯蔵プール等の面積より、初期水位（通常水位 - 0.45 m）から 0.35 m となり、スロッシング収束後の水位は E L. 54.20 となる。

燃料貯蔵プール等全体の水位変動の関係を第 3.1-1 図に示す。

次項に、燃料貯蔵プール等の補修時のピットゲート及びプールゲートを設置した状態におけるスロッシング溢水量による水位の低下を示す。



第3. 1-1図 スロッシングにおける水位変動図

#### 4. ピットゲート及びプールゲート閉状態での溢水量評価

燃料貯蔵プール等には、万が一プール水が漏えいした際、他の健全な燃料貯蔵プール等を隔離して補修することを目的に、ピットゲート及びプールゲートが設置されている。

ピットやプールの補修にあたっては、補修対象の燃料貯蔵プール等に使用済燃料が存在しない状態でピットゲートやプールゲートにより隔離が行われる。

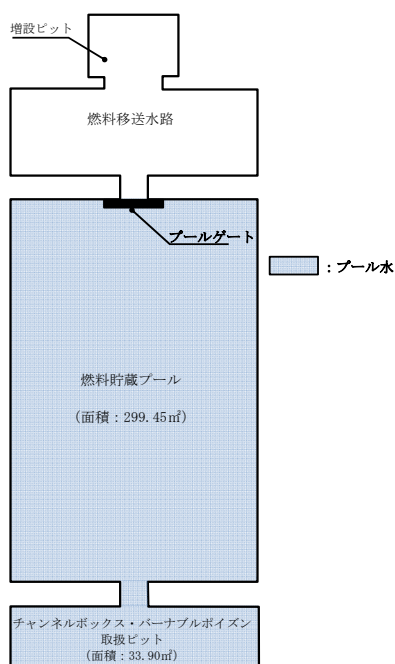
このため、通常状態においてピットゲートやプールゲートを設置することはないが、燃料貯蔵プールが健全な状態でプールゲートを設置した場合のスロッシングによる水位の低下について評価を行った。第4. 1-1図に示す燃料貯蔵プール及びチャンネル

ルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットを隔離した状態を示すが、燃料貯蔵プール1体の溢水量は152.9 m<sup>3</sup>、チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットは17.3 m<sup>3</sup>であるため、合計170.2 m<sup>3</sup>となる。燃料貯蔵プール及びチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットの面積は333.35 m<sup>2</sup>であるため、低下する高さは0.51 mとなり、水面はE L. 54.04となる。

このときの燃料貯蔵プール（BWR燃料用）の保有水量は約2,120m<sup>3</sup>であり、沸騰までの時間は約55時間となる。燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の保有水量は約2,181m<sup>3</sup>であり、沸騰までの時間は約34時間となる。燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は約2,185m<sup>3</sup>であり、沸騰までの時間は約57時間となる。このため、沸騰までの時間は短くなるものの、いずれの場合においても、代替補給水設備（注水）による注水開始時間は21時間30分後であることから、対処への影響はない。

また、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態を考慮した場合、燃料貯蔵プール等は連結していないことから、燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれに注水し水位を維持する必要がある。なお、燃料送出しピットは燃料移送水路と連結していることから、ピットゲート及びプールゲートが設置されることによる影響はない。この場合、可搬型建屋内ホースを対象のプール・ピット全てに敷

設する必要があることから、敷設に係る作業時間が長くなるものの、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態はあらかじめ分かっていることから、建屋内ホースの運搬が完了した時点で可搬型建屋内ホースの敷設を実施することで、これまでと同じ 21 時間 30 分後から注水を実施可能である。



第 4 . 1 - 1 図 プールゲート設置の状態図

以 上

# 速度ポテンシャル理論による溢水量の妥当性について

## 目次

1. 概要
2. 速度ポテンシャル理論の適用性
3. 速度ポテンシャル理論の保守性の検証
4. 重大事故等対処への不確かさの影響について
5. 今後の対応

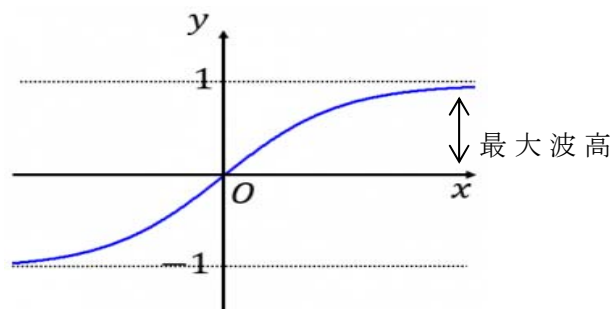
## 1. 概要

燃料貯蔵プール等のスロッシング後の水位においては、速度ポテンシャル理論により溢水量を算出し、溢水量から燃料貯蔵プール等の水位の低下量を算出している。ここでは、速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の妥当性について説明する。

## 2. 速度ポテンシャル理論の適用性

スロッシングの評価手法としては、詳細評価として解析プログラムによる流動解析、簡易手法の一つとして速度ポテンシャル理論の手法があり、対象とする設備も一般のタンク類から使用済燃料プールと幅広く、評価する項目としても波高による容器の蓋への衝撃圧力、側壁に加わる動水圧による荷重と多様である。

速度ポテンシャル理論は第2図に示すとおり、波形状が双曲線正接 ( $\tanh$ ) のような形状となり最大波高を求めることができることから、その最大波高を用いて溢水量を算出することができる。(xを躯体形状とし、yをスロッシングの波形状となる。)



第2図 双曲線正接図

## 2. 1 水の流動が速度ポテンシャル理論へ与える影響の検討

燃料貯蔵プール等のスロッシング評価において燃料貯蔵プール等を12種類の構造体に分割している。

そのため、連結した部分からのプール水の移行を考慮せず、保守性として全て溢水することで評価している。分割した構造体のうち、燃料貯蔵プール等の連結部は燃料貯蔵プールからチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット又は燃料移送水路から燃料貯蔵プールへ水が流動している。

これらの流動する水が速度ポテンシャル理論により算出した溢水量への影響について検討を行った。

### (1) 評価条件

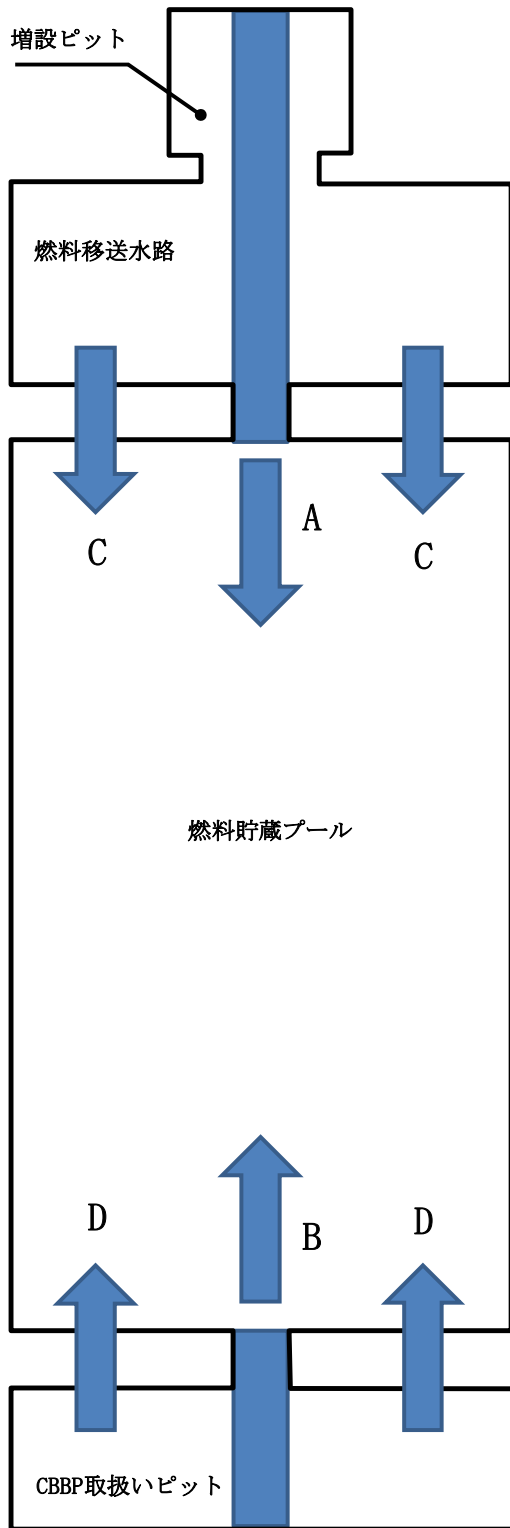
連結部を有する燃料貯蔵プール等からの水の流動を考慮し、流動した水を加算した保有水量で固有周期を算出し、固有周期の変化の状況により、影響の確認を行った。

### (2) 評価結果

燃料貯蔵プール等からの水の流動を考慮した固有周期および最大波高への影響について第2.1-1図及び第2.1-2図に示すが、流動した水を保有水量として考慮しても、固有周期の変化は軽微であり、最大波高の算出への影響は小さいことを確認した。

このため、燃料貯蔵プールを12種類の形状へ分割した評価結果へ有意な影響を与えない。



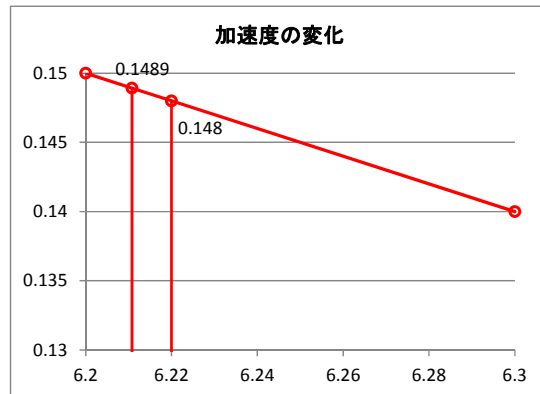


- A: 水路、増設ピットから流入するスロッシング水
    - ・増設:  $1.7\text{m}^3$
    - ・増設-水路間:  $0.3\text{m}^3$
    - ・水路:  $5.4\text{m}^3$
    - ・水路-プール間:  $0.6\text{m}^3$
  - B: CBBP取扱いピットから流入するスロッシング水
    - ・CBBP:  $0.6\text{m}^3$
    - ・CBBP-プール間:  $0.6\text{m}^3$
  - C: 水路（止水板を超える）から流入するスロッシング水
    - ・ $14.2\text{m}^3$
  - D: CBBP取扱いピット（止水板を超える）から流入するスロッシング水
    - ・ $0\text{m}^3$
- 合計:  $27.3\text{m}^3$

プールの水位上昇  
 $27.3/299.45=0.09117\dots$   
 $=0.091\text{m}$   
 $11.52\text{ (NWL+20mm)} + 0.091$   
 $=11.611\text{m (流入後の水位)}$

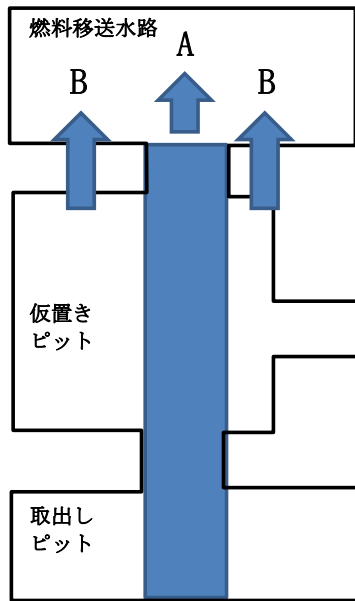
固有周期  
 T:  $6.2108\text{sec (流入後)}$   
 T:  $6.2200\text{sec (流入前)}$

対応する加速度  
 $\alpha$  (at6.2108) :  $0.1489\text{G}$   
 $\alpha$  (at6.220) :  $0.1480\text{G}$



最大波高さ  
**【流入前】**  
 $D=0.811*13.25/g*0.1480\text{ g}=1.590371\approx 1.60\text{m}$   
**【流入後】**  
 $D=0.811*13.25/g*0.1489\text{ g}=1.600042\approx 1.61\text{m}$

第2. 1-1 図 燃料貯蔵プールへのプール水流入による影響



A: 仮置きピット、取出しピットから流入するスロッシング水

- ・ 仮置きピット: 15.5m<sup>3</sup> (2基分)
- ・ 仮置きピット-水路間: 1.2m<sup>3</sup> (2基分)
- ・ 取出しピット-仮置きピット間: 2.5m<sup>3</sup> (2基分)
- ・ 取出しピット: 8.4m<sup>3</sup> (2基分)

B: 仮置きピット (止水板を越える) から流入するスロッシング水

- ・ 51.4m<sup>3</sup> (2基分)

C: 増設ピットから流入するスロッシング水

- ・ 増設: 8.4m<sup>3</sup> (3基分)
- ・ 増設-水路間: 1.5m<sup>3</sup> (3基分)

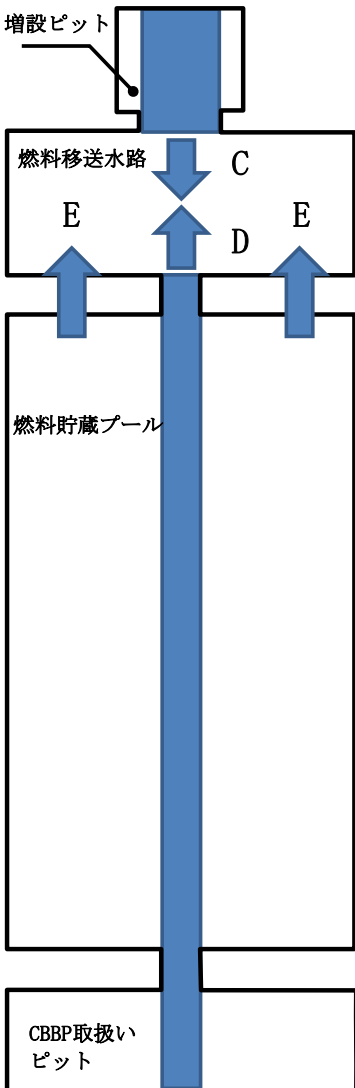
D: CBBPピット、プールから流入するスロッシング水

- ・ 水路-プール間: 1.8m<sup>3</sup> (3基分)
- ・ プール: 229.2m<sup>3</sup> (3基分)
- ・ CBBP-プール間: 1.8m<sup>3</sup> (3基分)
- ・ CBBP: 13.5m<sup>3</sup> (3基分)

E: プール (止水板を越える) から流入するスロッシング水

- ・ 148.8m<sup>3</sup> (3基分)

合計: 484m<sup>3</sup>



水路の水位上昇

$$484/500.5 = 0.967033... \\ = 0.97m$$

水路水位

$$12.32 + 0.97 = 13.26m$$

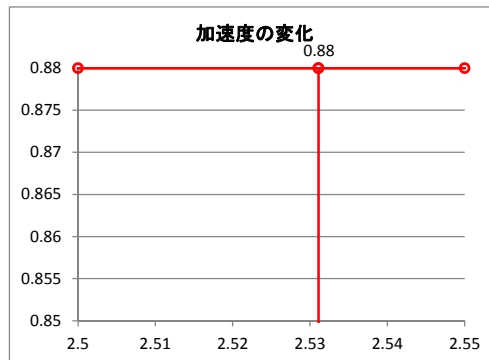
固有周期

T: 2.5311sec (流入前)

T: 2.5311sec (流入後)

対応する加速度

$$\alpha (at2.5311) = 0.88G$$



最大波高

加速度に変化がないことから、最大波高は変わらない。  
従って、溢水量も変わらない。

第2. 1 - 2 図 燃料移送水路へのプール水流入による影響

### 3. 速度ポテンシャル理論の保守性の検証

#### 3. 1 三次元解析による検証

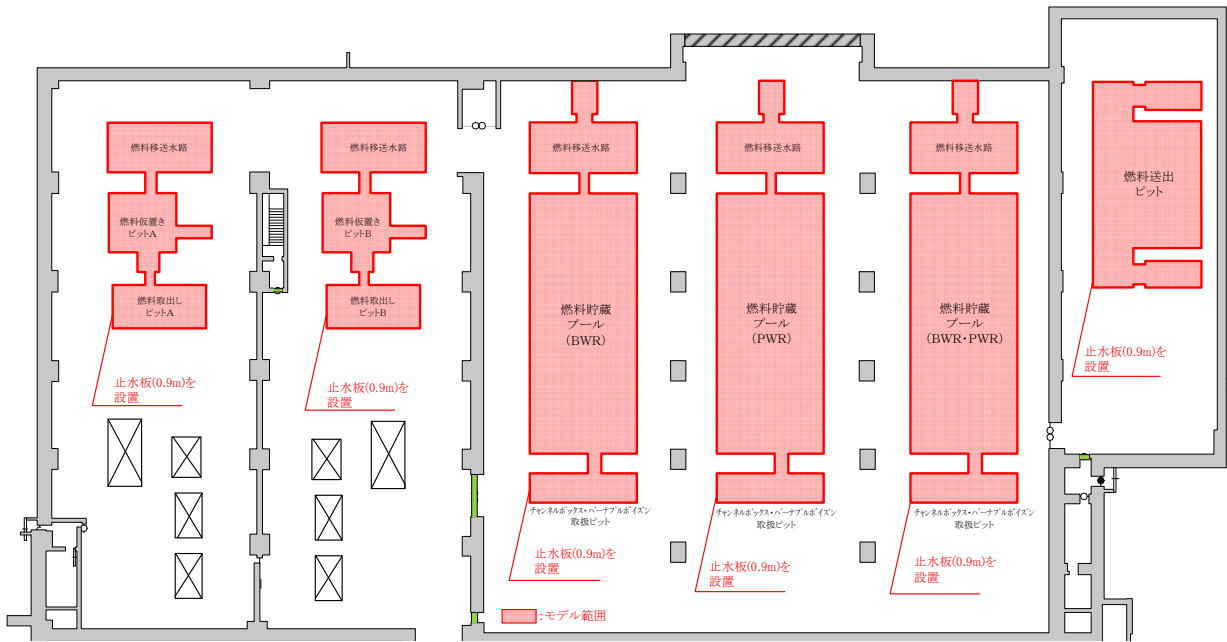
##### (1) 評価条件

速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の保守性について、詳細評価（三次元解析）による結果と比較し検証した。

モデル化にあたっては、燃料貯蔵プール等全体をモデル範囲とし、燃料貯蔵プール等の周囲に設置する止水板（0.9m）を越えるプール水は溢水量とし、プール水は壁による溢水の跳ね返りは考慮しないこととした。

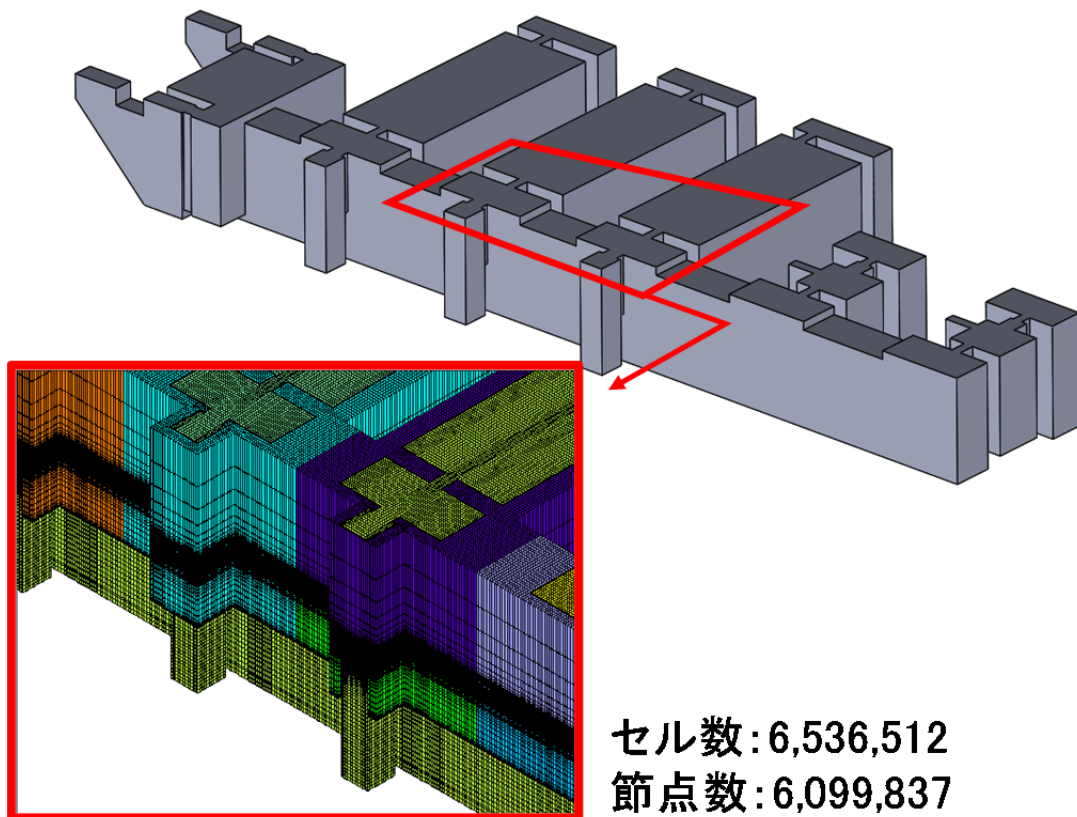
三次元解析に使用する解析コードは矩形開放容器のスロッシング試験による波高及び溢水量の比較の検証試験により検証された汎用熱流体解析コード（STAR-CD）を用いる。

三次元解析のモデル化範囲及びモデル概要図を第3.1-1図～第3.1-2図に示し、評価条件を第3.1-1表に示す。



第 3 . 1 - 1 図 三次元解析のモデル化範囲

E L . 5 5 . 3 0



第 3 . 1 - 2 図 燃料貯蔵プールのモデル概要図

第3.1-1表 評価条件

各種条件	速度ポテンシャル理論	三次元解析
評価範囲	燃料貯蔵プール等	同左
境界条件	止水板（0.9m）を越える溢水高さを越えた水は溢水量とし、プール水は壁による溢水の跳ね返りは考慮しない。	同左
初期水位	EL：55.02m	同左
評価用地震波	基準地震動 $S_s$ を 1.2 倍した床応答スペクトル 建屋：使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（EL：55.30m） 減衰：0.5%	基準地震動 $S_s$ を 1.2 倍した時刻歴波（解析時間 200 秒） 建屋：使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（EL：55.30m） 減衰：0.5%
地震方向	NS 方向，EW 方向	水平 2 方向および鉛直方向 3 方向同時入力
評価手法	速度ポテンシャル理論	解析コード：STAR-CD
その他	燃料貯蔵プール等に設置している水中機器は考慮せず、燃料貯蔵プール等内の水は全て揺動する。スロッシング抑制のために設置する蓋は考慮しない。	同左

## (2) 溢水量の比較結果

速度ポテンシャル理論では 1 1 6 9 m<sup>3</sup> に対し三次元解析では 5 4 4 m<sup>3</sup> となり、約 5 3 % が溢水量として低減する。

速度ポテンシャル理論と三次元解析による溢水量の比較を第 3 . 1 - 2 表に示す。

第 3 . 1 - 2 表 スロッシングによる溢水量比較

	速度ポテンシャル理論	三次元解析
スロッシングによる溢水量	1 1 6 9 m <sup>3</sup>	5 4 4 m <sup>3</sup>

### 3. 2 速度ポテンシャル理論の保守性

三次元解析との比較において、速度ポテンシャル理論の溢水量の結果が約2倍保守的な結果となっている。

これは流体の乱流挙動や溢流の複雑な非線形現象を考慮せず、最大波高を算出することで、溢水量が保守的に多くなるように全ての開口長さ一辺より溢水する条件としていることによるものとする。

本評価においては、繋がった燃料貯蔵プール等を12種類の構造体に分割し、速度ポテンシャル理論による溢水量を算定し、燃料貯蔵プールにおいて検証を実施した結果、速度ポテンシャル理論が保守的であることを確認した。

また、12種類の分割により燃料貯蔵プール等の連結部からのプール水の流動が溢水量への影響が小さいことを確認した。速度ポテンシャル理論と三次元解析の検証により、溢水量が保守的となることを確認した。

### 4. 重大事故等対処への不確かさの影響について

燃料貯蔵プール等の想定事故2においては、外的事象の地震を要因として、重大事故等が重畳することを考えている。これは、蒸発乾固、水素爆発、燃料貯蔵プール等からの小規模な漏えいが同時発生して対処することとしている。これらの重大事故等対処の優先順位は、対処の制限時間を考慮して決定している。燃料貯蔵プール等からの小規模な漏えいへの対処については、制限時間までの猶予が比較的長いことから、重大事故等対処の優先順位は各建屋での水素爆発及び蒸発乾固への対処を実施した後、燃料貯

蔵プール等の小規模な漏えいへの対処を実施し、最後に前処理建屋における蒸発乾固の対処を実施することとしている。

今回の速度ポテンシャル理論によるスロッシングの溢水量の評価では、3次元解析と比較した結果、約2倍の溢水量と保守的であり、スロッシングによる水位の低下量を半分とした場合、プール水冷却系配管の破断によるサイフォン効果及びスロッシングによる水位低下の最終値は、約0.80mから約0.625mと高い位置となる。この場合、沸騰までの時間は、約35時間から約36時間とわずかに延びることとなるが、重大事故等対処の優先順位に影響を与えるものではない。

## 5. 今後の対応

止水板及び蓋の詳細設計においては、燃料貯蔵プール等のスロッシングにより発生する動水圧を考慮し、支持間隔及び梁本数を設定する必要がある。

動水圧を評価する場合、各燃料貯蔵プール等に発生する最大応力を抽出する必要があるが、最大応力の発生箇所は燃料貯蔵プール等の固有周期のばらつきにより、支配的な地震動が変わることから、1.2Ss13波のうち代表を選定し評価を行う。

また、蓋への動水圧を算出することから、速度ポテンシャル理論の検証に用いたモデルへ蓋を取付ける必要がある。

従って、三次元解析のモデル化範囲は止水板施工性も考慮し、第5. - 1図に示す。





## 補足説明資料 11－7

## 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における線量評価について

### 1. プール水位低下時における線量評価について

燃料貯蔵プールにおいて、水位低下により遮へい機能が低下した場合の燃料貯蔵プール上部空間線量率について評価した。

#### (1) 評価条件

##### ① 評価対象プール及び評価点

評価対象：使用済燃料貯蔵プール（PWR燃料用）を代表とし評価。

評価点：プール中央上部（E L 55300：燃料貯蔵エリア床レベル）

##### ② しゃへい設計用燃料（表 1.1 参照）

PWR燃料（既認可のしゃへい設計用基準核種組成を適用）

##### ③ 線源モデル

使用済燃料集合体の幾何形状，構造材，体積比，線源領域等はすべて「設計及び工事の方法の認可申請書」のとおりとし，ラック内全てに使用済燃料集合体が貯蔵されているものとする。

##### ④ 線源強度

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋において貯蔵される燃料は冷却期間 4 年が  $600 \text{ t} \cdot U_{\text{PWR}}$ ，冷却期間 12 年が  $2,400 \text{ t} \cdot U_{\text{PWR}}$  となることから，しゃへい設計用燃料においても冷却期間を考慮したスペクトルを使用する。

(2) 燃料貯蔵プール水の放射性物質濃度

燃料貯蔵プール水の放射性物質を考慮する。また，エネルギースペクトル：C o - 60 を代表核種とする。

放射性物質濃度： $4.1 \times 10^1 \text{ B q / c m}^3$

表 1.1 しゅへい計算に用いる燃料仕様(しゅへい設計用燃料)

項目	燃料仕様	
	BWR 燃料	PWR 燃料
初期濃縮度 (W t %)	3.0	
燃焼度 (MW d / t · U <sub>P R</sub> )	55,000	
比出力 (MW / t · U <sub>P R</sub> )	40	60
冷却期間	4 年, 12 年	
燃料型式	B W R - 3 型	P W R - 5 型

(3) 計算コード及び各種計算条件

- ・線量率計算コードは点減衰核積分法計算コード Q A D - C G G P 2 R を用いる。
- ・本コードは散乱線の影響について考慮されている。
- ・燃料貯蔵ラックモデル化の際の物質密度の設定は，燃料貯蔵ラック内の使用済燃料集合体軸方向の各領域（上部ノズル部，燃料有効部等）において複数の物質（使用済燃料集合体及び燃料貯蔵プール水）が混在していることを踏まえ，各領域内で存在する物質がその領域内で均質化しているものとする。
- ・プール水密度は沸騰水を考慮し 100℃ の水密度 (0.95807 g / c m<sup>3</sup>) を採用する。

#### (4) 計算モデル

しゃへい設計用燃料が燃料貯蔵プール内に設置している燃料貯蔵ラックに収納された状態を図1.1のとおりモデル化する。また、燃料有効長頂部から水面までの水位を図1.2に示す。

- ・燃料貯蔵プール（PWR燃料用）に対し、線源強度が強い冷却期間4年の使用済燃料600tを中心に配置し、その周りに冷却期間12年の使用済燃料を評価点から離れた箇所に配置する。

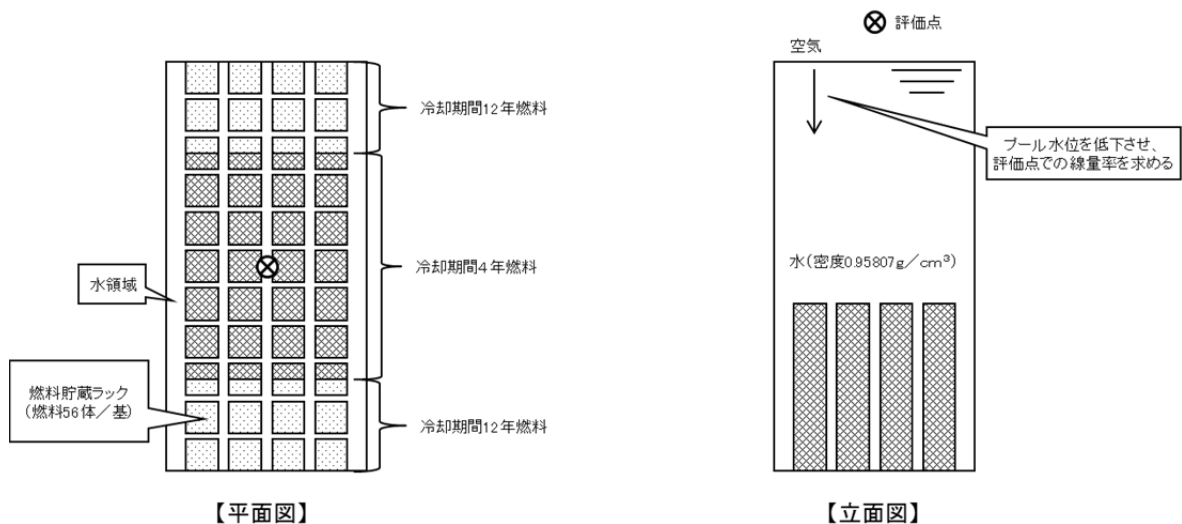


図1.1 燃料貯蔵プール線量率計算モデル



図1.2 燃料有効長頂部から水面までの水位

#### (5) 放射線の遮蔽が維持される水位

重大事故等の対処においては、作業時における被ばく線量として、 $10\text{mSv}$ を目安として管理することとしている。燃料損傷防止対策の対処においては、可搬型重大事故等対処設備の配置に時間がかかることから、1作業当たり1時間30分とし、2班体制にて作業を実施する計画である。このため、作業時において放射線の遮蔽が維持される水位の設定では、 $6.7\text{mSv/h}$  ( $=10\text{mSv}/1.5\text{h}$ ) の被ばくを想定し、このときの水位として通常水位から約5.0m下の位置としている。

#### (6) 評価結果

評価結果を図1.3に示す。

プール水が満水に近い状態の場合は、燃料より上部に存在するプール水からの線量率寄与が主要であり、プール水面が低下し燃料有効長頂部近傍にある場合の支配的線源は燃料となる。

通常水位から水位が低下すると、プール水寄与の線量が低下し、評価点での線量率は若干低下する。ある一定程度水位が低下すると、プール水による使用済燃料集合体からの放射線のしゃへい効果が低下し、使用済燃料集合体からの線量が徐々に増加する。さらに水位が低下すると、使用済燃料集合体からの線量が支配的となり、線量率は急激に増加する。

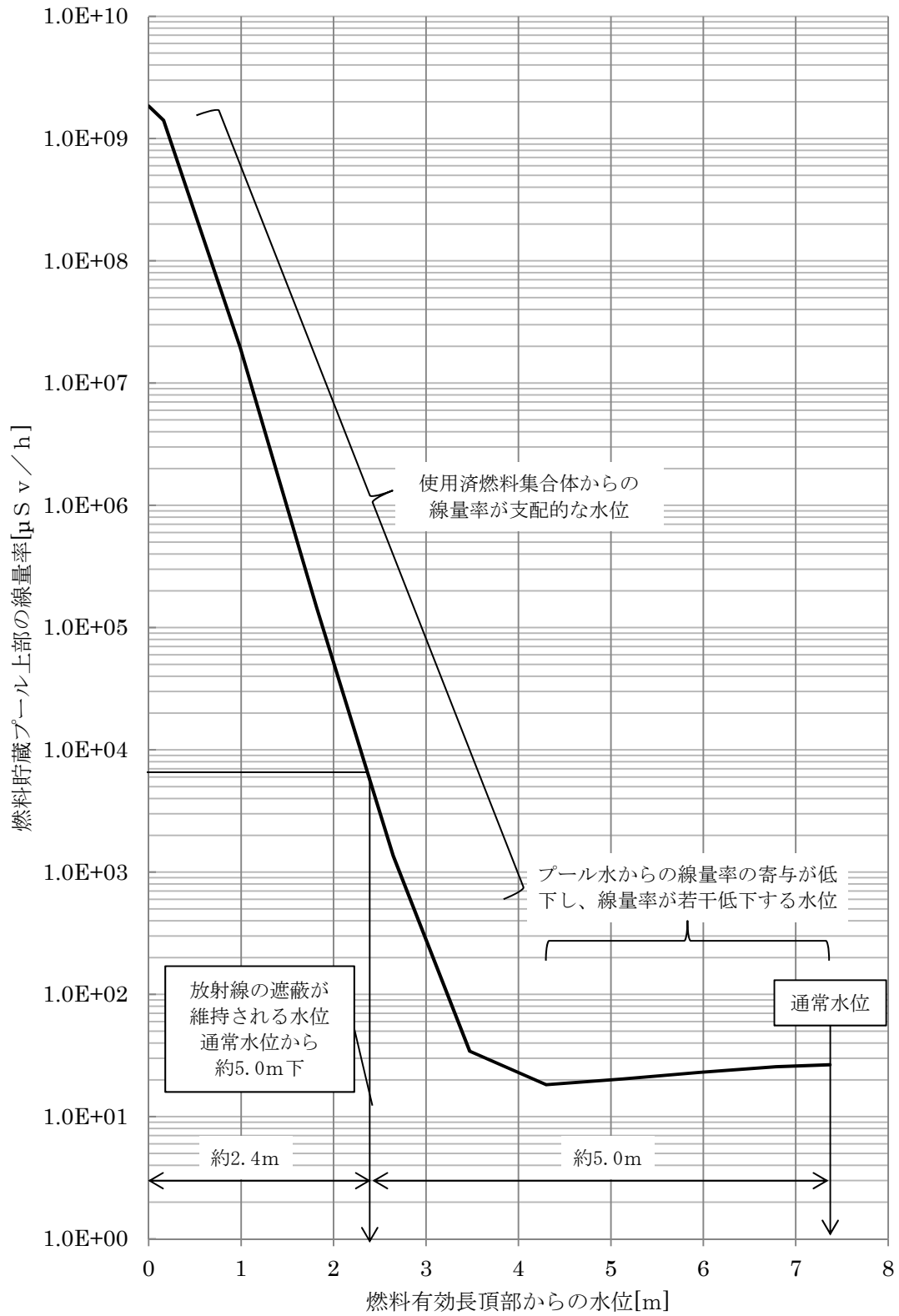


図 1.3 水位と線量率の関係

## 2. 線源強度の代表性について

しゃへい設計燃料の選定にあたり，BWR燃料とPWR燃料の比較を実施している。線源強度を単位体積当たりの照射前ウラン質量とし，同条件（初期濃縮度 4.5wt%，燃焼度 45,000MWd/t・U<sub>Pr</sub>，比出力 38MW/t・U<sub>Pr</sub>，冷却期間 4年）でPWR燃料とBWR燃料のガンマ線線量率を比較した結果，PWR燃料のほうが線源強度は強いことから，PWR燃料を代表とすることは妥当である。（下表 2.1 参照）

また，下表 2.2 に示すとおり，3基ある燃料貯蔵プールはそれぞれ 1,000 t U の使用済燃料集合体が貯蔵可能となっており，このうち最も多く PWR 燃料を貯蔵可能な燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）であることから，プール単位としても PWR 燃料のほうが強い。

表 2.1 ガンマ線線量率の比較

	しゃへい壁（コンクリート 1.5m）外壁の線量率 （相対値）	
	BWR 燃料	PWR 燃料
1 体領域	0.995	1.0

表 2.2 燃料貯蔵プール貯蔵量

名称	BWR 燃料	PWR 燃料
	貯蔵量 (t・U <sub>Pr</sub> )	貯蔵量 (t・U <sub>Pr</sub> )
燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)	1,000	—
燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)	—	1,000
燃料貯蔵プール (BWR/PWR 燃料用)	500	500
総貯蔵量	1,500	1,500



### 3. ガンマ線線量率と中性子線線量率比較の評価条件について

使用済燃料集合体のガンマ線と中性子線の線量率の相対的な比較により、中性子線線量率が十分無視可能なことを以下に示す。

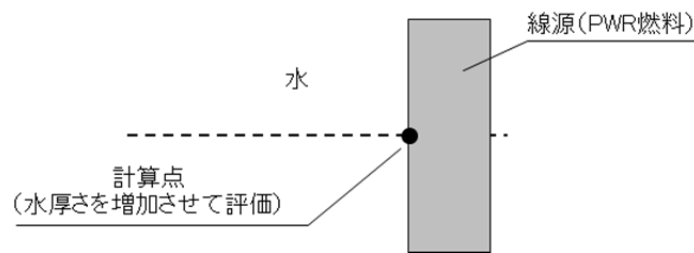
使用済燃料集合体を水中保管した場合のガンマ線と中性子線の減衰分布を図3.1に示す。使用済燃料集合体の表面（表面からの距離が0 cm）における、中性子線線量率はガンマ線線量率に比べ約3桁小さい。さらに燃料表面からの距離が長くなるにつれてこの差は拡大する。

このことから、本評価において中性子線線量率はガンマ線線量率に比べ十分無視できるものである。

#### 【線源強度算出条件】

##### しゃへい設計用燃料仕様

燃料型式	PWR燃料
初期濃縮度 (wt%)	3.0
燃焼度 (MWd/t · U <sub>PR</sub> )	55,000
比出力 (MW/t · U <sub>PR</sub> )	60
冷却期間 (年)	1



計算モデル

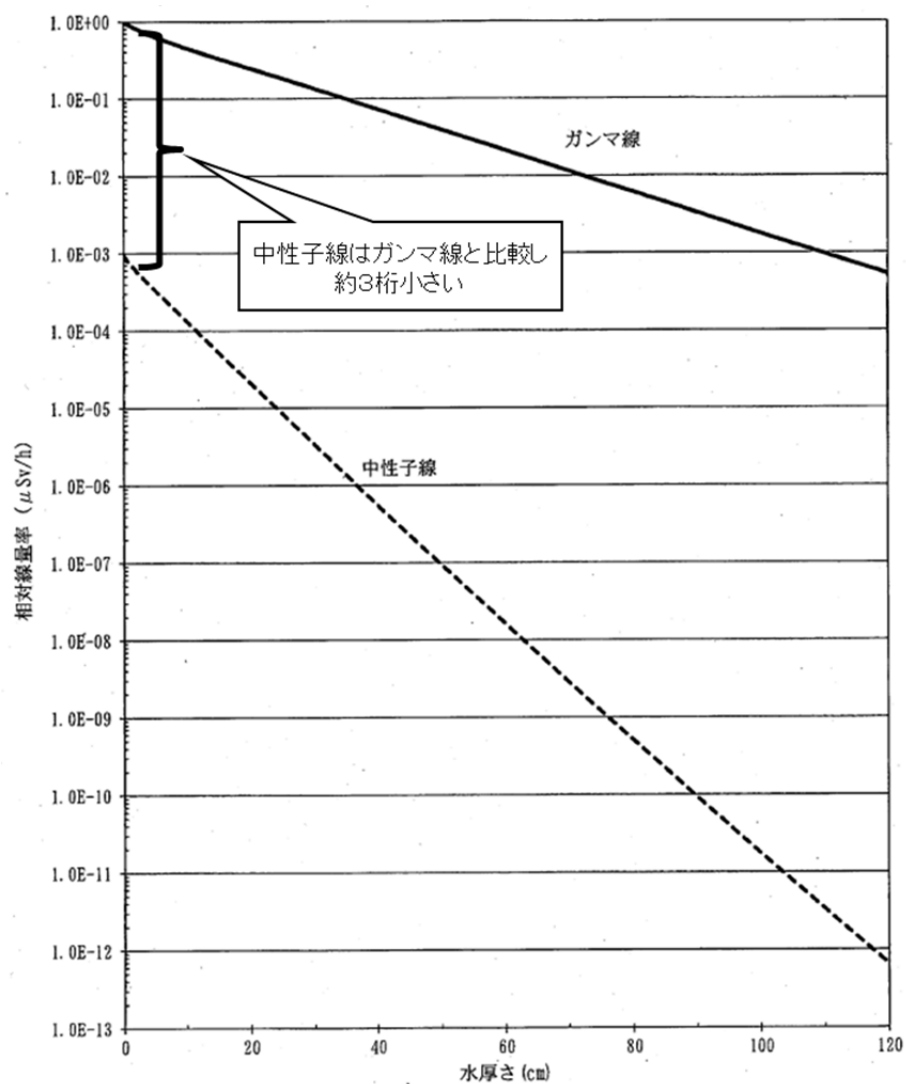


図 3.1 水厚さに対するガンマ線と中性子線の減衰分布  
 (水厚さ 0 cm でのガンマ線線量率を  $1 \mu\text{Sv/h}$  に規格化した  
 相対値)

## 補足説明資料 11－8

## 燃料貯蔵プール等における沸騰時間の評価について

### 1. 燃料貯蔵プール等の配置および評価対象について

燃料貯蔵プール等（燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール及び燃料送出しピット）の配置について、図1に示す。

燃料貯蔵プール等には、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ の使用済燃料が燃料貯蔵プール等において様々な組合せで仮置き及び貯蔵されるものの、燃料貯蔵プールに対して、燃料仮置きピット及び燃料送出しピットは保有水量に対する使用済燃料の仮置き体数の絶対量が小さいことを考慮し、沸騰時間が厳しく算出されるように、 $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$ の使用済燃料を燃料貯蔵プールへ配置するとともに、崩壊熱量が大きい冷却期間4年のPWR燃料  $600 \text{ t} \cdot U_{PR}$ を燃料貯蔵プール（PWR燃料用）へ集中して配置し、その他の燃料貯蔵プールには冷却期間12年の使用済燃料を配置した状態において、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料用及びPWR燃料用）を評価対象とする。

各燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピット間の水の出入りに不確かさがあることから、隣接する燃料移送水路及びピットの保有水の混合は考慮せず、各燃料貯蔵プールそれぞれでの沸騰時間を評価する。

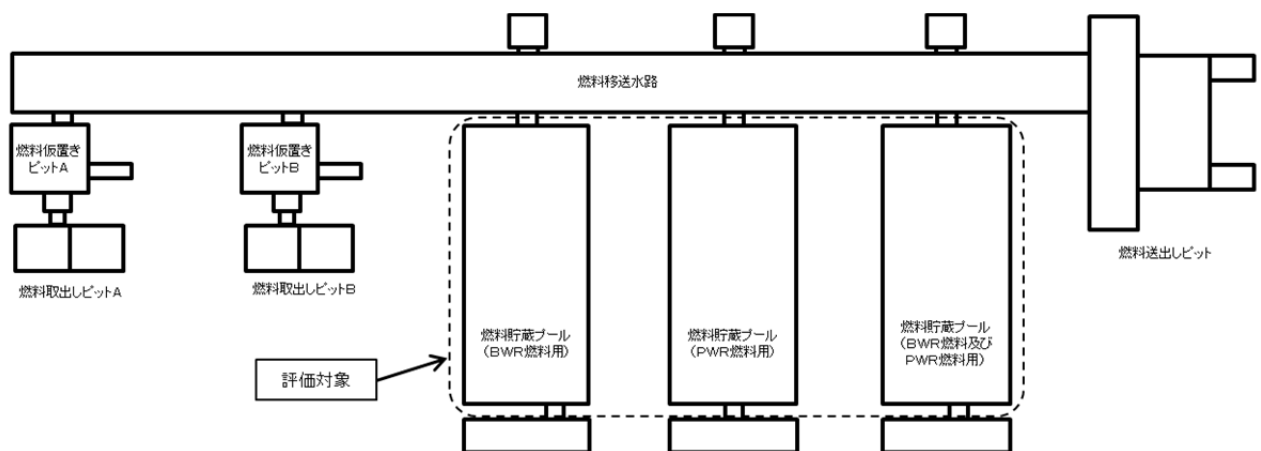


図1 燃料貯蔵プール等のゲート配置図

## 2. 1 評価条件

### (1) 沸騰時間及び蒸発量の算出方法

燃料貯蔵プール等の冷却機能及び注水機能の喪失時から、燃料貯蔵プール沸騰までの時間及び沸騰後の蒸発量について、以下の式で算出する。

#### a. 沸騰時間

$$\text{沸騰までの時間[h]} = \frac{\text{水密度}[\text{kg/m}^3] \times \text{比熱}[\text{kcal}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \times \text{保有水量}[\text{m}^3] \times \text{温度差}[\text{K}] (100^\circ\text{C}-\text{初期水温})}{\text{崩壊熱量}[\text{kcal/h}]}$$

#### b. 沸騰後の蒸発量

$$\text{蒸発量}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{崩壊熱量}[\text{kcal/h}]}{\text{蒸発潜熱}[\text{kcal}/\text{kg}] \times \text{水密度}[\text{kg}/\text{m}^3]}$$

評価に用いる物性値については、表1のとおり設定する。

表1 水の物性値

項目	物性値
水密度 at100°C	958.07 kg/m <sup>3</sup>
比熱 at100°C	4.216 kJ/(kg・K)
蒸発潜熱 at100°C	2257 kJ/kg

(2) 初期水温, 初期水位及びスロッシング後の水位について

a. 初期水温について

再処理事業指定申請書に記載のプール水冷却系の設計方針に基づき、1系列運転時の最高温度である65℃を設定する。

b. 初期水位について

想定事故1における初期水位は、水位低警報レベルである通常水位-0.05mに設定する。

想定事故2については、想定事故1で設定した通常運転時の管理上の水位の下限値である通常水位-0.05mを基準とし、サイフォン効果による燃料貯蔵プール等の水の漏えいが発生し水位が低下した後、スロッシングによる燃料貯蔵プール等の水の漏えいによる水位低下が発生すると想定し、通常水位-0.80mとする。

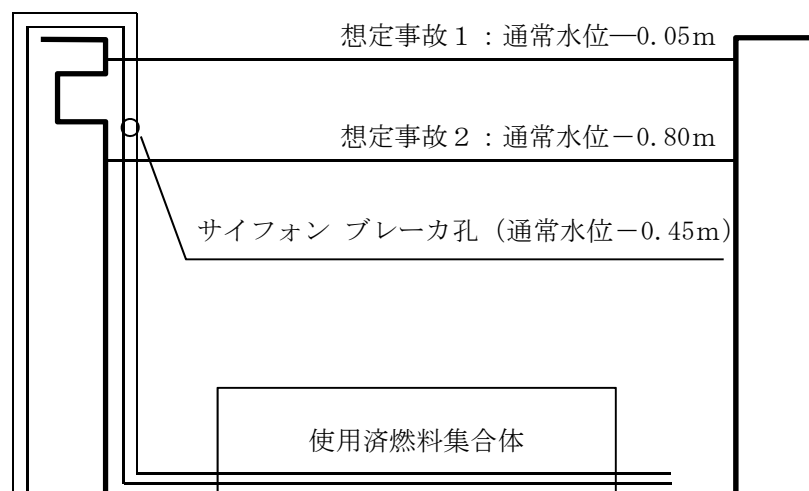


図3 初期水位の設定

### (3) 使用済燃料の崩壊熱について

使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プールは、BWR燃料用（1基）、PWR燃料用（1基）、BWR燃料及びPWR燃料用（1基）の合計3基で構成されている。

BWR燃料用（1基）はBWR使用済燃料集合体のみを、PWR燃料用（1基）はPWR使用済燃料集合体のみを貯蔵できる燃料貯蔵プールとなっており、ラック容量からBWR燃料用（1基）は約 $1,000 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ のBWR使用済燃料、PWR燃料用（1基）は約 $1,000 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ のPWR使用済燃料が貯蔵できる容量を有する。

燃料貯蔵プール貯蔵容量は $3,000 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ であること、また、BWR使用済燃料集合体及びPWR使用済燃料集合体の貯蔵容量はそれぞれ $1,500 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ ずつであり、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（PWR燃料用）で各々 $1,000 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ 貯蔵できることから、残りのBWR使用済燃料 $500 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ 及びPWR使用済燃料 $500 \text{ t} \cdot U_{P_r}$ を燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の貯蔵量として設定し、崩壊熱量を設定する。また、冷却期間が4年の使用済燃料については、より崩壊熱量が大きいPWR燃料を燃料貯蔵プール（PWR燃料用）に配置し、その他の燃料貯蔵プールには冷却期間12年の使用済燃料を配置する。

以上より、PWR燃料及びBWR燃料の崩壊熱量の比較を表3に、各燃料貯蔵プールにおける貯蔵量及び崩壊熱量を表4に示す。

表3 BWR燃料, PWR燃料の崩壊熱量

崩壊熱除去設計用燃料仕様		PWR燃料	BWR燃料
照射前濃縮度[wt%]		4.5	4.0
平均濃縮度[MWd/tU <sub>Pr</sub> ]		45,000	
比出力[MW/tU <sub>Pr</sub> ]		38	26
評価結果		PWR燃料	BWR燃料
1 t・U <sub>Pr</sub> あたりの崩壊熱量 [W]	4年冷却	3,102	2,927
	12年冷却	1,471	1,488
	15年冷却	1,353	1,368

表4 各燃料貯蔵プールの貯蔵量及び崩壊熱量の設定

使用済燃料仕様		燃料貯蔵プール (BWR燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (PWR燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (BWR燃料用及び PWR燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]
冷却期間	燃料種別			
4年	BWR	0		0
	PWR		600	0
12年	BWR	1000		500
	PWR		400	500
合計貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]		1,000	1,000	1,000
崩壊熱量[kW]		1,490	2,450	1,480
総崩壊熱量[kW]		5,420		



(4) 沸騰時間評価における保有水量の算出について

1. に示したとおり、各燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピットとの水の混合は考慮せず、各燃料貯蔵プールそれぞれが単体で保有する保有水量から使用済燃料やラックの体積を除いた保有水量を、表5のとおり設定する。

表5 各燃料貯蔵プールの保有水量

	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)		燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)		燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用)	
	想定 1	想定 2	想定 1	想定 2	想定 1	想定 2
① 総水量	3,428	3,204	3,428	3,204	3,428	3,204
② 内容物体積	1,036		975		971	
①-② 保有水量	2,392	2,168	2,453	2,229	2,457	2,233

## 2. 2 沸騰時間及び蒸発量の算出結果

2. 1 の評価条件から、沸騰時間を算出した。想定事故 1 及び想定事故 2 における沸騰までの時間を表 6 に示す。

表 6 各燃料貯蔵プールの沸騰時間評価結果

	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)		燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)		燃料貯蔵プール (BWR 燃料及び PWR 燃料用)	
	想定 1	想定 2	想定 1	想定 2	想定 1	想定 2
沸騰までの 時間[h]	約 63.0	約 57.1	約 39.3	約 35.7	約 65.1	約 59.2

また、燃料貯蔵プール等からの蒸発量の算出結果を表 7 に示す。

表 7 各燃料貯蔵プール等からの蒸発量評価結果

	燃料貯蔵プール等全体からの蒸発量
蒸発量[m <sup>3</sup> /h]	10

評価の結果、崩壊熱量が大きい PWR 燃料を集中して配置した燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）が最も沸騰時間が短くなり、想定事故 1 で約 39 時間、想定事故 2 で約 35 時間となる。

代替補給水設備（注水）による注水は、想定事故 1 及び想定事故 2 いずれの場合も他事象との同時発生を考慮することから、事象発生から 21 時間 30 分後から実施可能である。このため、沸騰時間の約 35 時間に対して十分時間余裕がある。

また、可搬型中型移送ポンプは最大約 160m<sup>3</sup>/h の供給が可能であることから、燃料貯蔵プール等全体からの蒸発量を上回る量の水を注水することができ、燃料貯蔵プール等の水位を維持することができる。

### 3. ピットゲート及びプールゲートが設置された状態における影響

想定事故1において、燃料貯蔵プール等の補修時を想定して、ピットゲート及びプールゲートが設置されている状態において想定事故1が発生した場合、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）が独立した状態となるものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至るまでの時間は、燃料貯蔵プールごとの保有水量及び崩壊熱量を設定していることから、沸騰に至るまでの時間は変わることはなく、また、燃料貯蔵プール等の水の蒸発は、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより、各燃料貯蔵プールが独立するため、燃料貯蔵プールごとに発生するが、その蒸発量は崩壊熱量が最も大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）において約 $4\text{ m}^3/\text{h}$ である。この場合、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における水位低下速度が増加するものの、燃料貯蔵プール等の水が沸騰に至る前までに注水の準備を完了し、可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、想定事故1の有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することには変わりはない。

想定事故2において、燃料貯蔵プール等の補修時を想定して、各燃料貯蔵プールのピットゲート及びプールゲートが設置されている状態においてスロッシングが発生した場合の溢水量は、燃料貯蔵プール等が連結された状態と異なり、各燃料貯蔵プールのスロッシング後の水位は、通常水位 $-0.96\text{m}$ となる。このときの燃料貯蔵プール（PWR燃料用）の保有水量は約 $2,181\text{m}^3$ 、沸騰までの時間は約34時間となり、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）の保有水量は約 $2,120\text{m}^3$ 、沸騰までの時間は約55時間となり、燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）の保有水量は約 $2,185\text{m}^3$ 、沸騰までの時間は約57時間となる。このため、このため、水位低下量大きくなり、燃料貯蔵プール等の水の温度が $100^\circ\text{C}$ に到達するまでの時間は短くなるものの、いずれの場合においても、代替補給水設備（注水）による注水開始時間は21時間30分後であることから、燃料貯蔵プール等の水が $100^\circ\text{C}$ に到達する前に注水が可能であり、

想定事故2の有効性評価の結果に与える影響はなく、判断基準を満足することによりはなし。

#### 4. 燃料貯蔵プール以外に使用済燃料が置かれた場合の影響

燃料貯蔵プールのみを沸騰時間の評価対象としているが、仮に燃料仮置きピット及び燃料送出しピットに使用済燃料が仮置きされている場合における沸騰時間について検討する。

燃料取出し設備の燃料仮置きピットでは受入れた使用済燃料を仮置きし、燃料送出し設備の燃料送出しピットでは、前処理建屋へ使用済燃料を送出す前に使用済燃料を仮置きする。このため、これらの燃料仮置きピット及び燃料送出しピットに使用済燃料が仮置かれたときの崩壊熱量を設定する。

燃料仮置きピットにおいては、原子力発電所から受入れた使用済燃料を仮置きするため、崩壊熱量が最も高くなる場合は、冷却期間が4年のBWR燃料及びPWR燃料を容量いっぱい仮置きされた場合の崩壊熱量を設定する（表8）。

また、燃料送出しピットにおいては、前処理建屋でせん断を実施する前の使用済燃料を仮置きするため、崩壊熱量が最も高くなる場合は、冷却期間が15年の使用済燃料を容量いっぱい仮置きする場合である。また、燃料送出しピットではバスケットの形状に応じてBWR燃料及びPWR燃料のどちらも仮置きすることができる。このため、崩壊熱量の算出においては、冷却期間が15年のBWR燃料が容量いっぱい仮置きされた場合と、冷却期間が15年のPWR燃料が容量いっぱい仮置きされた場合の崩壊熱量を設定する（表8）。

表8 燃料仮置きピット及び燃料送出しピットの仮置き量及び崩壊熱量の設定

使用済燃料仕様		燃料仮置きピット 仮置き容量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料送出しピット (BWR燃料) 仮置き量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料送出しピット (PWR燃料) 仮置き量[t・U <sub>Pr</sub> ]
冷却期間	燃料種別			
4年	BWR	17.2	0	
	PWR	17.5		0
15年	BWR	0	23.6	
	PWR	0		27.6
合計仮置き容量[t・U <sub>Pr</sub> ]		34.6	23.6	27.6
崩壊熱量[kW]		110	33	38

このときの燃料仮置きピット及び燃料送出しピットにおける保有水量は表9のとおりである。

表9 燃料仮置きピット及び燃料送出しピットの保有水量

	燃料仮置きピット		燃料送出しピット (BWR燃料)		燃料送出しピット (PWR燃料)	
	想定1	想定2	想定1	想定2	想定1	想定2
① 総水量	480	449	966	903	966	903
② 内容物体積	46		66		66	
①-② 保有水量	434	403	900	837	900	837

以上の条件により、燃料仮置きピット及び燃料送出しピットにおける沸騰時間を算出した結果、表10のとおりとなる。

表10 燃料仮置きピット及び燃料送出しピットの沸騰時間評価結果

	燃料仮置きピット		燃料送出しピット (BWR燃料)		燃料送出しピット (PWR燃料)	
	想定1	想定2	想定1	想定2	想定1	想定2
沸騰までの時間[h]	約 154.9	約 143.8	約 1071.0	約 996.0	約 930.0	約 864.9

いずれのピットにおいても、燃料貯蔵プールでの沸騰時間（燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における沸騰時間：想定事故2のとき約36時間）よりも長い沸騰時間となっており、これらのピットに使用済燃料が置かれることによる沸騰時間評価への影響はない。さらに、燃料仮置きピット及び燃料送出しピットに使用済燃料が仮置きされている場合は、燃料貯蔵プールで貯蔵されている使用済燃料の貯蔵量が1,000 t・ $U_{PR}$ よりも少なくなり、崩壊熱量が小さくなることから、燃料貯蔵プールにおける沸騰時間は延びることとなる。以上から、これらの燃料仮置きピット及び燃料送出しピットの沸騰時間が、燃料貯蔵プールよりも短くなることはない。

#### 4. 現場作業の成立性に与える影響について

現場作業の成立性は有効性評価の一環として、燃料貯蔵プール周辺の雰囲気温度を評価している。現場作業の成立性の判断基準は40℃を目安として設定し評価をしている。

評価の結果、燃料貯蔵プール周辺の温度が40℃となる時間は約23時間であったのに対し代替補給水設備（注水）による燃料貯蔵プール等への注水が開始可能な時間は21時間30分後であることから、作業場所へのアクセス及び注水は可能である。

## 補足説明資料 11－9

## 燃料貯蔵プール等の未臨界性評価

### 1. 重大事故時における臨界評価について

#### 1.1. 評価条件について

再処理施設では、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料受入れ施設の使用済燃料受入れ設備の燃料仮置きピット並びに使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プール及び燃料送出しピット（以下「燃料貯蔵プール等」という。）からの大量の水の漏えいその他の要因により当該燃料貯蔵プール等の水位が異常に低下した場合（以下、大規模漏えい時という。）、可搬型スプレー設備により、燃料貯蔵プール等内の使用済燃料の著しい損傷の進行を緩和し、できる限り環境への放射性物質の放出を低減するため、燃料貯蔵プール等全面にスプレーを実施し、ラック及び使用済燃料を冷却する。

大規模漏えい時の燃料貯蔵プール等の未臨界性評価は、重大事故等対処施設の燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失に対処するための設備のスプレー設備にて、ラック及び使用済燃料を冷却し、臨界にならないよう配慮したラック形状及び使用済燃料配置において、スプレーや蒸気条件においても臨界を防止できることを確認するため、燃料貯蔵プール等全体の水密度を一様に  $0.0 \sim 1.0\text{g/cm}^3$  まで変化させた条件で実効増倍率の計算を行う。ここでは、燃料貯蔵プール等内に使用済燃料が満たされた場合の未臨界性評価結果を示すことにより、大規模漏えい時においても臨界を防止できることを確認する。

#### 1.2. 臨界計算体系について

計算体系は、再処理施設の燃料貯蔵プール等の実形状を模擬した 3 次元未臨界性評価体系とする。貯蔵する使用済燃料は、各領域で貯蔵可能な最も反応度の高い使用済燃料を当該領域の全てのラックに貯蔵することを想定する。未臨界性評価に用いる BWR 燃料及び PWR 燃料仕様を第 1.2-1 表及び第 1.2-2 表に示す。また、未臨界性評価体系の垂直方向及び水平方向は構造物による中性子反射効果を考慮し、燃料有効長上下部及び側面は低水密度状態においても、十分な中性子の反射効果が得られる厚さ（中性子反射効果が飽和する厚さ）である 300mm の水反射と仮定する。

#### 1.3. 使用コードについて

BWR 燃料では GAM, THERMOS 相当コード、PWR 燃料では輸送計算コード LEOPARD を使用して燃焼計算を実施し、所定の残留濃縮度時点でのウラン・プルトニウムの同位体組成を算出し、3 次元モンテカルロ計算コード KENO-VI または KENO-V.a を内蔵した SCALE ver.6.0 を使用して実効増倍率を計算した。

SCALE システムは米国オークリッジ国立研究所(ORNL)により米国原子力規制委員会(NRC)の原子力関連許認可評価用に作成されたモンテカルロ法に基づく 3 次元多群輸送計算コードであり、米国内及び日本国内の臨界安全評価に広く使用されている。

#### 1.4. 不確定性について

以下の計算条件は公称値を使用し、正負の製作公差を未臨界性評価上厳しくなる側に不確定性として考慮するものである。



- (a) ラックの内り
- (b) ラックの厚さ
- (c) ラックの中心間距離
- (d) ラック内での使用済燃料が偏る効果（ラック内燃料偏心）

## 2. 臨界安全解析結果

燃料貯蔵プール等のうち、最も実効増倍率が高い結果となった燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）を代表として計算条件及び計算結果を示す。また、その他の燃料仮置きピット、燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）、燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）及び燃料送出しピットについては、計算結果を示す。

### 2.1. 燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の計算条件

燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の計算条件は以下のとおりである。

- (a) 燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）に収納される使用済燃料の残留濃縮度は以下のとおりとする。

ラック	使用済燃料	残留濃縮度
低残留濃縮度燃料貯蔵ラック	PWR 燃料	2.0wt%

- (b) 使用済燃料は残留濃縮度に対応して、燃焼により生じたプルトニウムを考慮する。
- (c) 燃料有効長は、PWR 燃料の公称値 3,648mm から延長し、3,660mm とする。

本計算における計算体系を第 2.1-1 表、第 2.1-1 図及び第 2.1-2 図に示す。

### 2.2. 燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）の計算結果

計算結果を第 2.2-1 表及び第 2.2-1 図に示す。第 2.2-1 図のとおり、純水冠水状態から水密度の減少に伴い低水密度領域で実効増倍率に極大値が生じる。実効増倍率は最も厳しくなる低水密度状態（水密度 0.24g/cm<sup>3</sup>）で 0.9181 となり、これに不確定性を考慮しても 0.940 となり、実効増倍率 0.95 以下を満足している。

### 2.3. 燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）以外の計算結果

燃料仮置きピットの計算結果を第 2.3-1 表及び第 2.3-1 図に示す。

燃料貯蔵プール（BWR 燃料用）の計算結果を第 2.3-2 表及び第 2.3-2 図に示す。

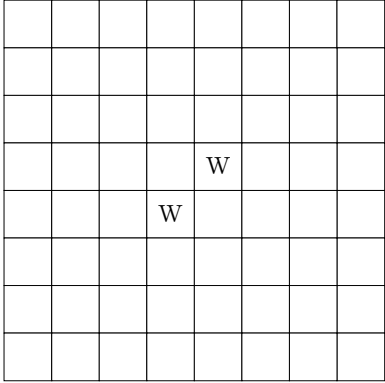
燃料貯蔵プール（BWR 燃料及び PWR 燃料用）の第 2.3-3 表及び第 2.3-3 図に示す。

燃料送出しピットに BWR 燃料用バスケットを配置した場合の計算結果を第 2.3-4 表及び第 2.3-4 図に示す。

燃料送出しピットに PWR 燃料用バスケットを配置した場合の計算結果を第 2.3-5 表及び第 2.3-5 図に示す。

いずれのピット及びプールにおいても、不確定性を考慮しても実効増倍率 0.95 以下を満足している。

第 1.2-1 表 BWR 燃料仕様

燃料型式 (集合体配列)	BWR-3 (新型 8×8 燃料)	
燃料棒ピッチ (mm)	16.3	
ペレット密度 (%TD)	95	
被覆管外径 (mm)	12.3	
被覆管厚さ (mm)	0.86	
ペレット直径 (mm)	10.3 (注)	
燃料有効長 (mm)	3,708	
燃料集合体 燃料棒配置	 <p> <input type="checkbox"/> ウラン燃料棒セル  <input type="checkbox"/> W ウォーターロッドセル         </p>	
チャンネルボックス	—	チャンネルボックス付

(注) : 評価では被覆管内径での値とする。

第 1.2-2 表 PWR 燃料仕様

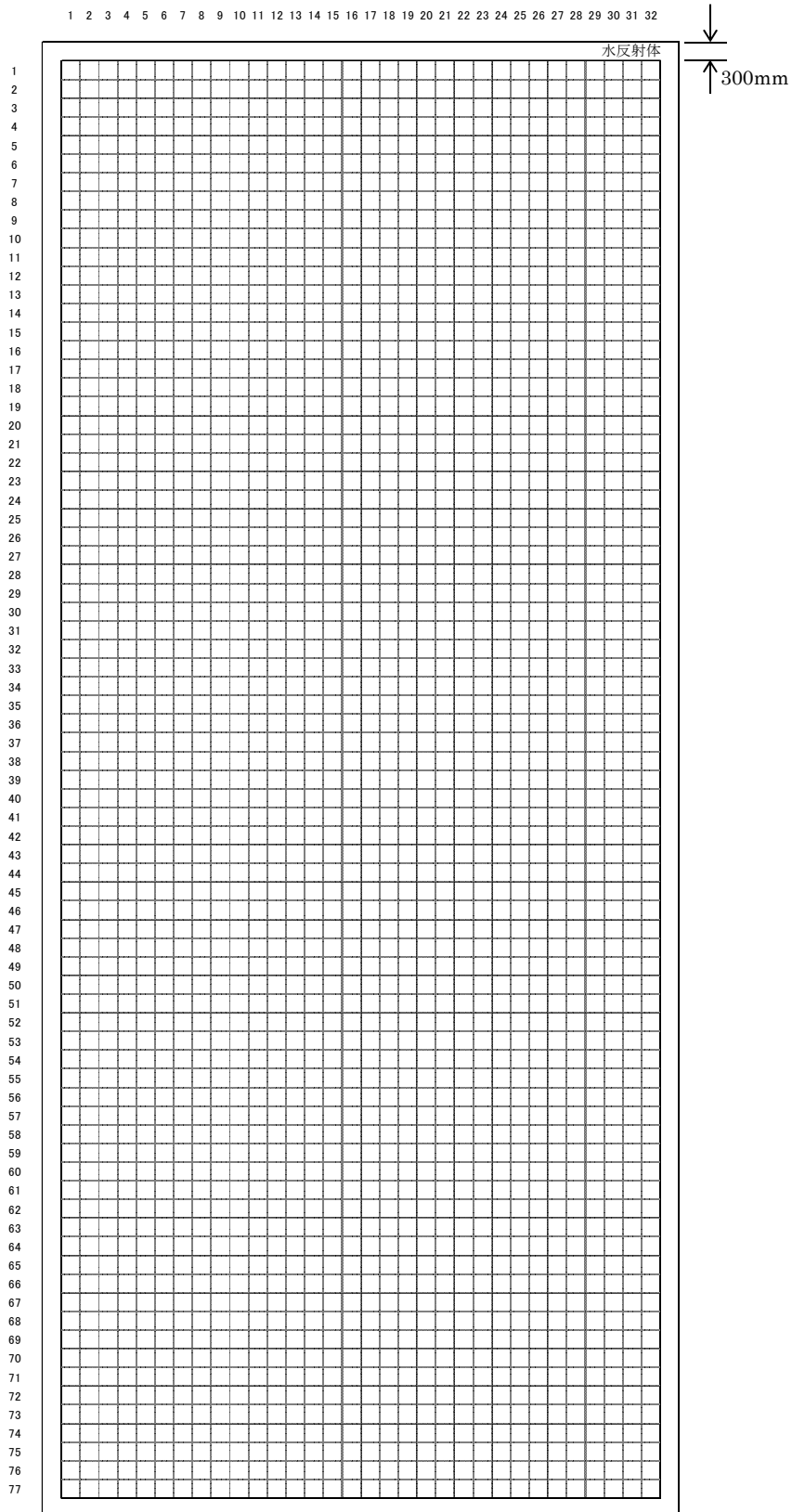
燃料型式 (集合体配列)	PWR-4 (15×15 型燃料)	
燃料棒ピッチ (mm)	14.3	
ペレット密度 (%TD)	95	
被覆管外径 (mm)	10.72	
被覆管厚さ (mm)	0.62	
ペレット直径 (mm)	9.29	
燃料有効長 (mm)	3,660 (注)	
燃料集合体 燃料棒配置	<p> <input type="checkbox"/> ウラン燃料棒  <input checked="" type="checkbox"/> 炉内計装案内シンブル  <input checked="" type="checkbox"/> 制御棒案内シンブル         </p>	

(注) : 燃料仮置きピット及び燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用) の評価では 3,708mm とする。

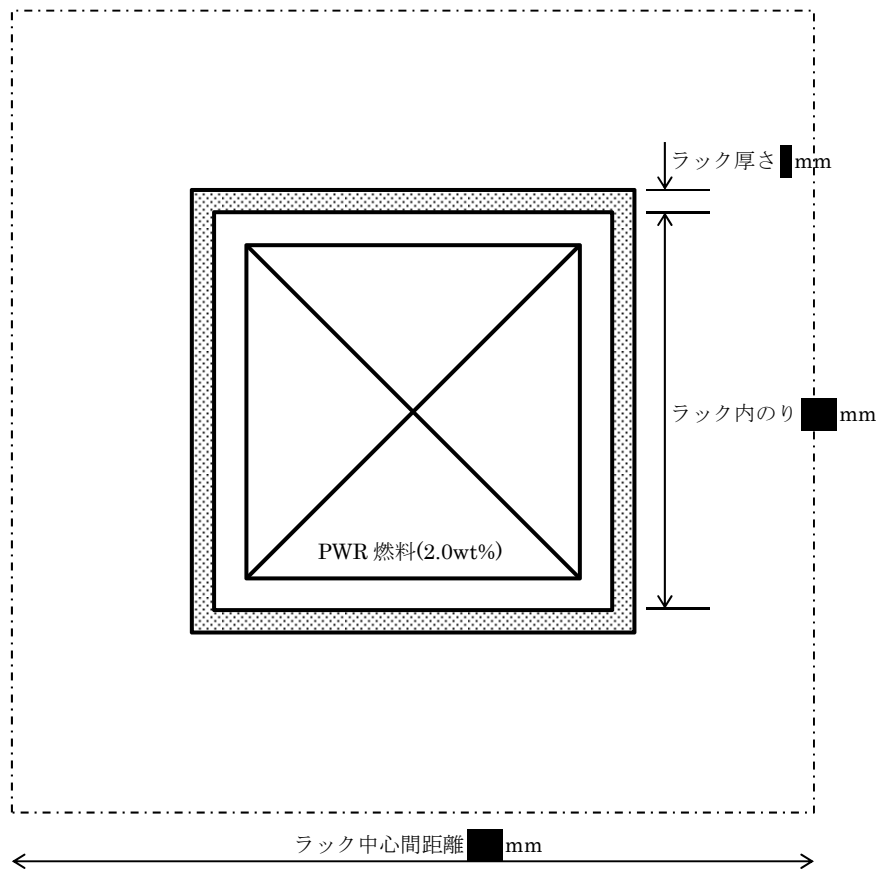
第 2.1-1 表 燃料貯蔵プール(PWR 燃料用)のラック仕様

	残留濃縮度 (wt%)	ラック 構成要素	材質	ラック 中心間距離 (mm)	ラック 厚さ (mm)	ラック 内のり (mm)
低残留濃縮度 PWR 燃料 貯蔵ラック	2.0	角管	SUS	■	■	■

■ : については商業機密の観点から公開できません。



第 2.1-1 図 燃料貯蔵プール(PWR 燃料用)の未臨界性評価の計算体系



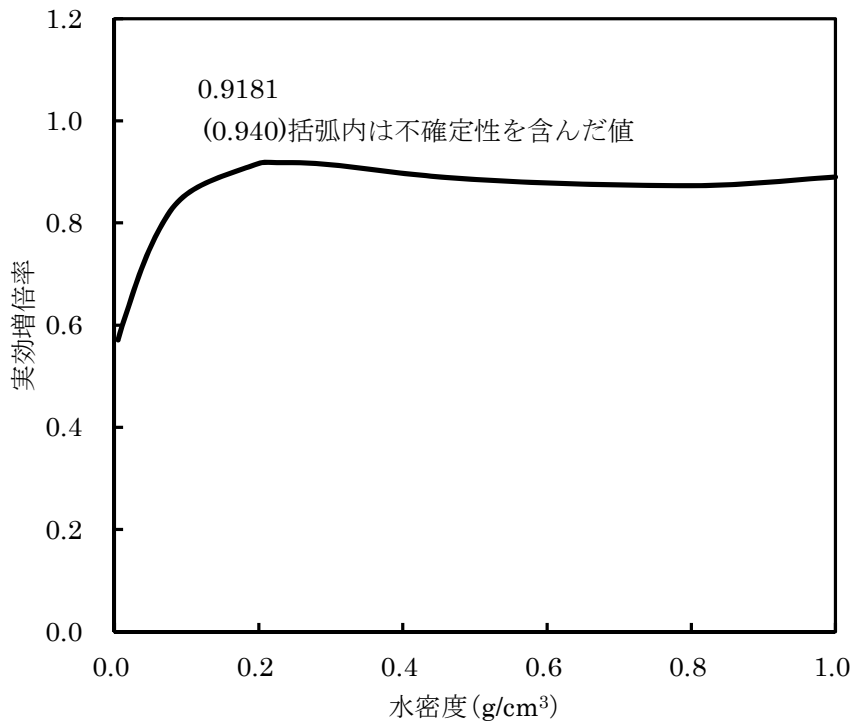
第 2.1-2 図 燃料貯蔵プール(PWR 燃料用)の未臨界性評価の計算体系  
(低残留濃縮度 PWR 燃料貯蔵ラック部拡大)

■ : については商業機密の観点から公開できません。

第 2.2-1 表 燃料貯蔵プール(PWR 燃料用)の臨界安全解析結果

	評価結果 (注)	評価基準
実効増倍率	0.940 (0.9181)	$\leq 0.95$

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。



第 2.2-1 図 実効増倍率と水密度の関係  
(燃料貯蔵プール(PWR 燃料用))



第 2.3-1 表 燃料仮置きピットの臨界安全解析結果

	評価結果 <sup>(注)</sup>	評価基準
実効増倍率	0.911 (0.8965)	≤0.95

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。

第 2.3-2 表 燃料貯蔵プール(BWR 燃料用)の臨界安全解析結果

	評価結果 <sup>(注)</sup>	評価基準
実効増倍率	0.900 (0.883)	≤0.95

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。

第 2.3-3 表 燃料貯蔵プール(BWR 燃料用及び PWR 燃料用)の臨界安全解析結果

	評価結果 <sup>(注)</sup>	評価基準
実効増倍率	0.940 (0.9155)	≤0.95

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。

第 2.3-4 表 燃料送出しピットに PWR 燃料用バスケットを配置した場合の臨界安全解析結果

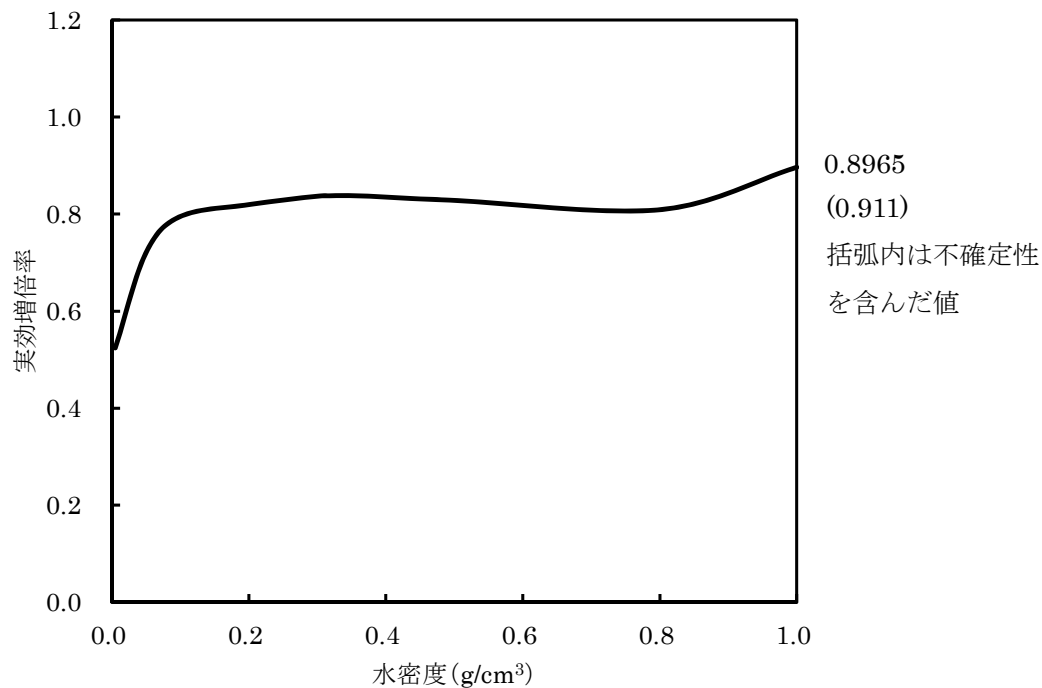
	評価結果 <sup>(注)</sup>	評価基準
実効増倍率	0.929 (0.9050)	≤0.95

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。

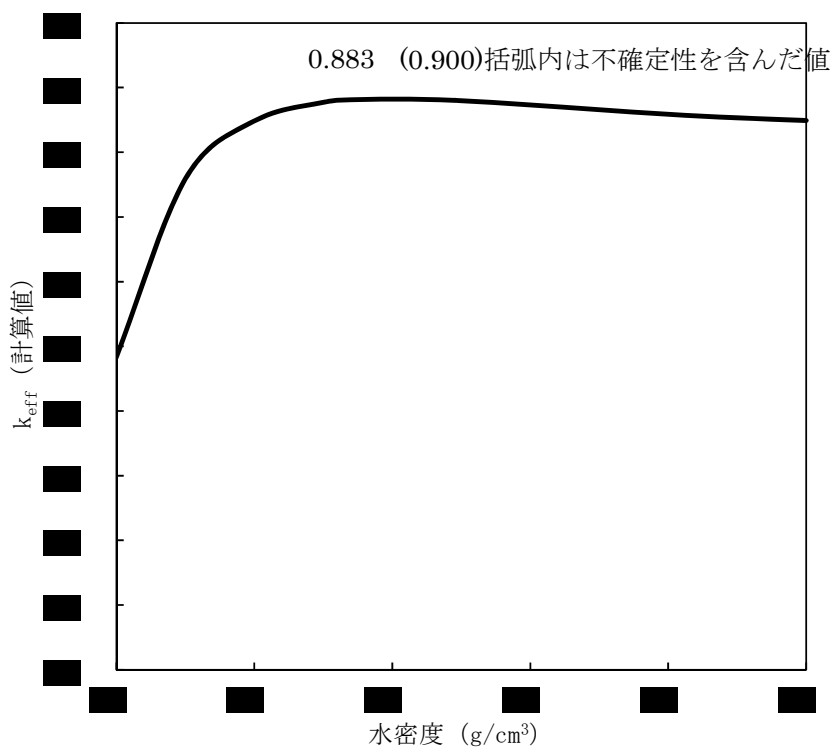
第 2.3-5 表 燃料送出しピットに BWR 燃料用バスケットを配置した場合の臨界安全解析結果

	評価結果 <sup>(注)</sup>	評価基準
実効増倍率	0.908 (0.886)	≤0.95

(注) 不確定性を含む。( )内は不確定性を含まない値。

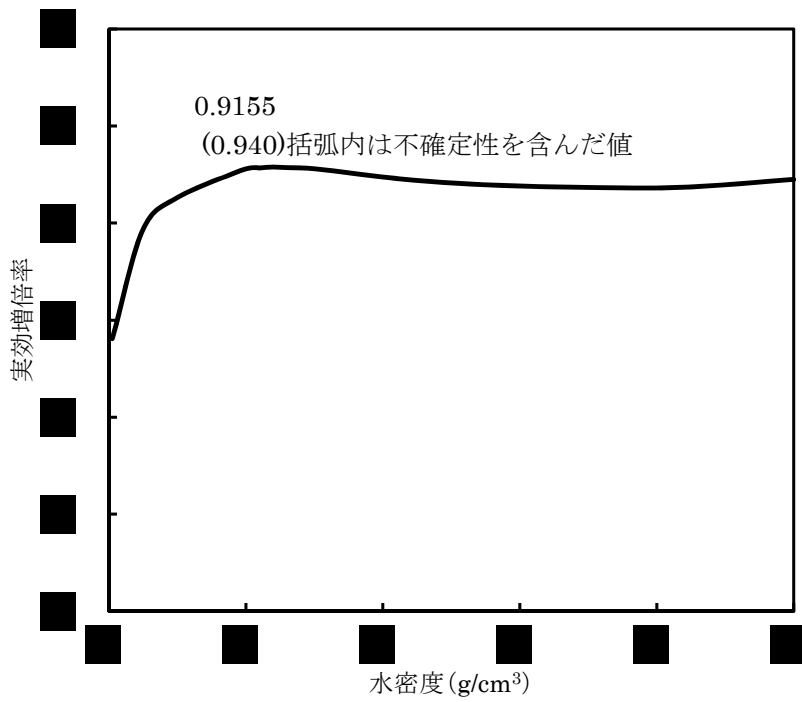


第 2.3-1 図 実効増倍率と水密度の関係 (燃料仮置きピット)

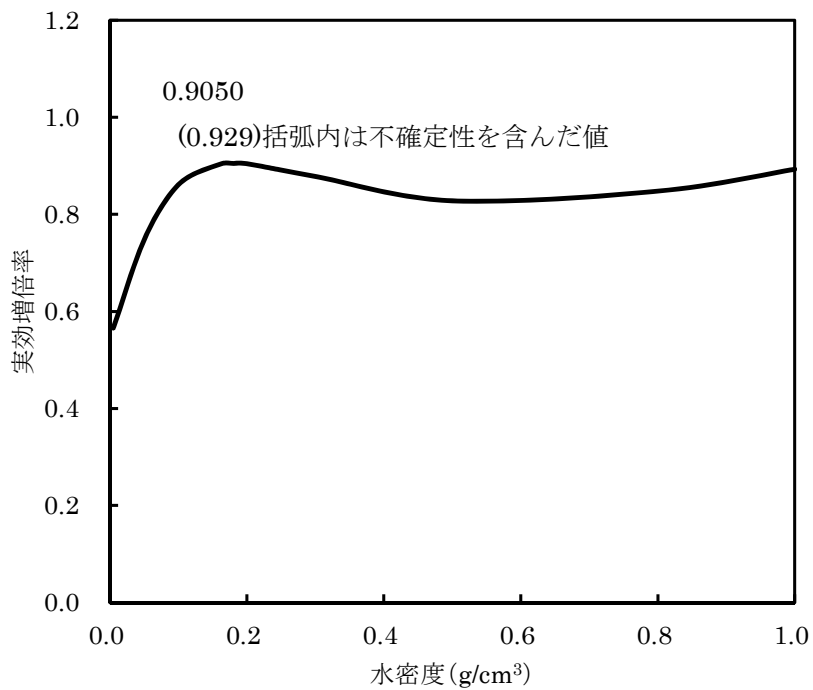


第 2.3-2 図 実効増倍率と水密度の関係 (燃料貯蔵プール(BWR 燃料用))

■ : については商業機密の観点から公開できません。

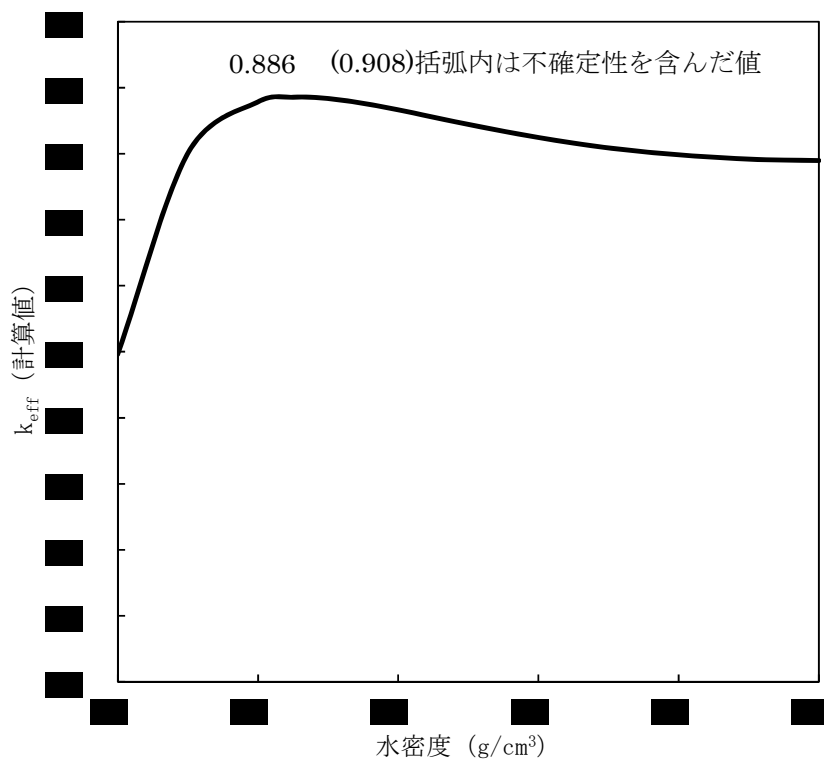


第 2.3-3 図 実効増倍率と水密度の関係 (燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用))



第 2.3-4 図 実効増倍率と水密度の関係  
(燃料送出しピットに PWR 燃料用バスケットを配置した場合)

■ : については商業機密の観点から公開できません。



第 2.3-5 図 実効増倍率と水密度の関係  
(燃料送出しピットに BWR 燃料用バスケットを配置した場合)

■ : については商業機密の観点から公開できません。

補足説明資料 11－10

## 燃料貯蔵プール等の監視について

### 1. 通常時の監視項目の概要

通常時における燃料貯蔵プール等に関連するパラメータの監視についての概要を下表に示す。

第1表 通常時における燃料貯蔵プール等に関連するパラメータの監視項目

項目	監視対象	監視方法	確認頻度	異常発生に伴う警報確認	備考
燃料貯蔵プール水位	・燃料貯蔵プール水位	パラメータ確認	1回/時間	・水位高/低の警報発報時 (燃料貯蔵プール水位)	燃料貯蔵プール出口配管水位低によるポンプ停止インターロックあり
燃料貯蔵プール温度	・燃料貯蔵プール温度	パラメータ確認	1回/時間	・温度高の警報発報時 (燃料貯蔵プール温度)	
プール水冷却系の運転状態	・プール水冷却系ポンプ ・プール水冷却系ポンプ出口流量 ・安全系監視制御盤 ・460V 非常用母線	パラメータ確認 現場状態確認	1回/日	・系統故障警報等の発生時	
安全冷却水系の運転状態	・冷却水循環ポンプ ・冷却水循環ポンプ出口流量 ・膨張槽水位 ・冷却塔 ・安全系監視制御盤 ・6.9kV 非常用母線	パラメータ確認 現場状態確認	1回/日	・系統故障警報等の発生時	・膨張槽水位低、膨張槽出口配管水位低またはポンプ入口圧力低によるポンプ停止インターロックあり
補給水設備の運転状態	・補給水設備ポンプ ・補給水槽水位 ・460V 非常用母線 ・安全系監視制御盤	パラメータ確認 現場状態確認	1回/日	・系統故障警報等の発生時	・補給水槽水位低によるポンプ停止インターロックあり
燃料貯蔵プール等からの漏えいの有無	・燃料貯蔵プール等の漏えい検知計器	現場状態確認	1回/日	・燃料貯蔵プール等の漏えい検知の警報発報時	
燃料貯蔵エリアの線量率	・γ線エリアモニタ	パラメータ確認	1回/直	・γ線エリアモニタ高警報の発報時	

令和2年1月22日 R0

## 補足説明資料 11－12

## 図リスト

第1図 系統概要図

第2図～第5図 アクセスルート

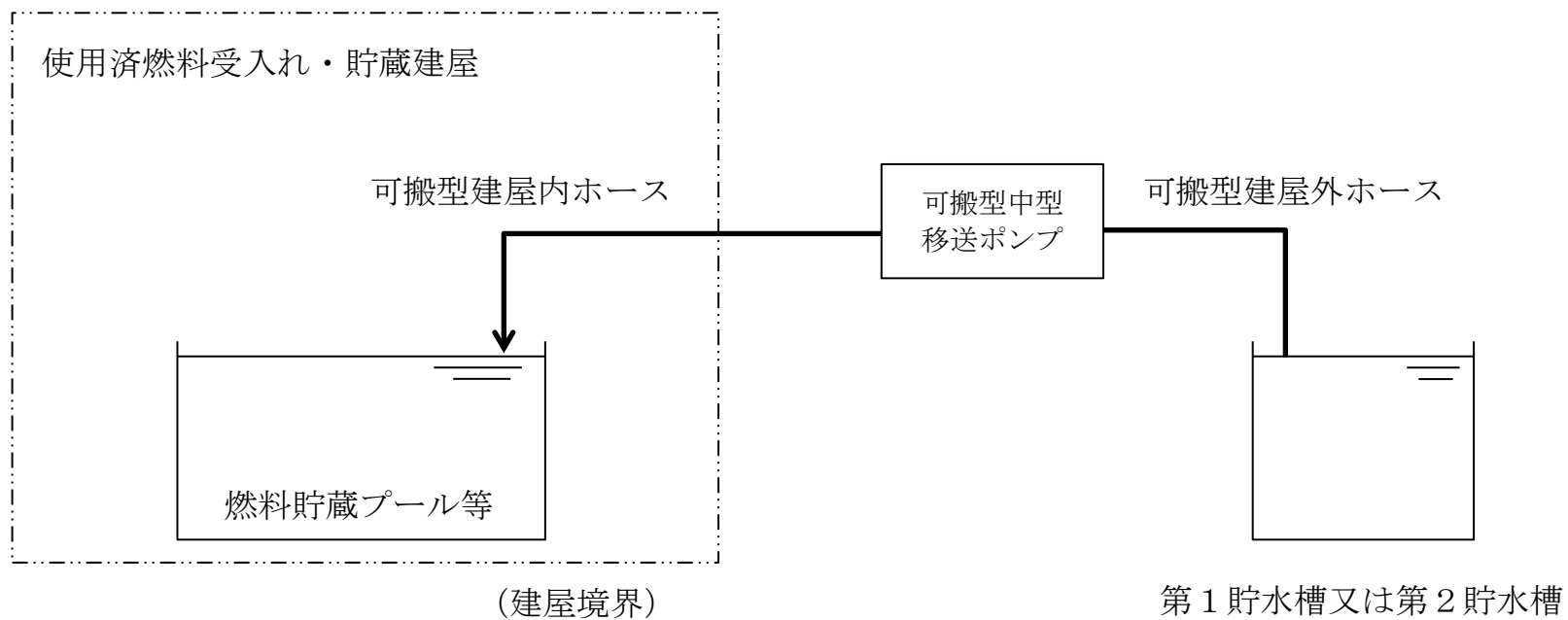
第6図～第13図 建屋内ホース等敷設ルート図

第14図～第19図 溢水ハザードマップ

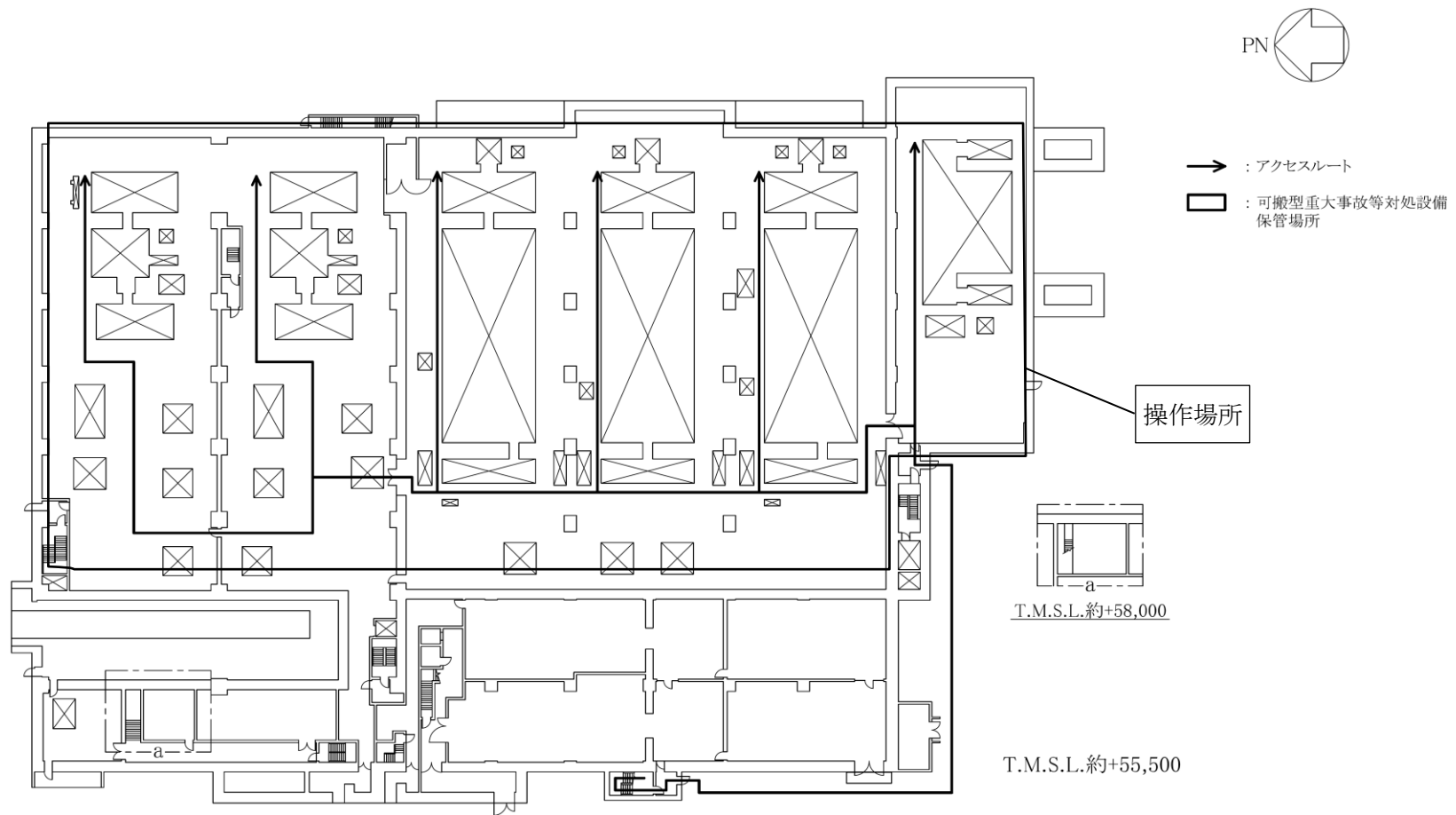
第20図～第25図 化学薬品ハザードマップ

第26図～第37図 火災ハザードマップ

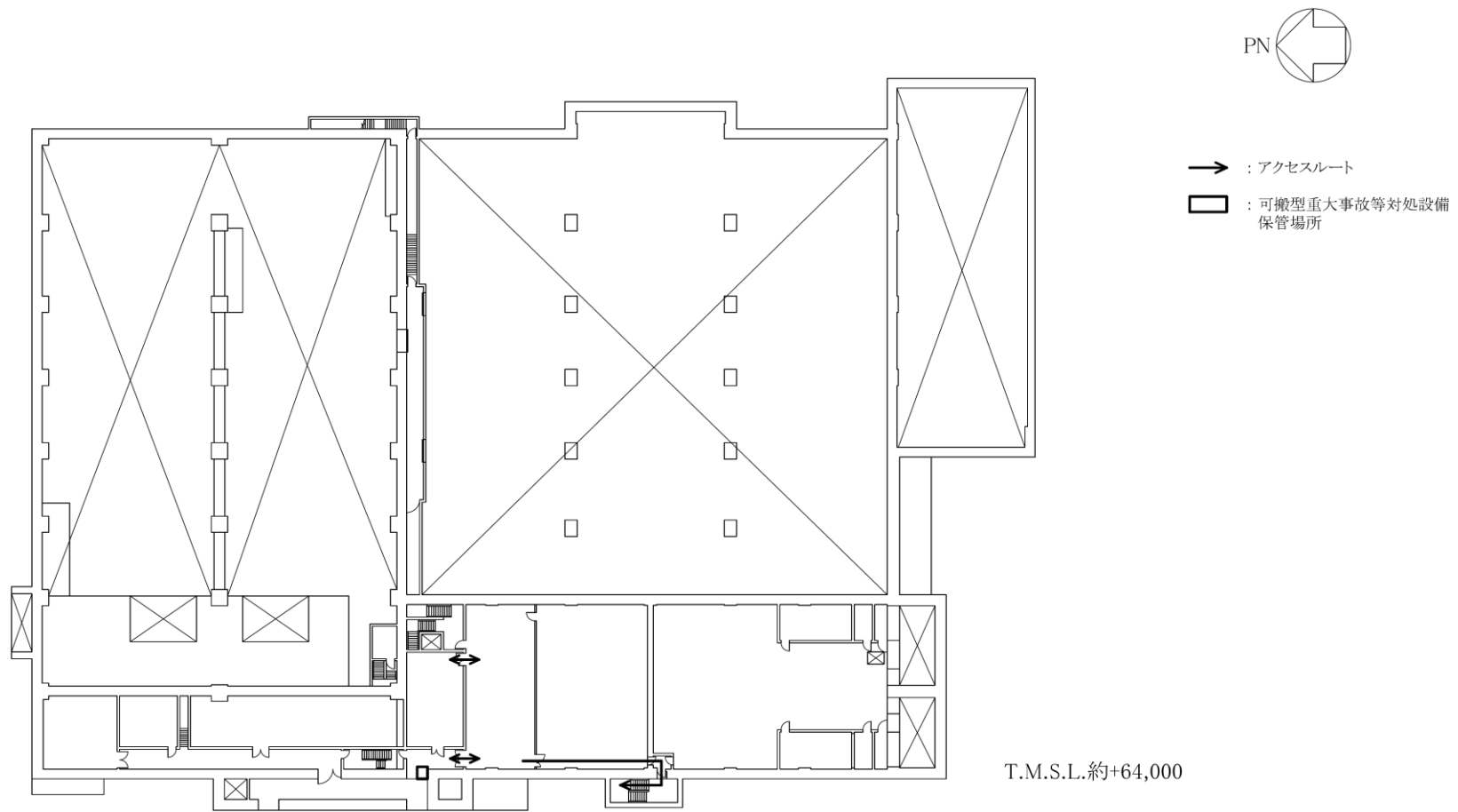




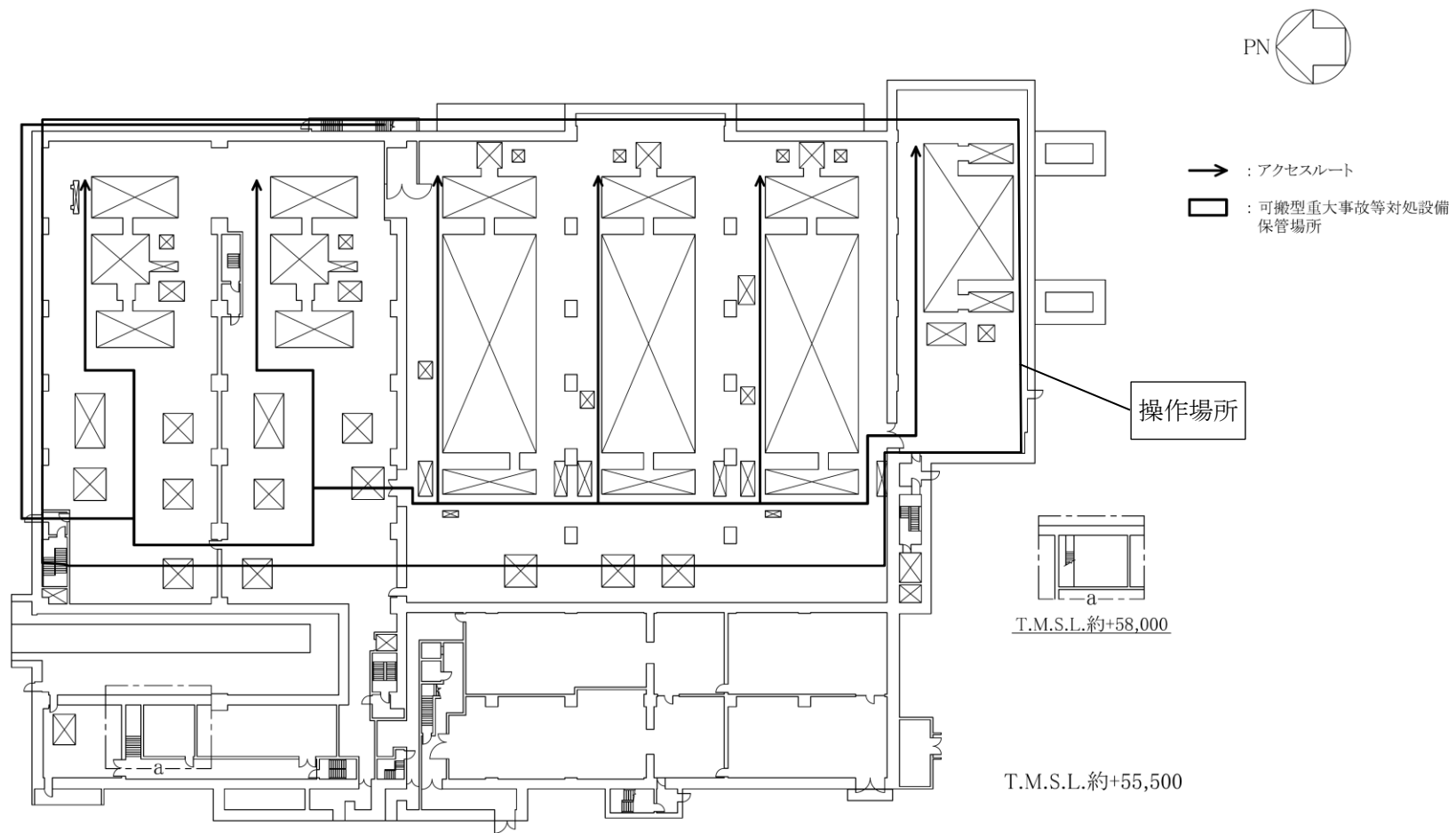
第1図 代替補給水設備(注水)による注水 系統概要図



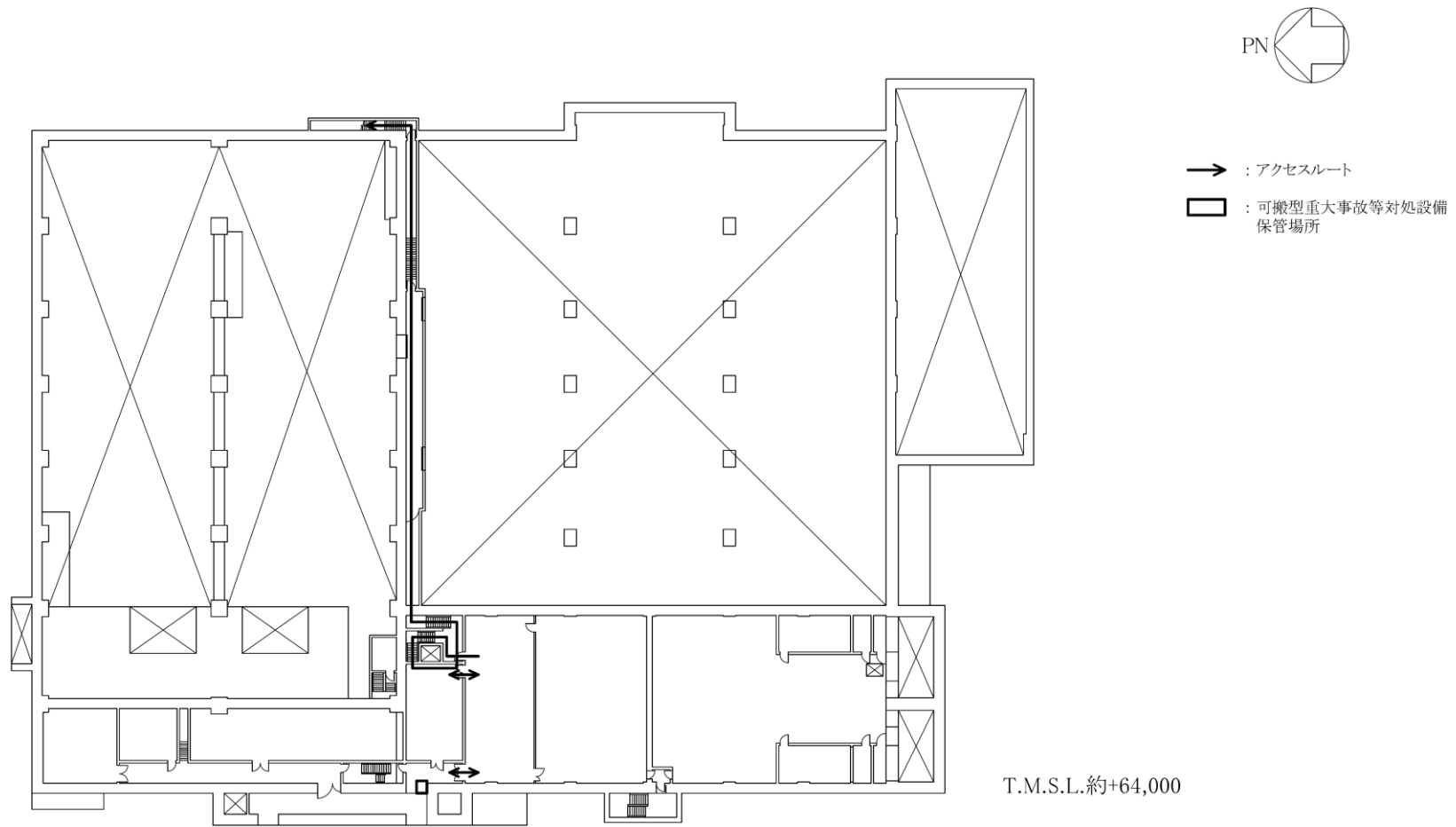
第2図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」のアクセスルート 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（南ルート）（地上1階）



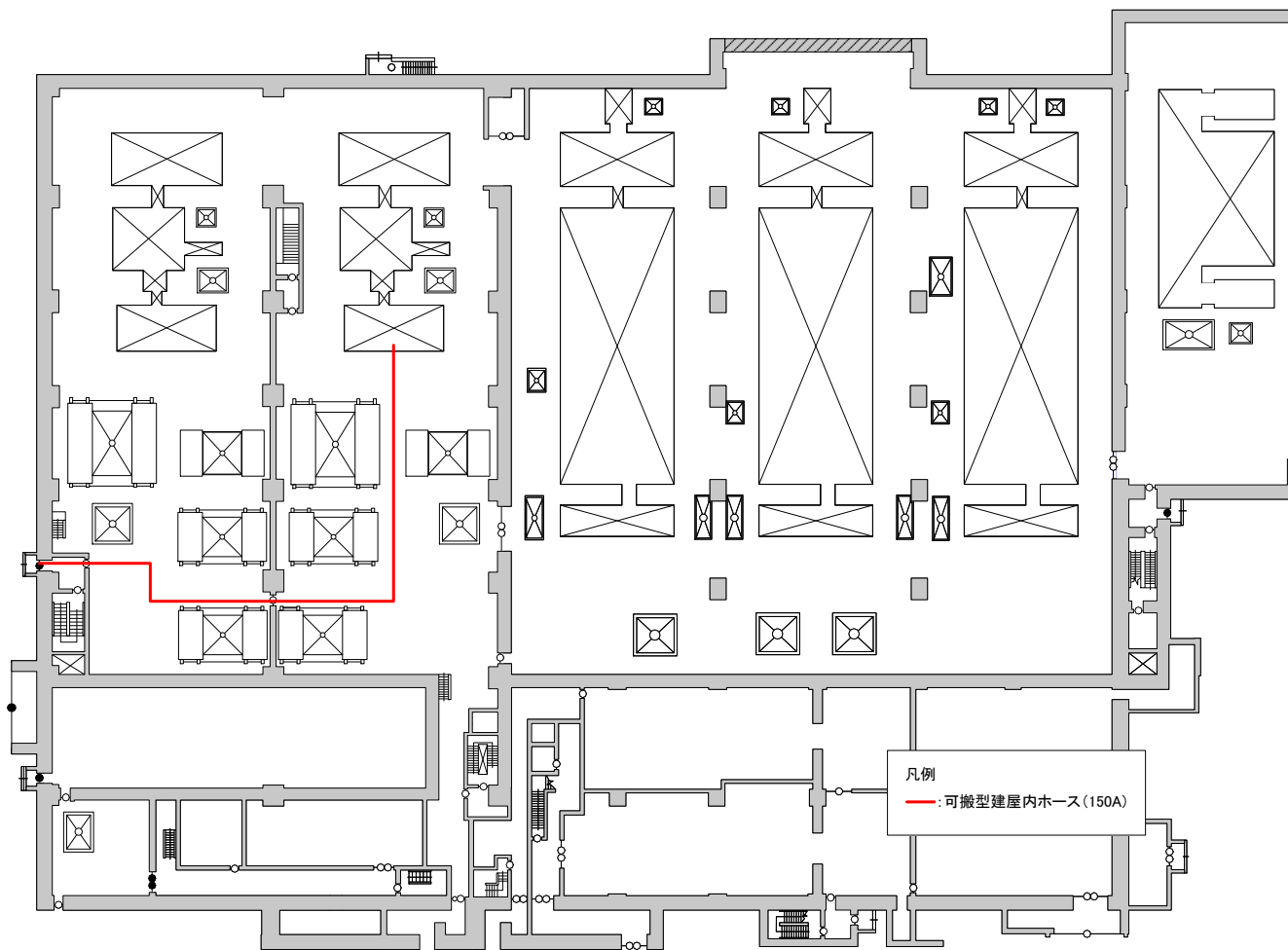
第3図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」のアクセスルート 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（南ルート）（地上2階）



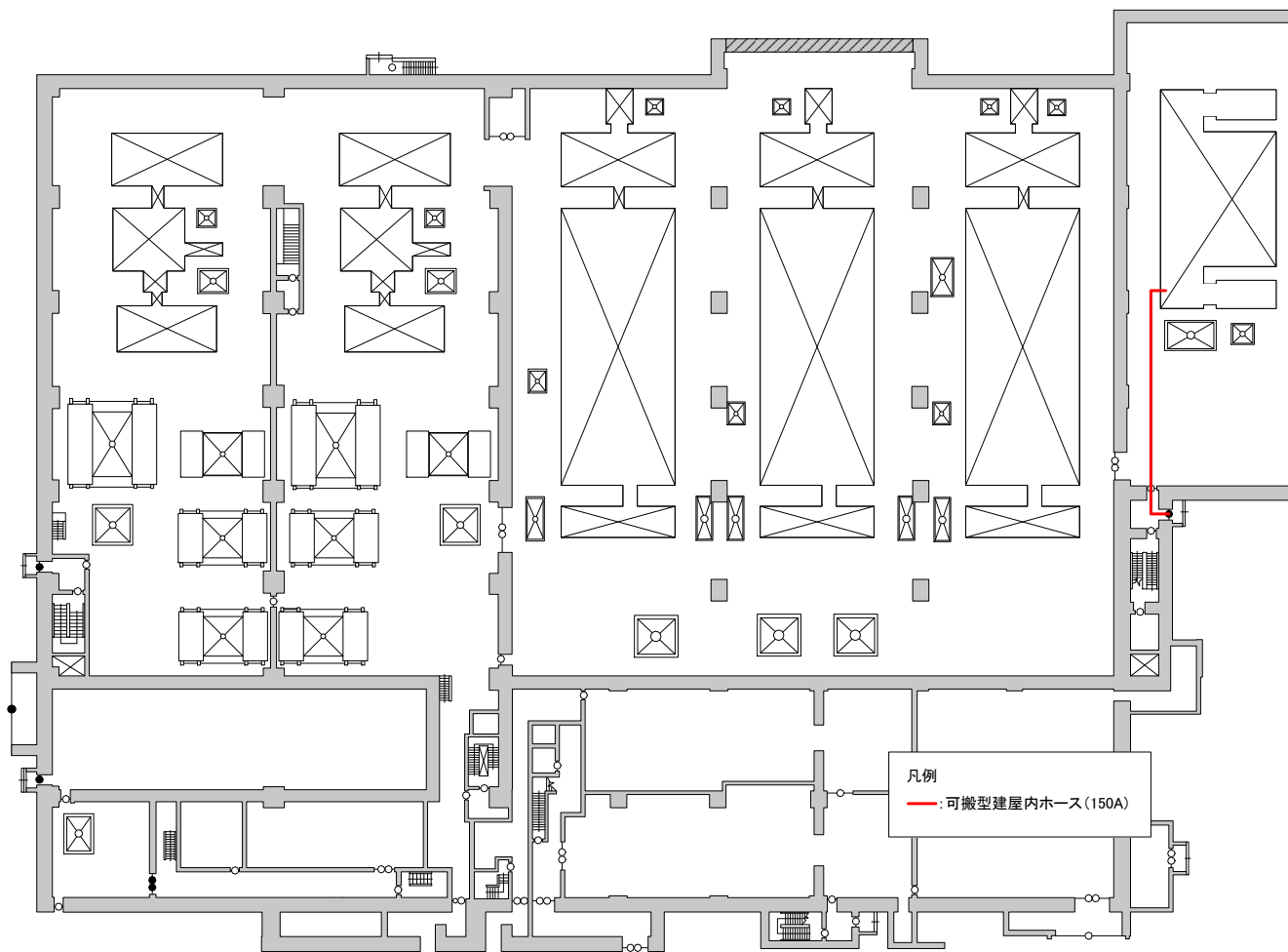
第4図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」のアクセスルート 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（北ルート）（地上1階）



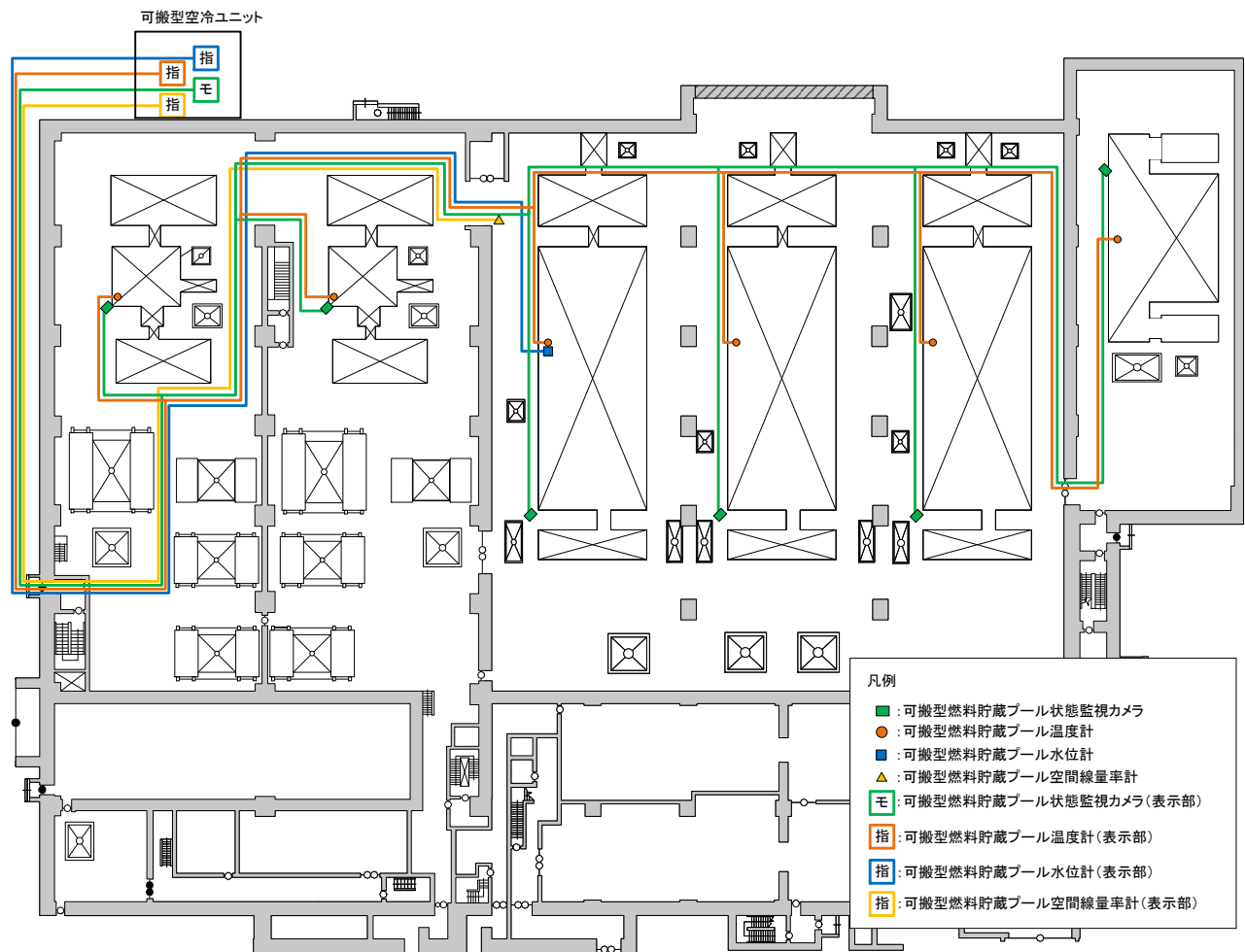
第5図 「燃料貯蔵プール等の冷却等の機能喪失」のアクセスルート 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（北ルート）（地上2階）



第6図 可搬型補給水設備（注水）の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（北ルート）

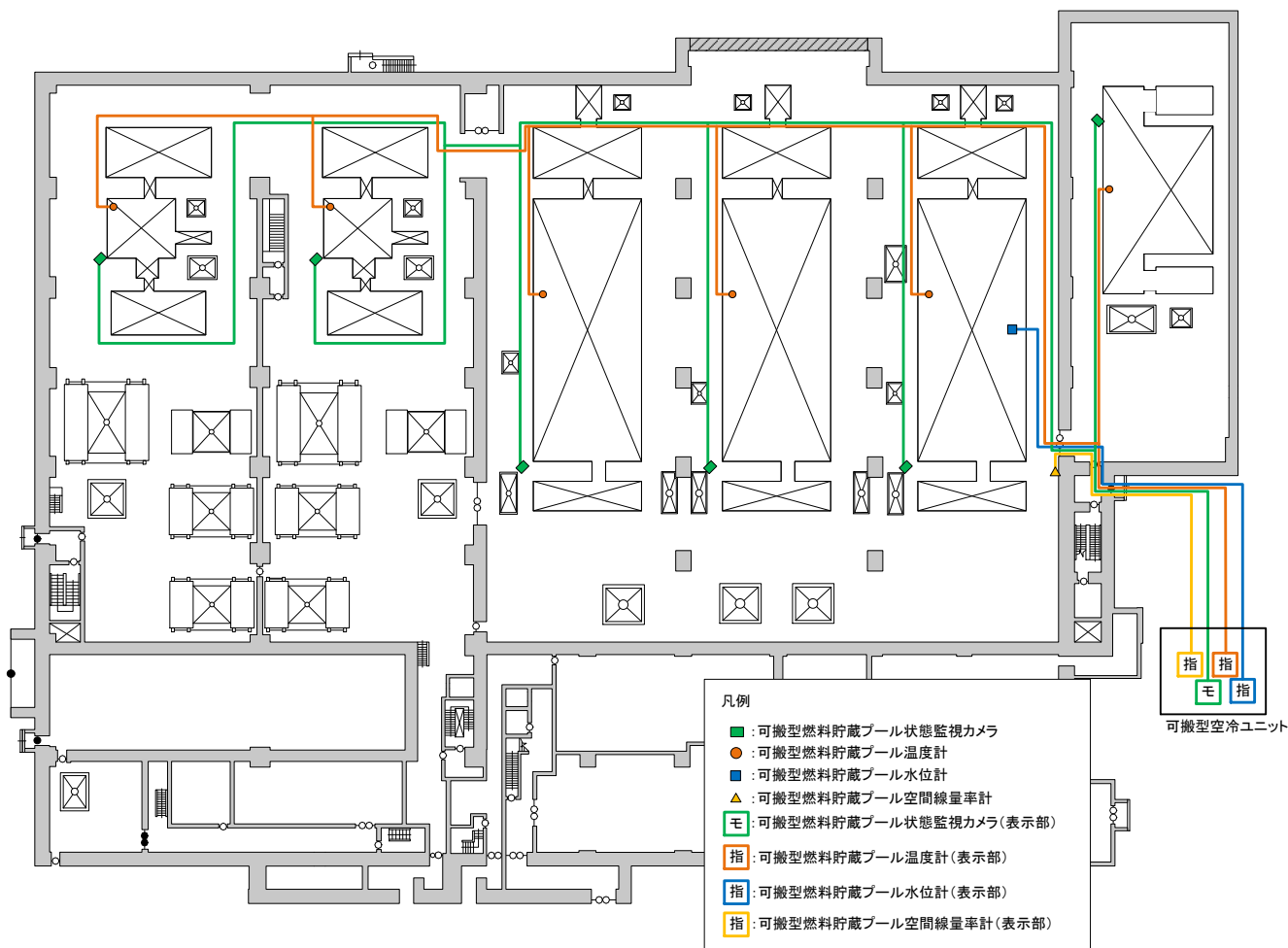


第7図 可搬型補給水設備（注水）の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（南ルート）

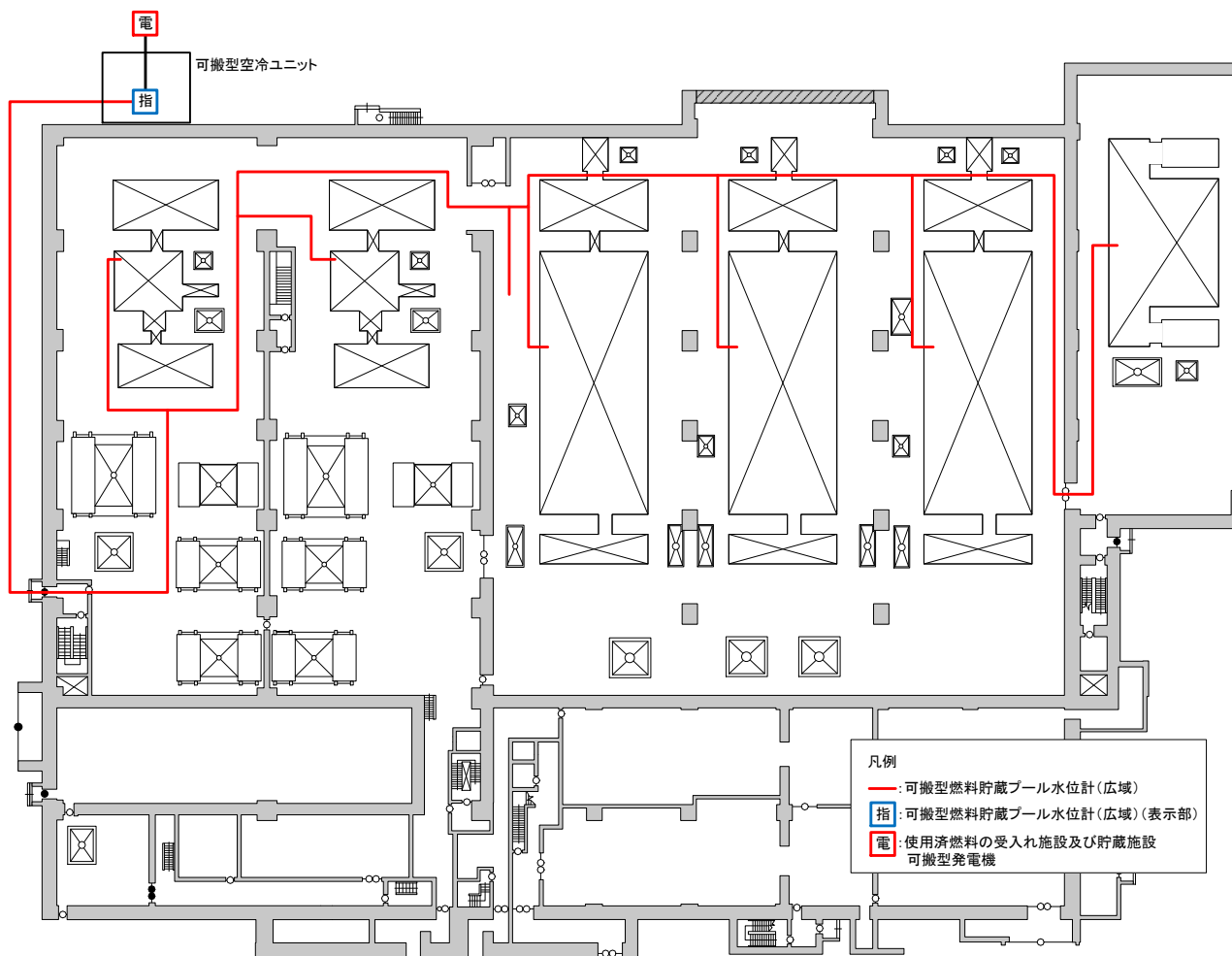


第8図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（北ルート）  
（水位計，温度計，状態監視カメラ及び空間線量率計）

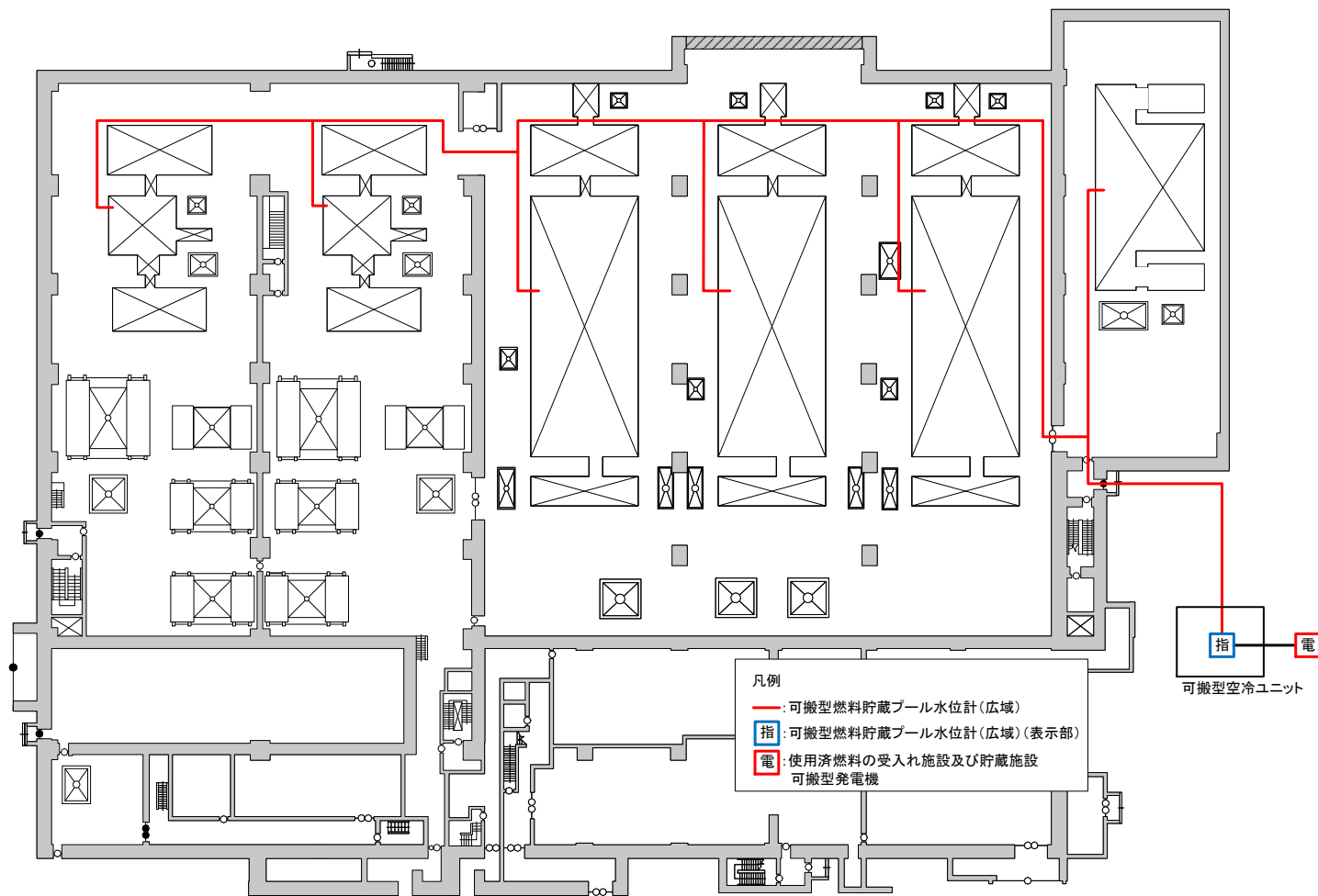




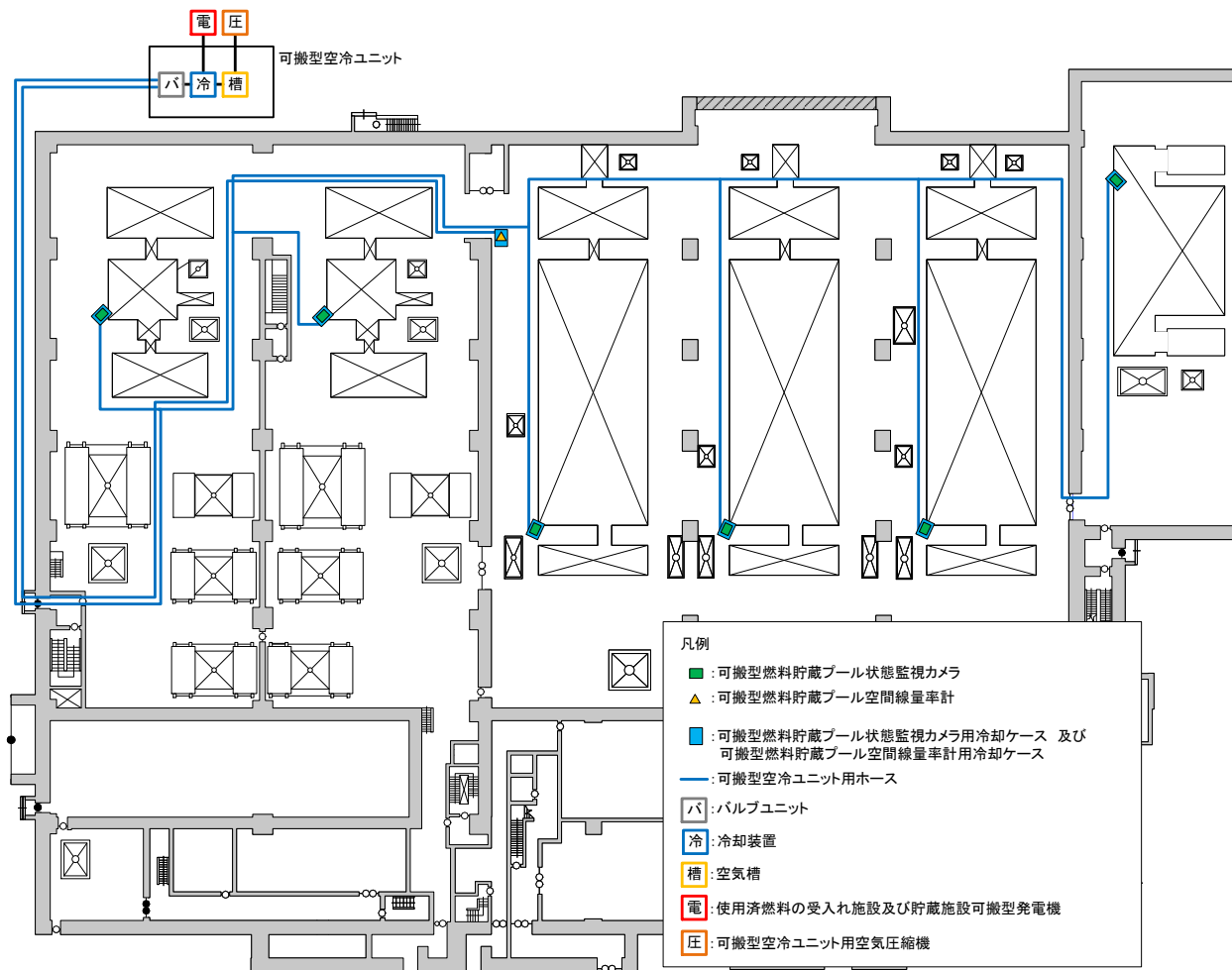
第9図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（南ルート）  
（水位計，温度計，状態監視カメラ及び空間線量率計）



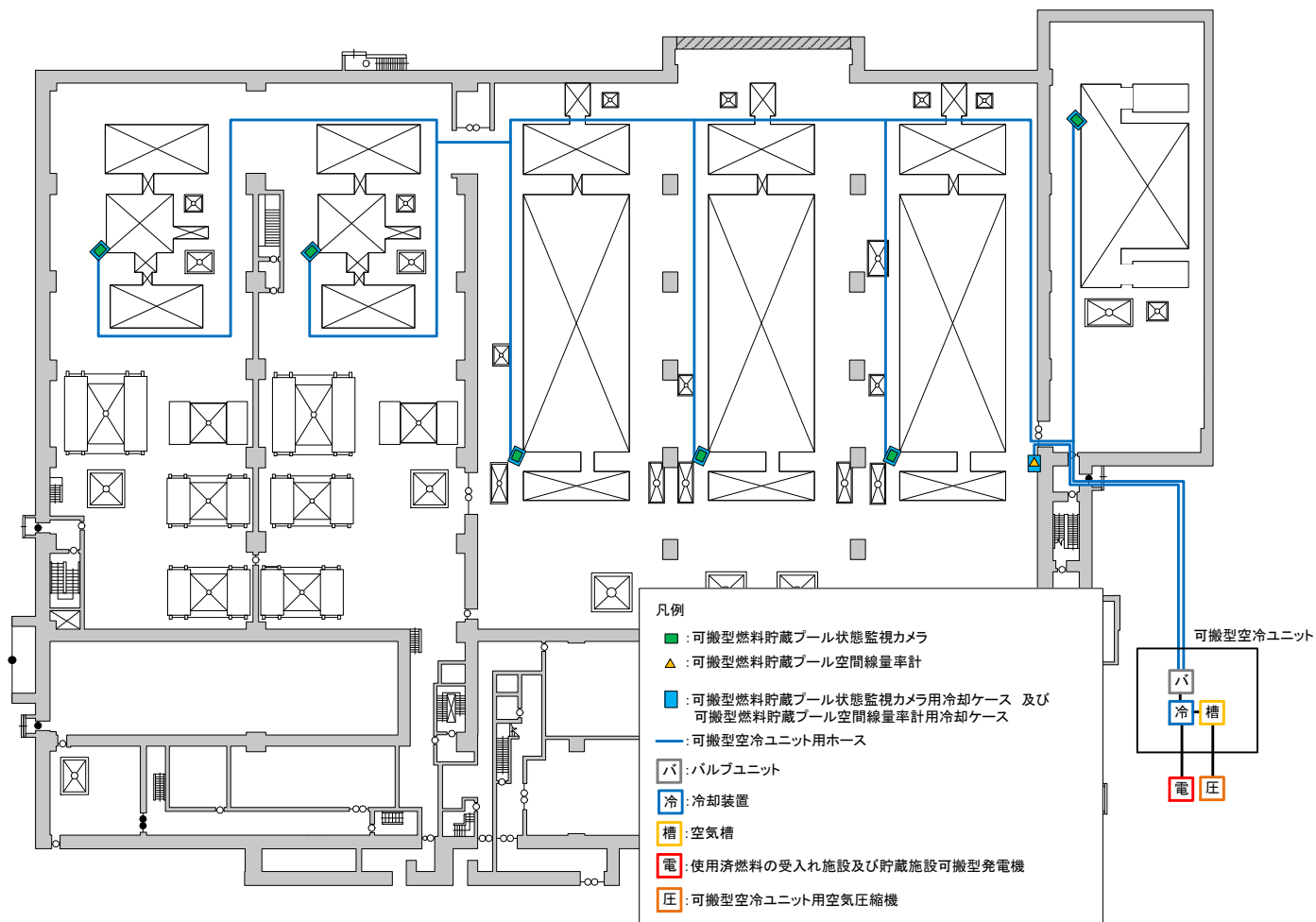
第10図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（北ルート）  
（水位計（広域））



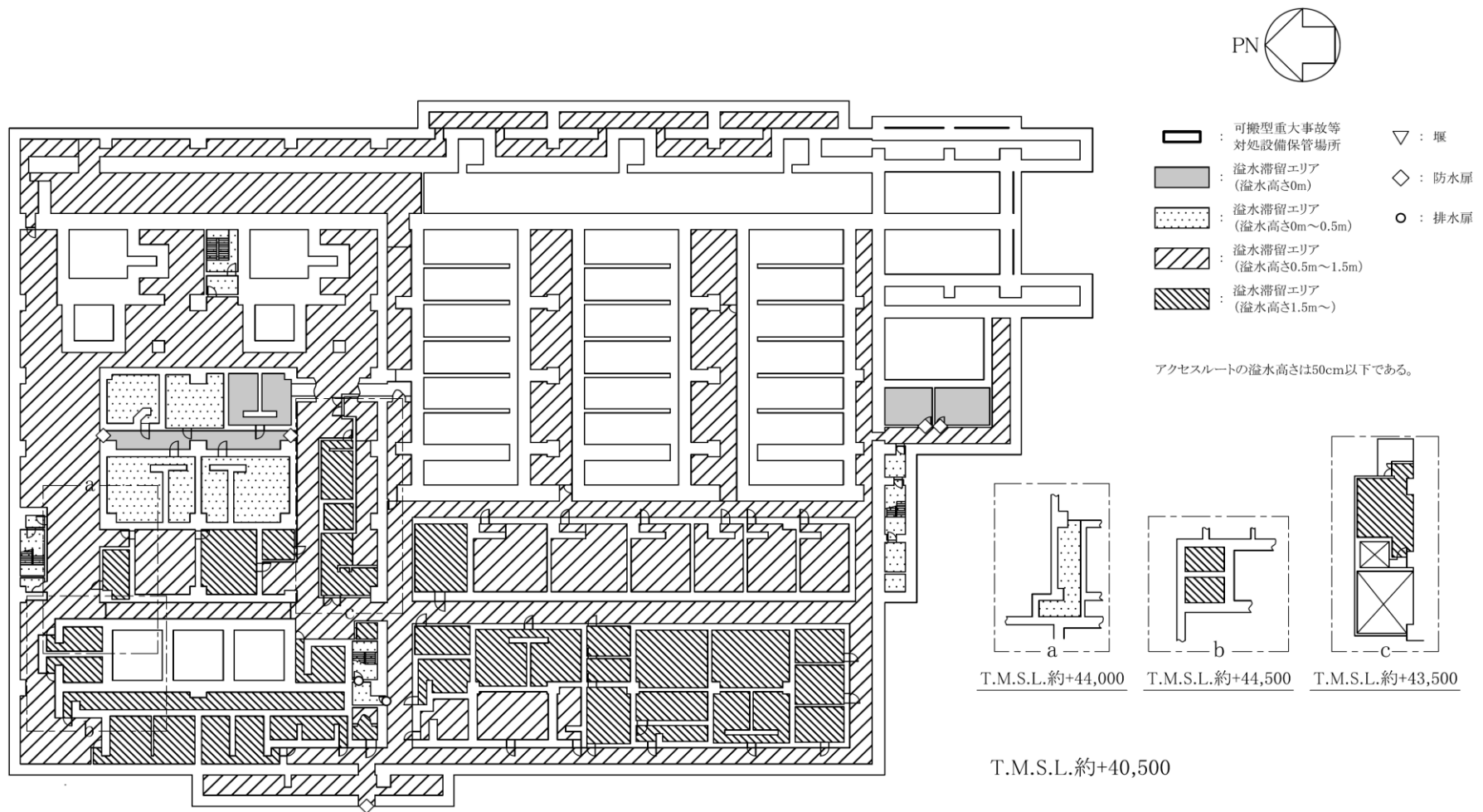
第 11 図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（南ルート）  
（水位計（広域））



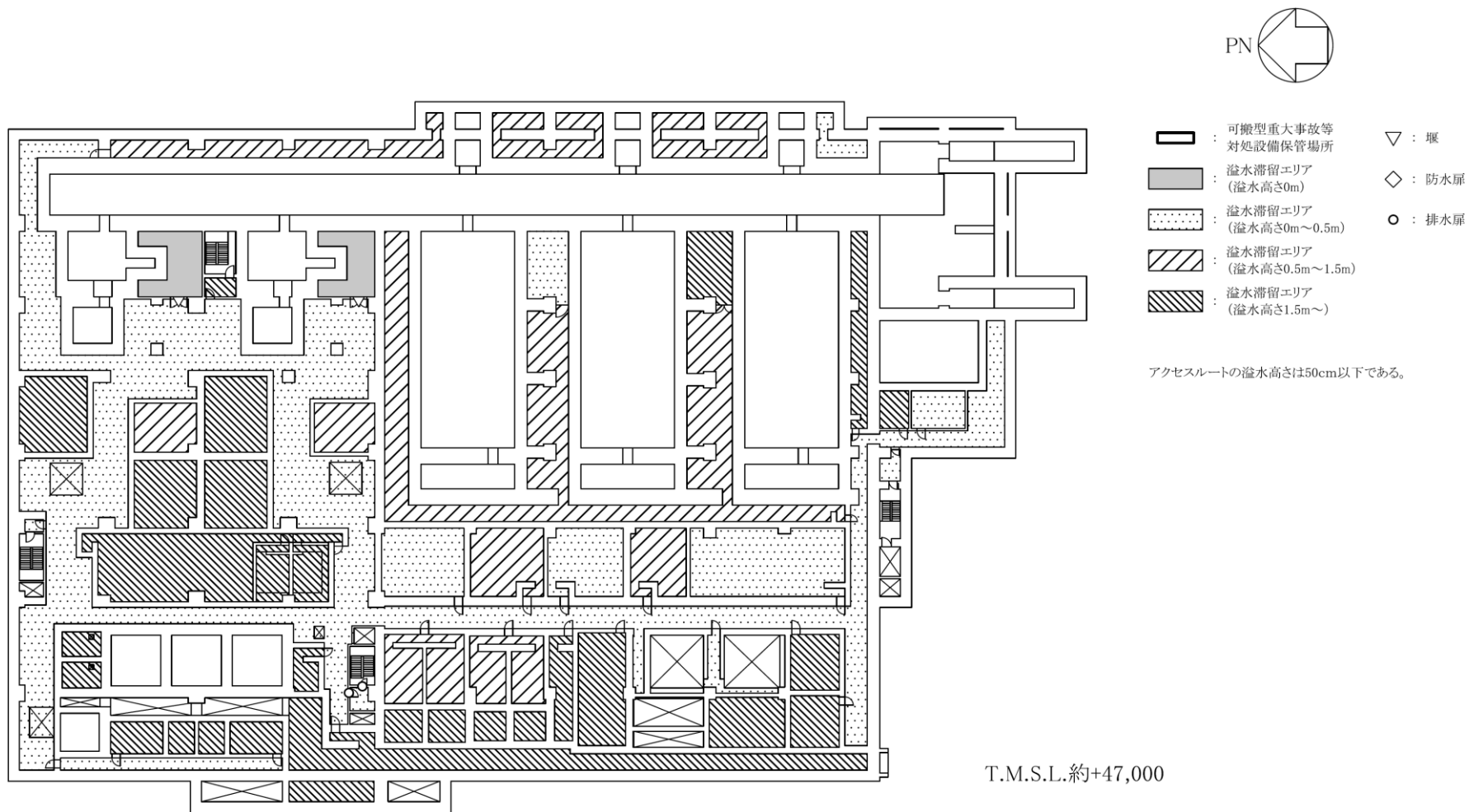
第 12 図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（北ルート）  
（可搬型空冷ユニット等）



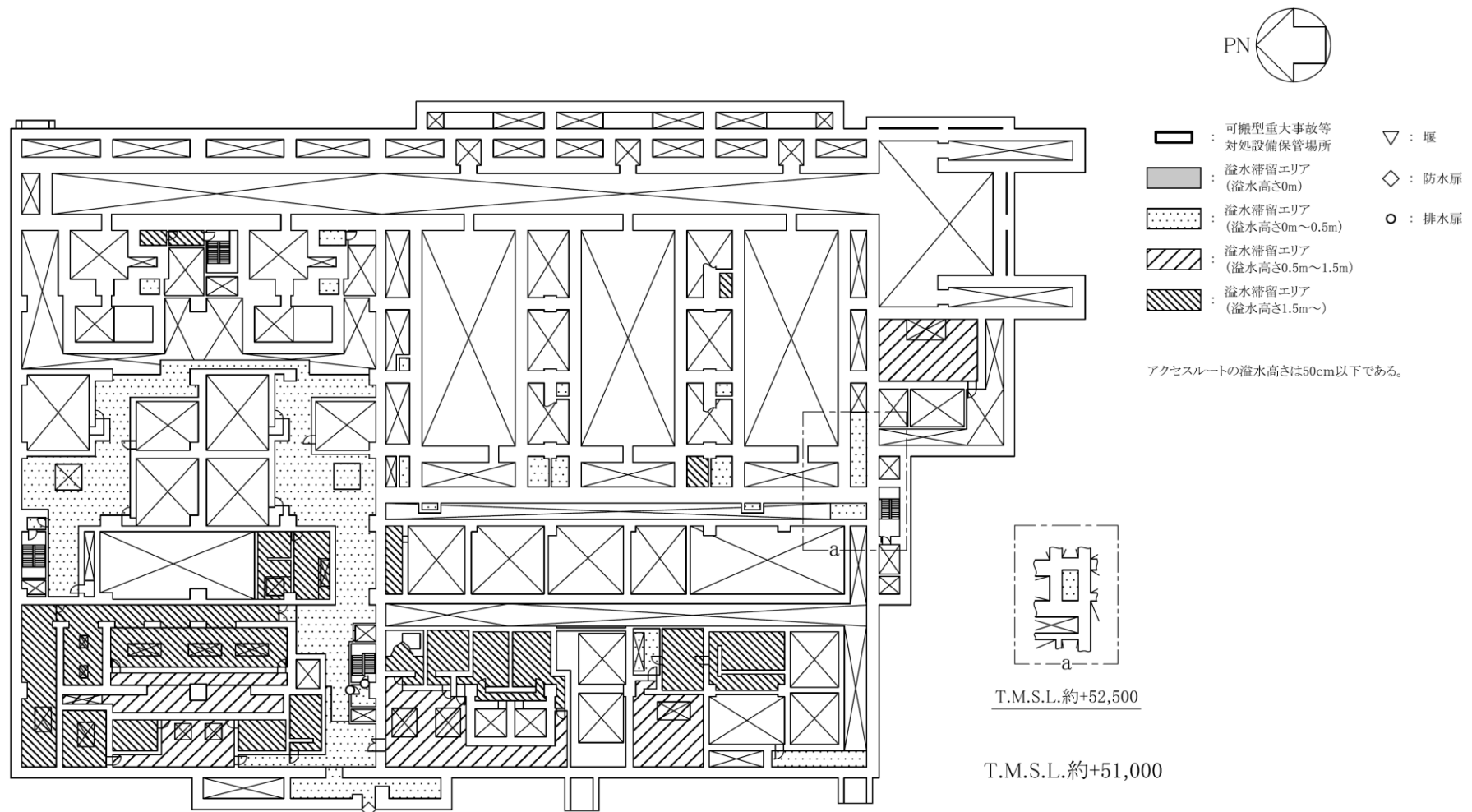
第 13 図 燃料貯蔵プール等の監視に用いる設備の使用済燃料受入れ・貯蔵建屋内配置図（南ルート）  
（可搬型空冷ユニット等）



第14図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下3階）

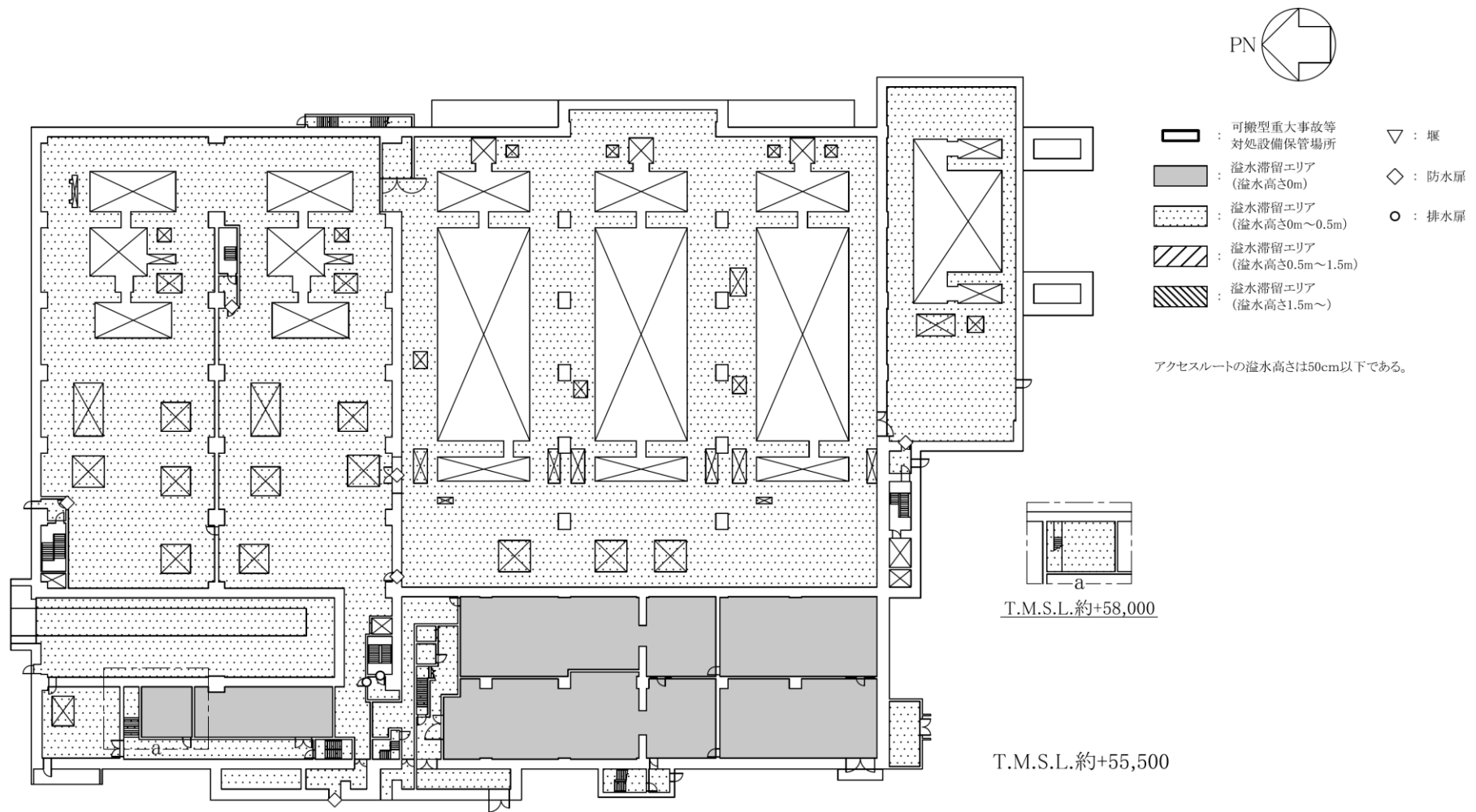


第15図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下2階）

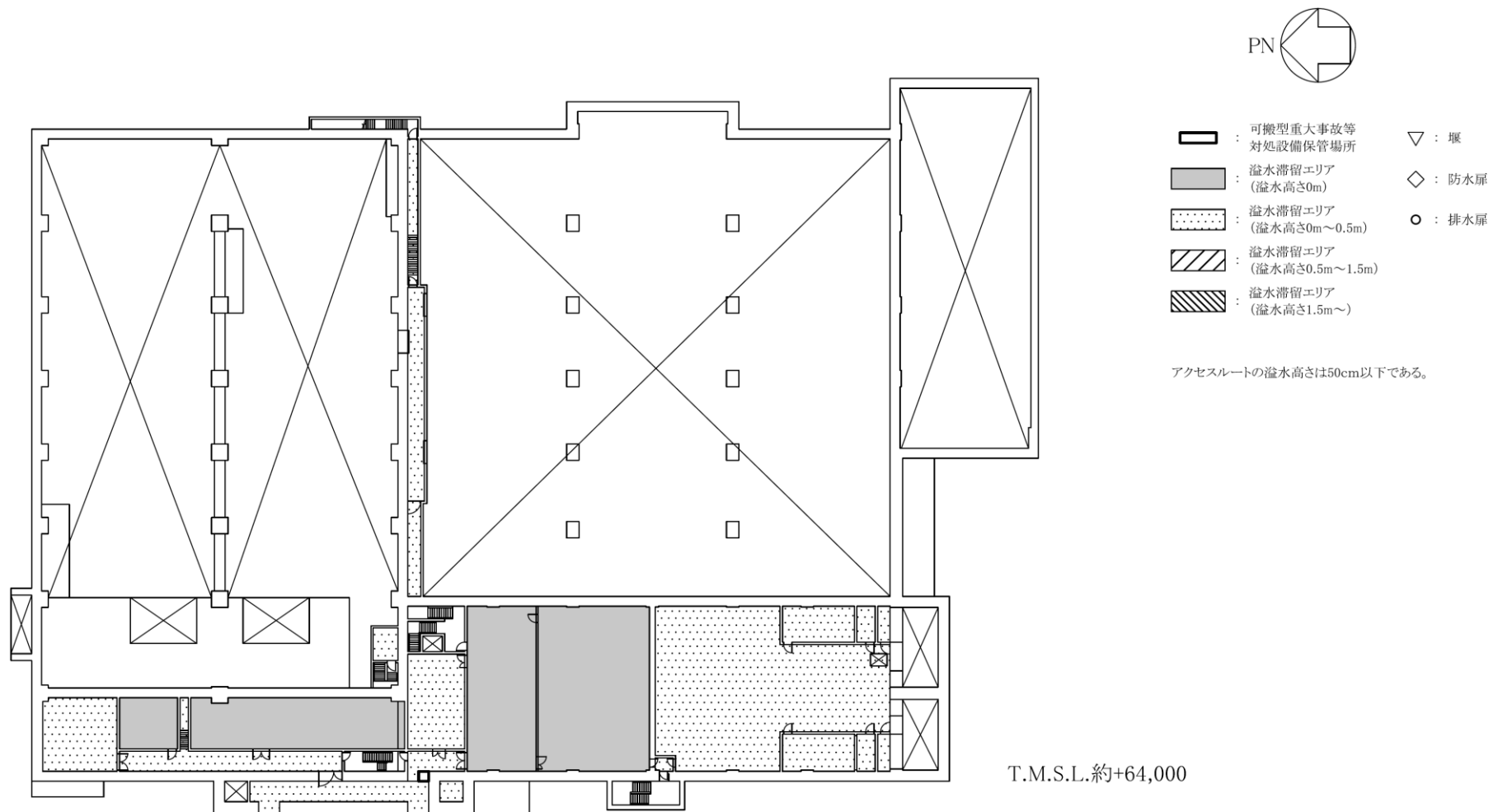


第16図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下1階）

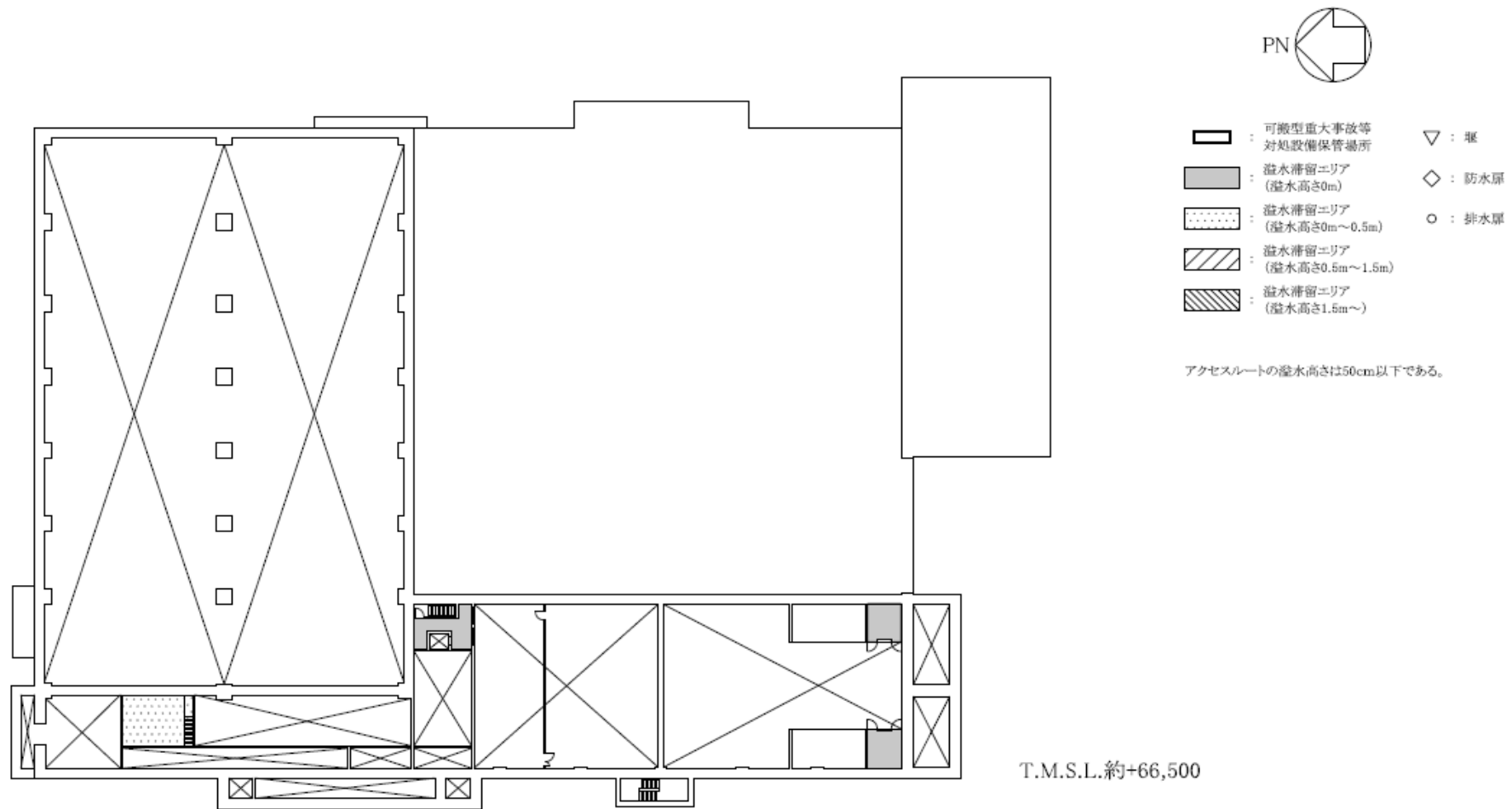




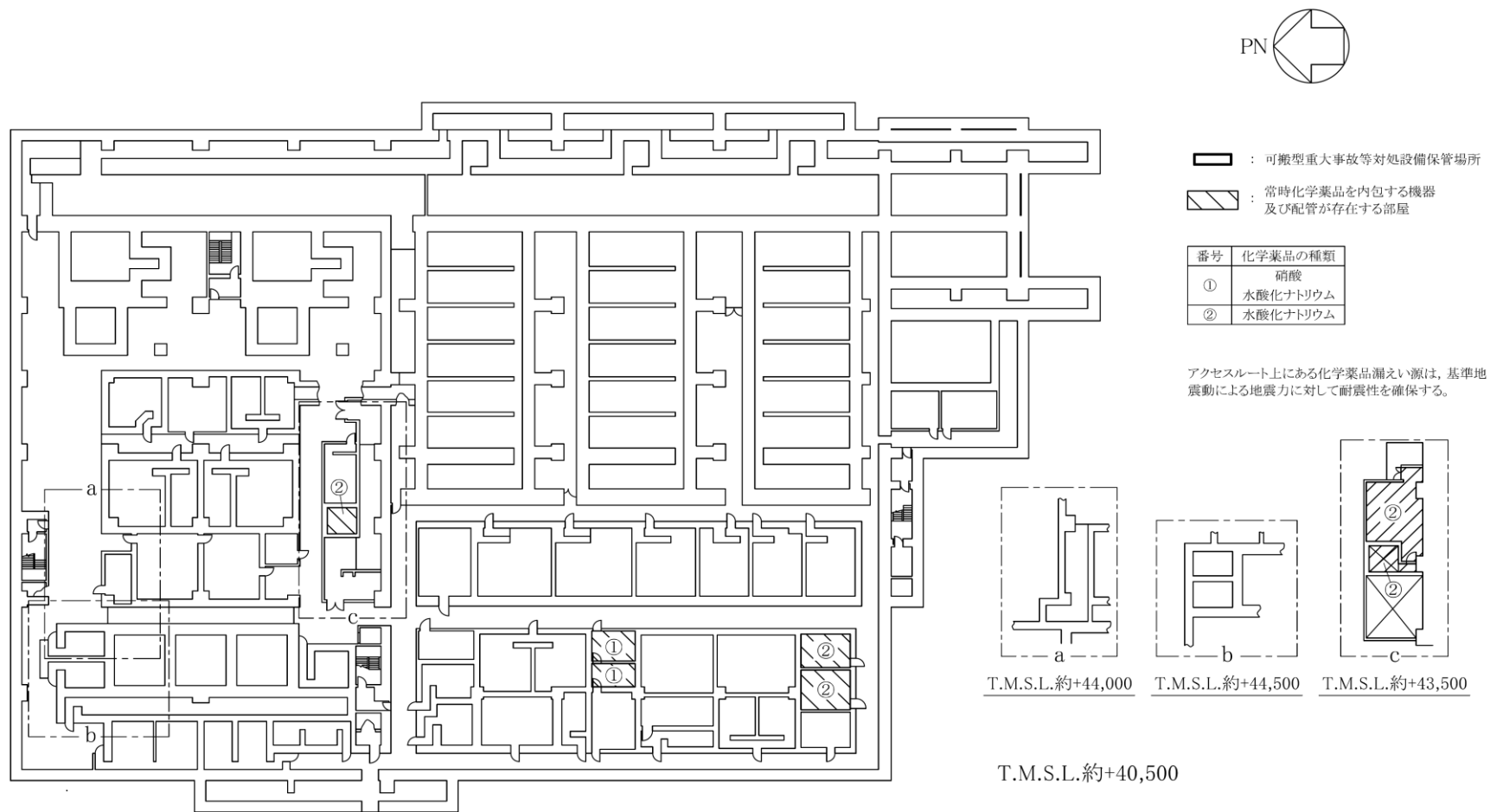
第17図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上1階）



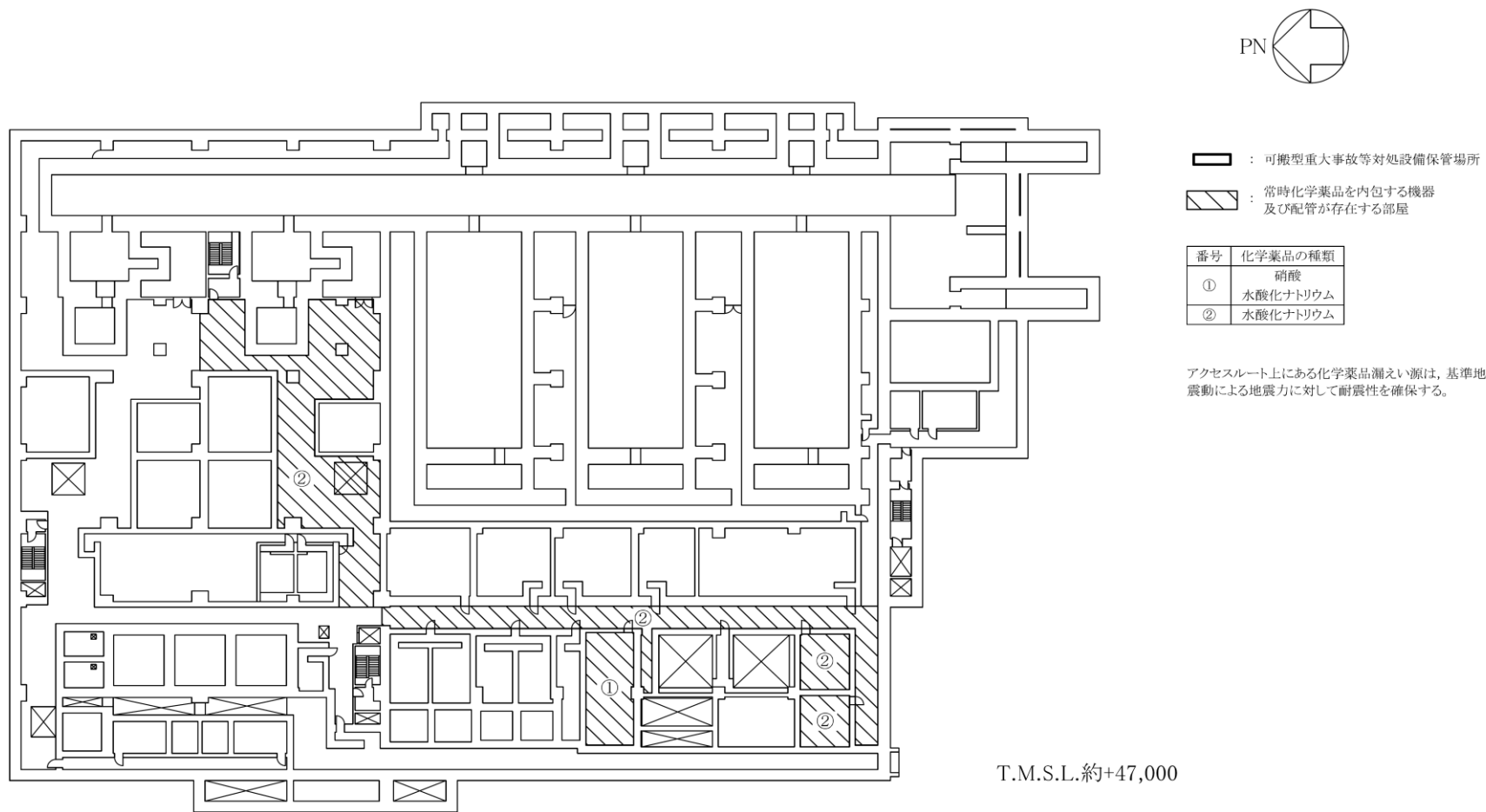
第18図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上2階）



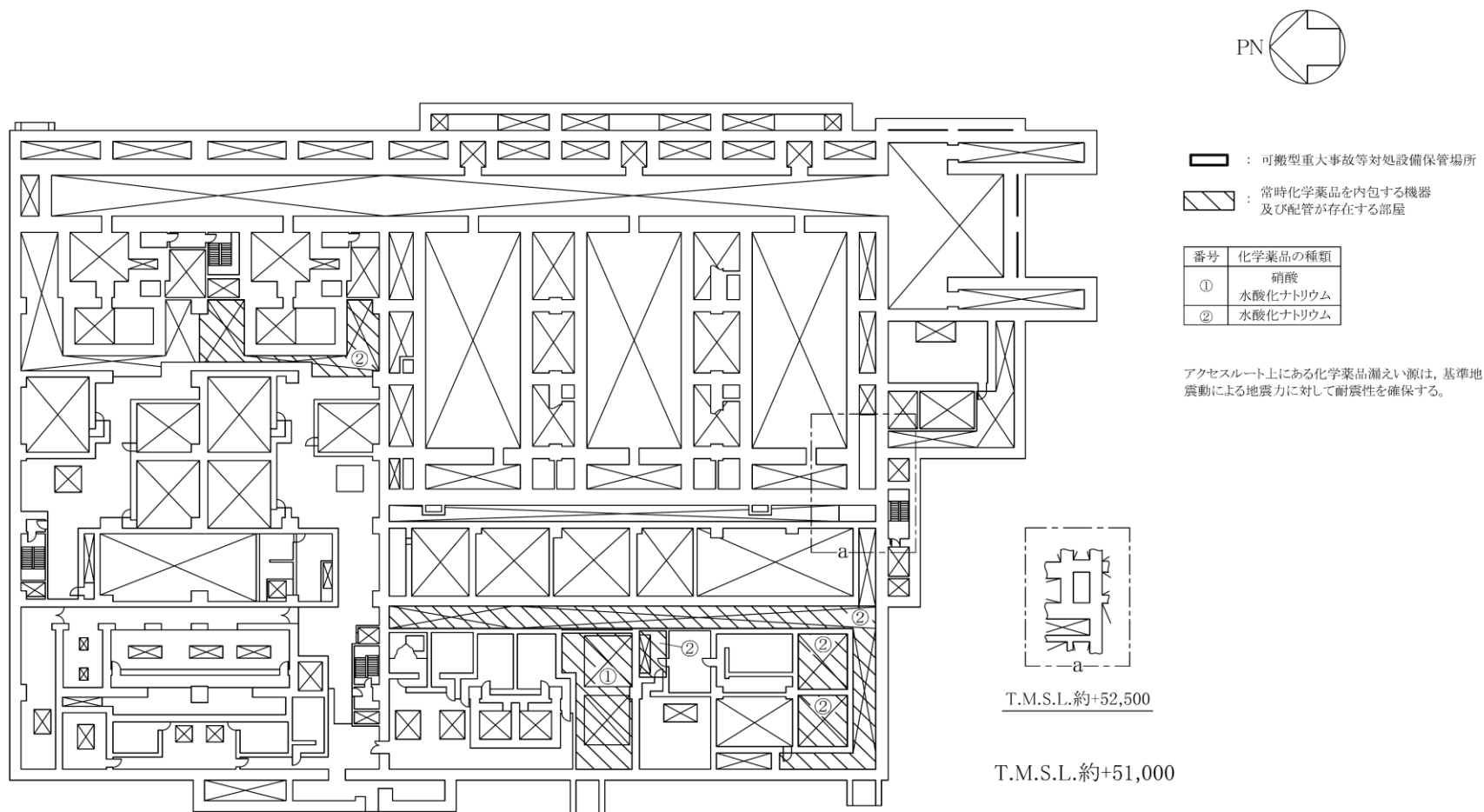
第19図 溢水ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上3階）



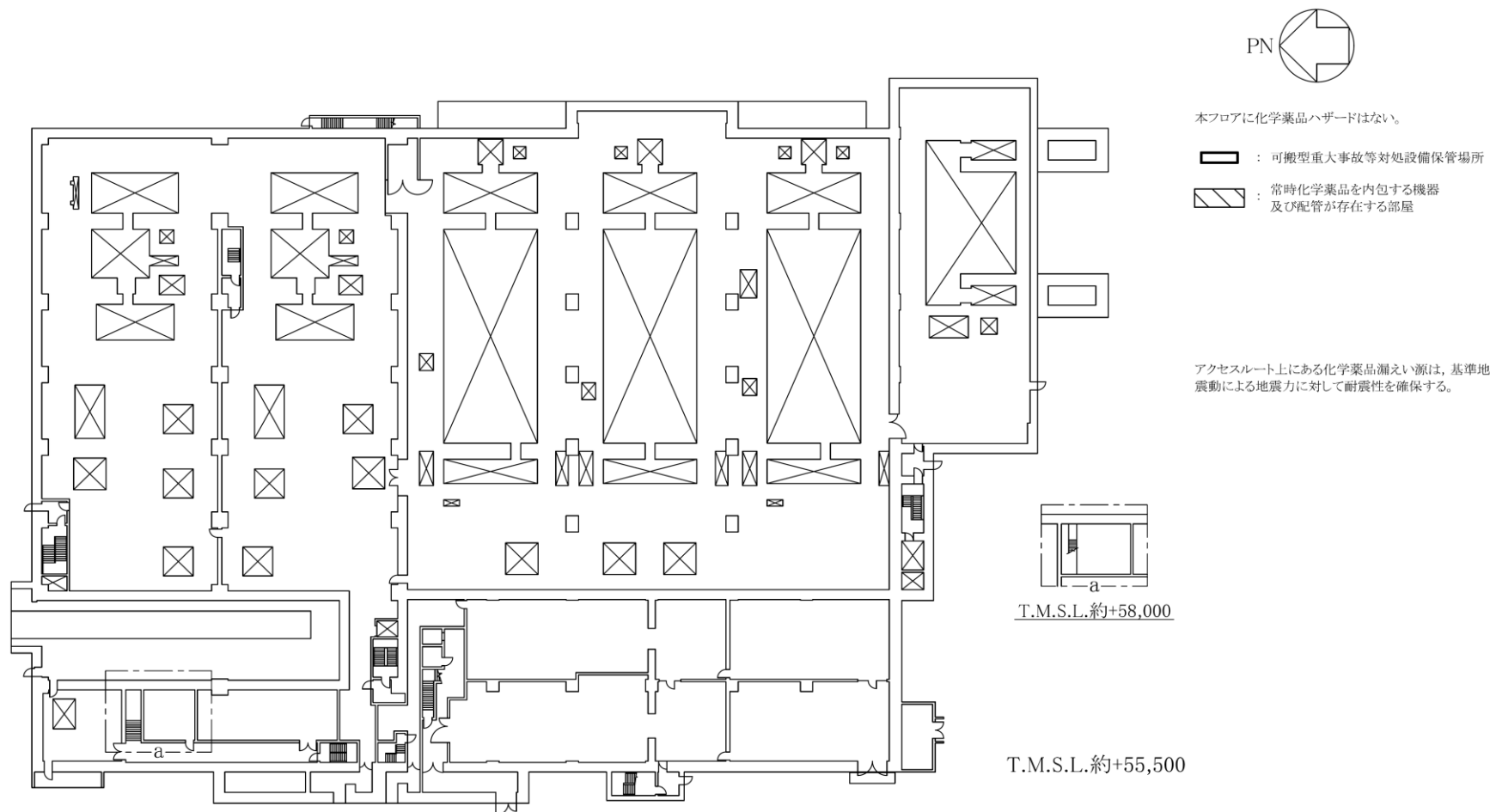
第20図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下3階）



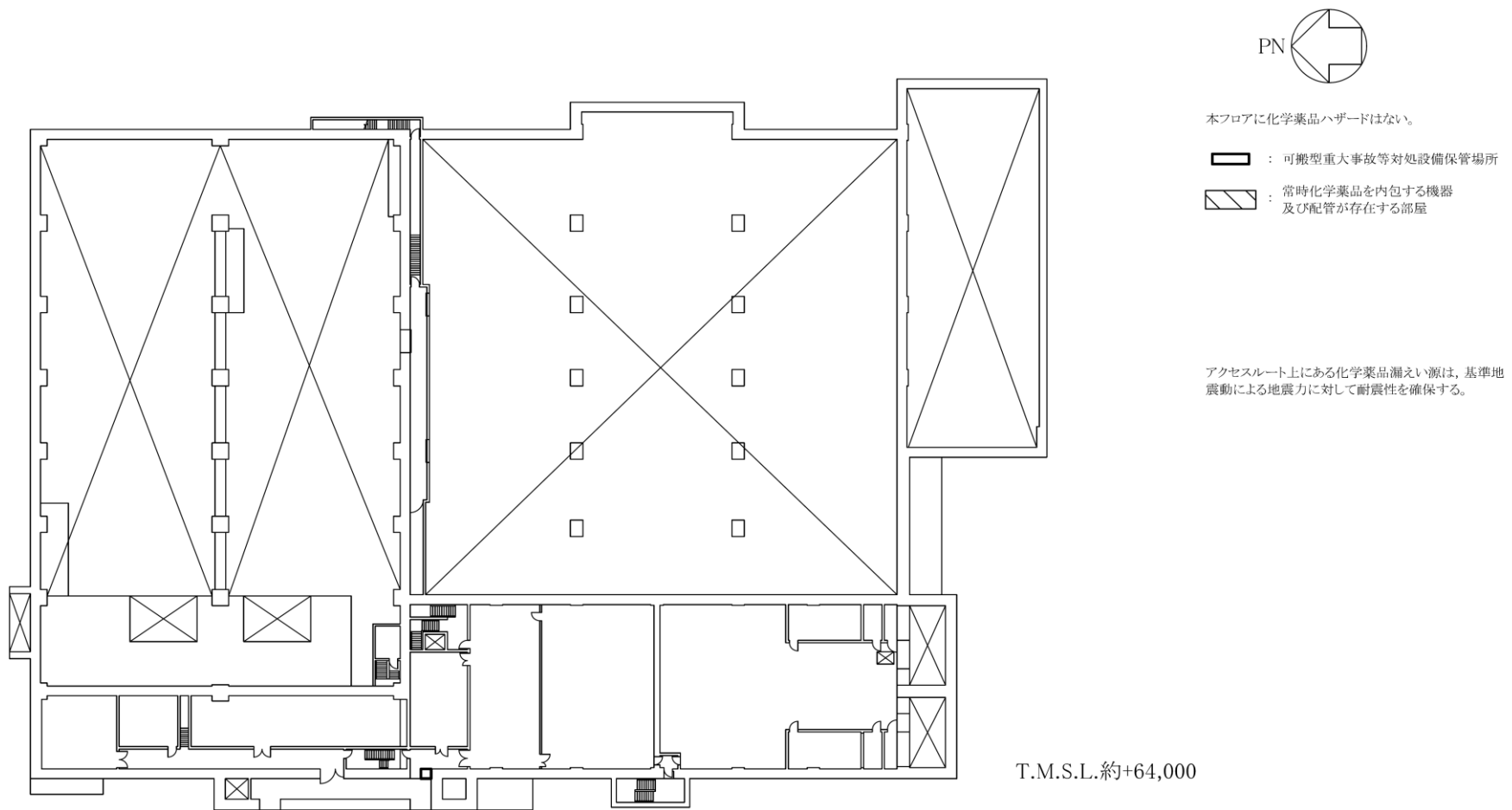
第21図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下2階）



第22図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下1階）

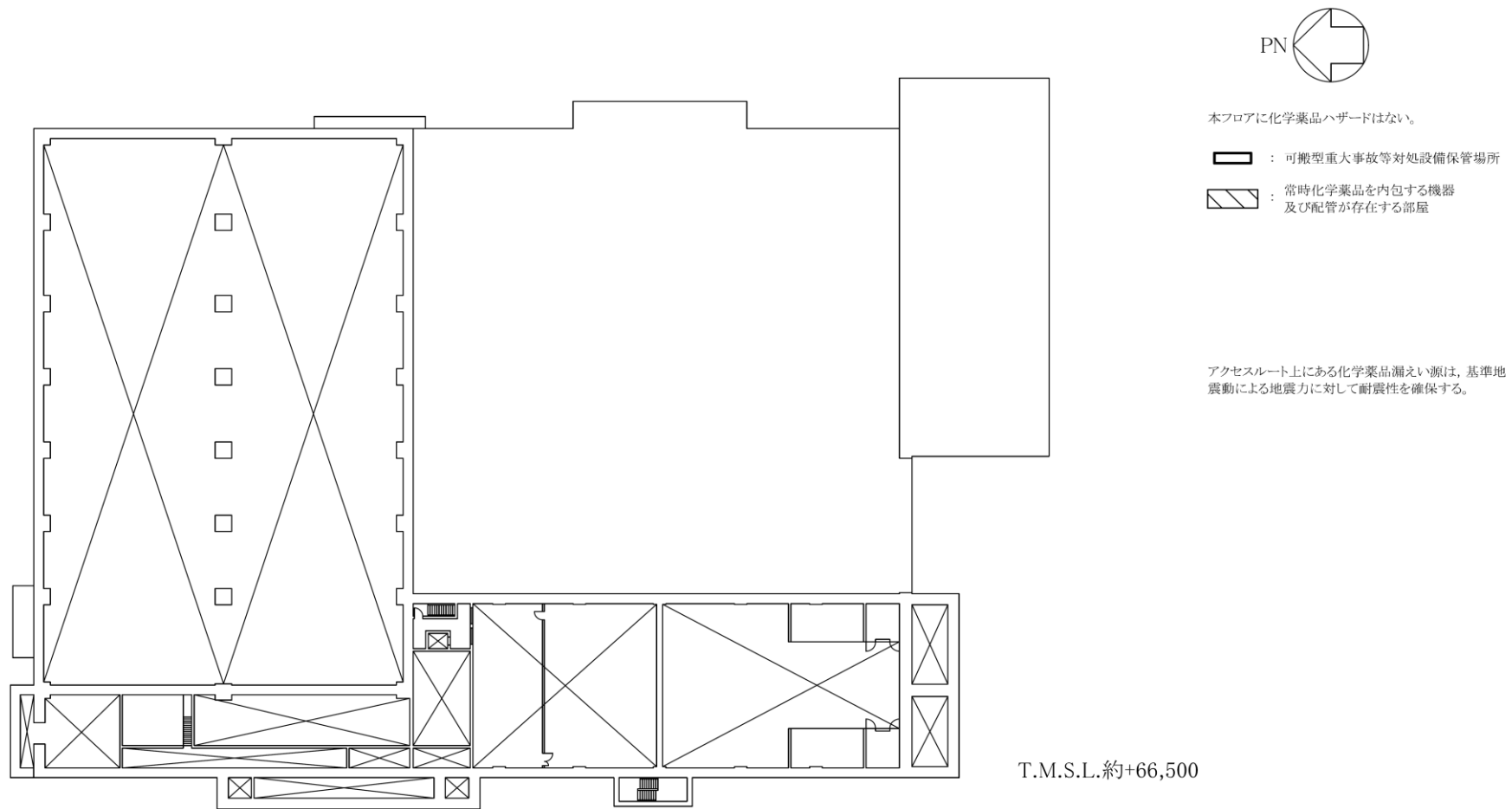


第23図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上1階）

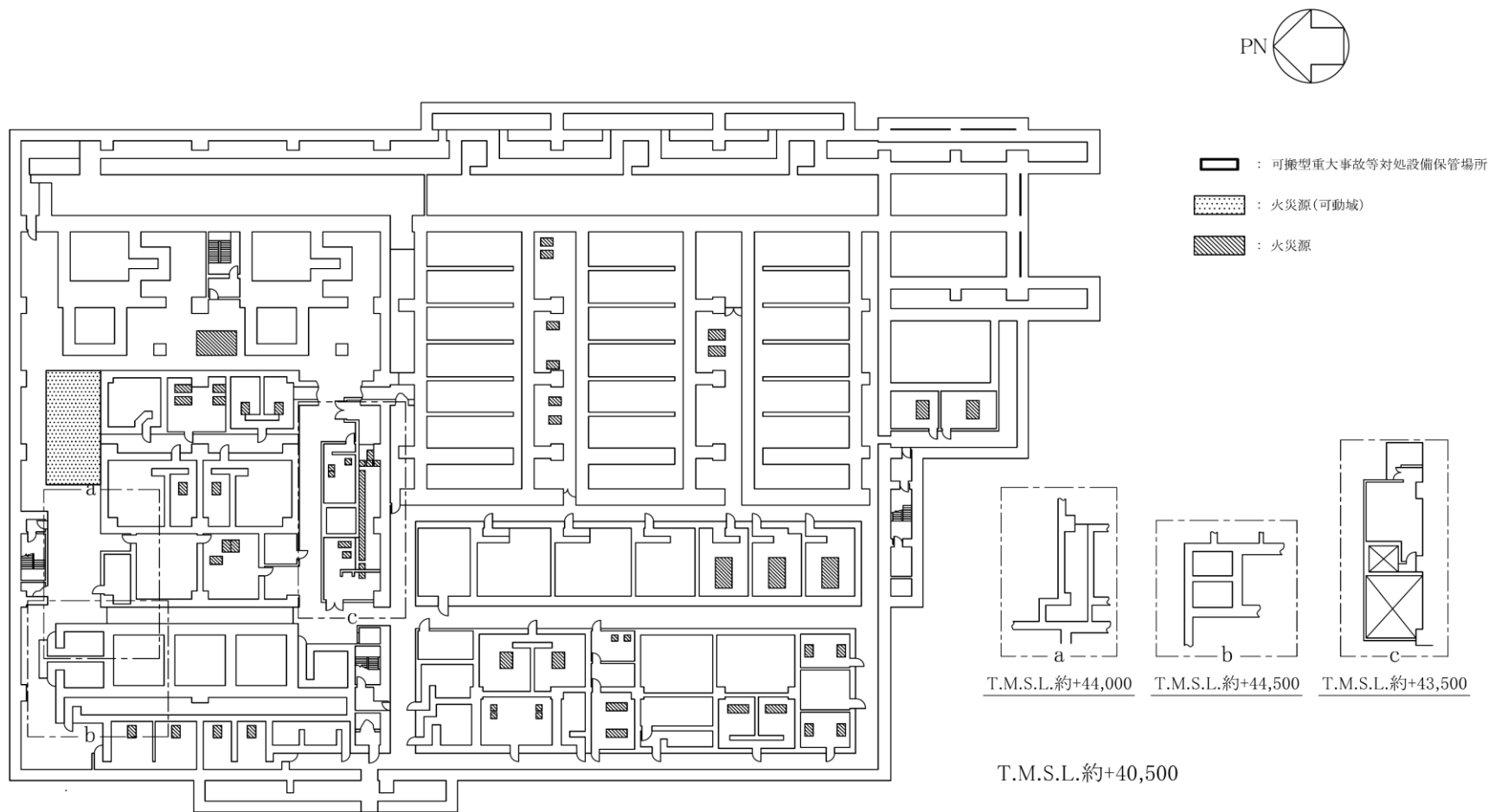


第24図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上2階）

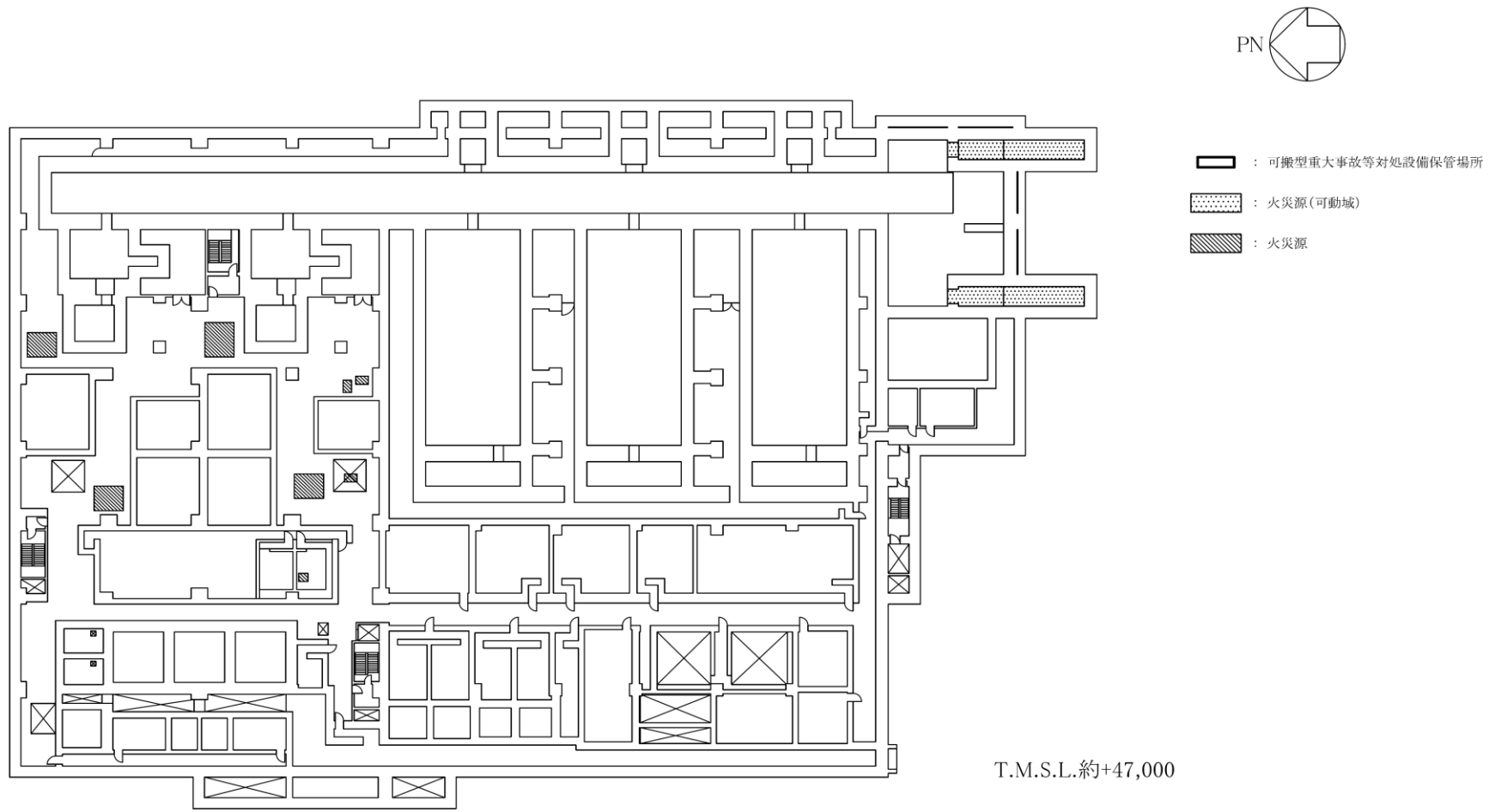




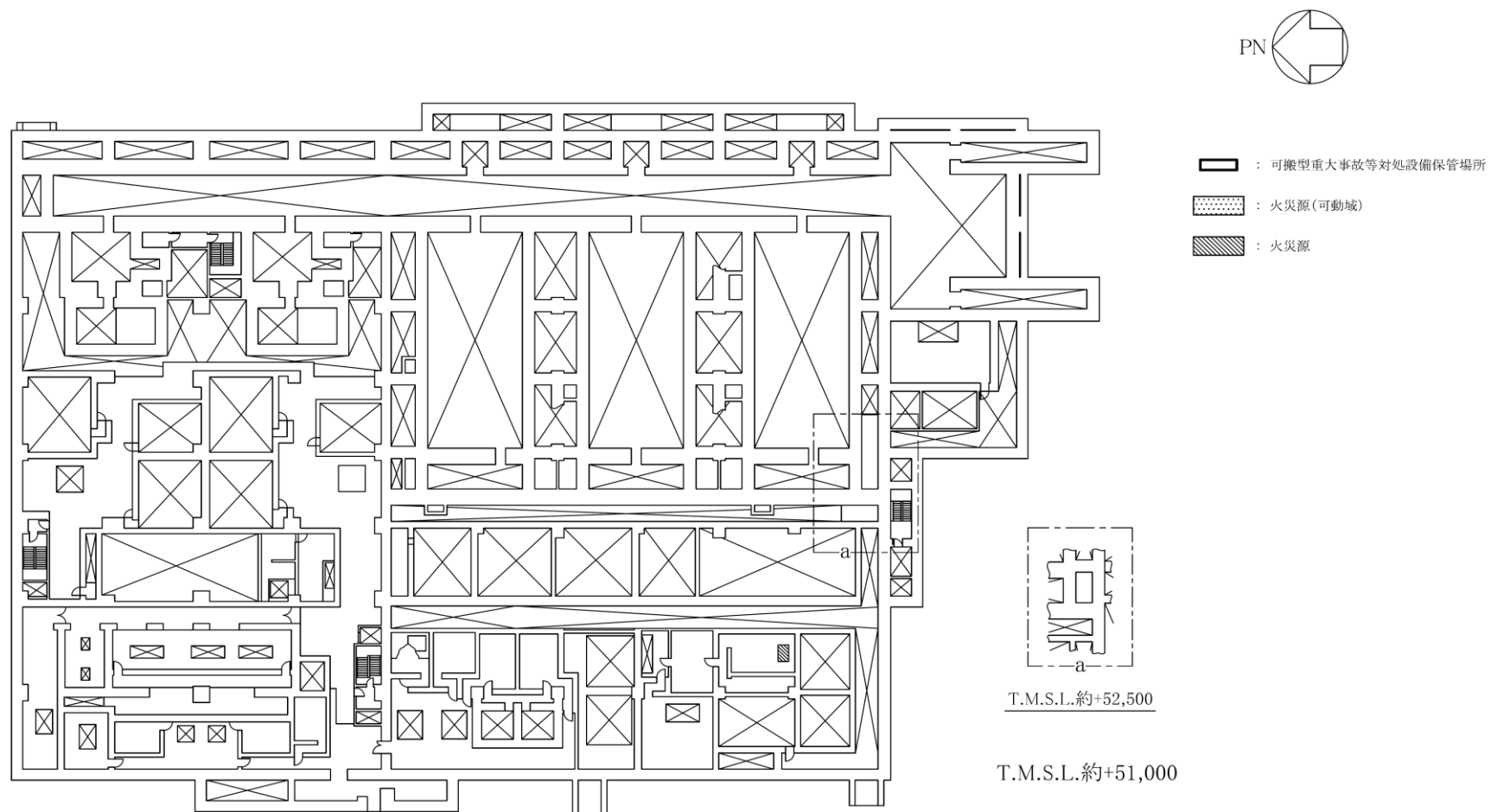
第25図 化学薬品ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上3階）



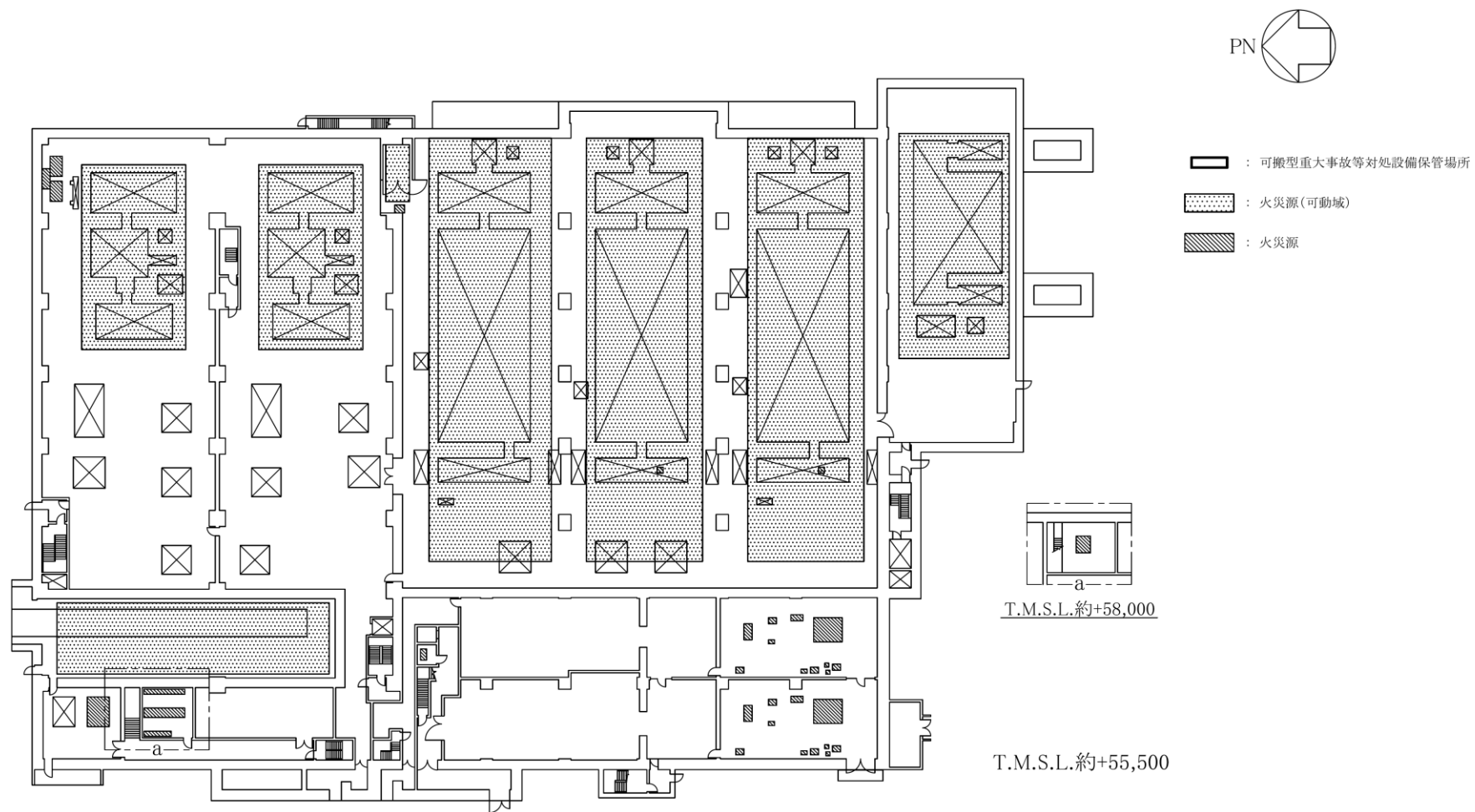
第26図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下3階）



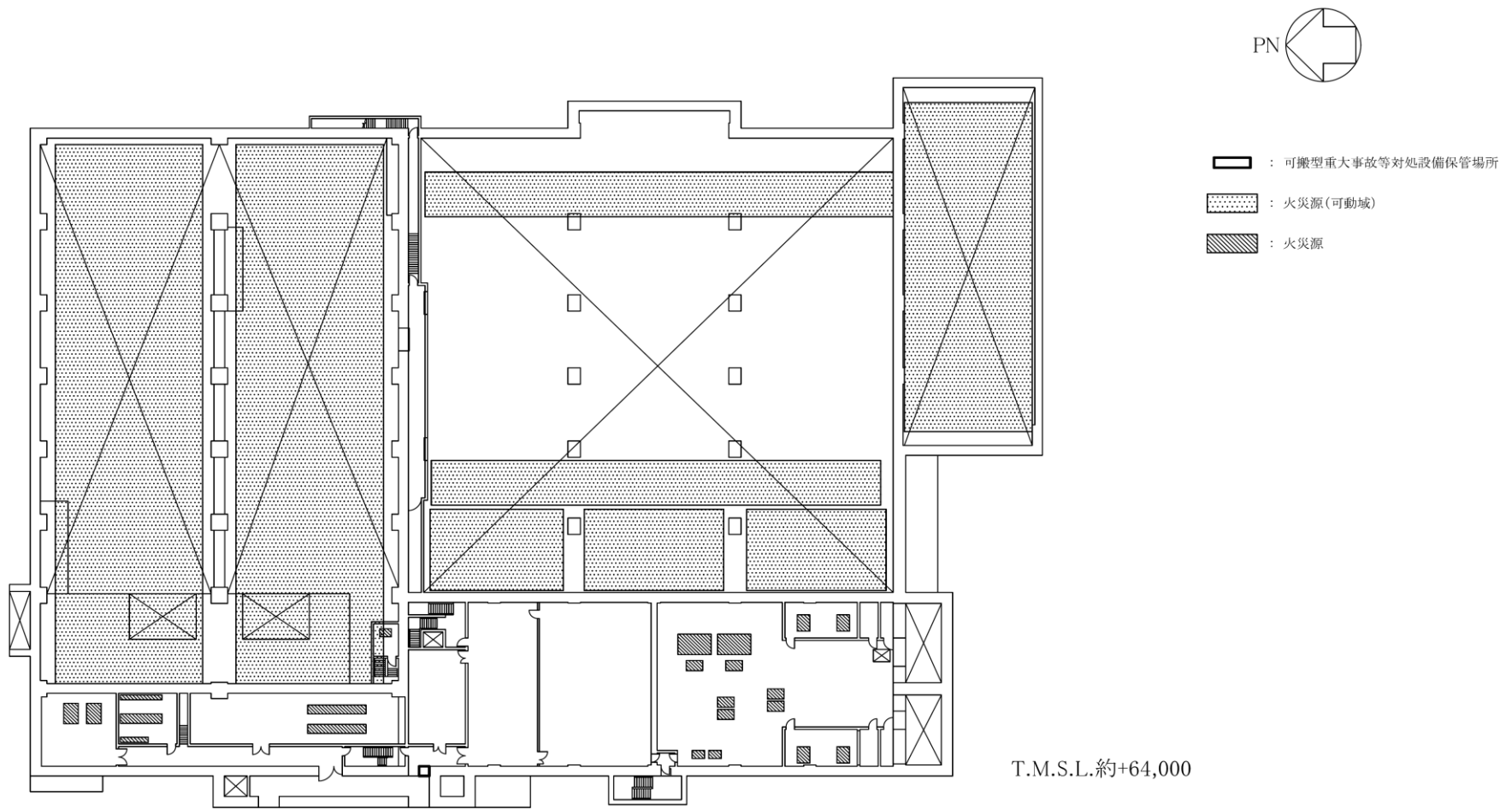
第27図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下2階）



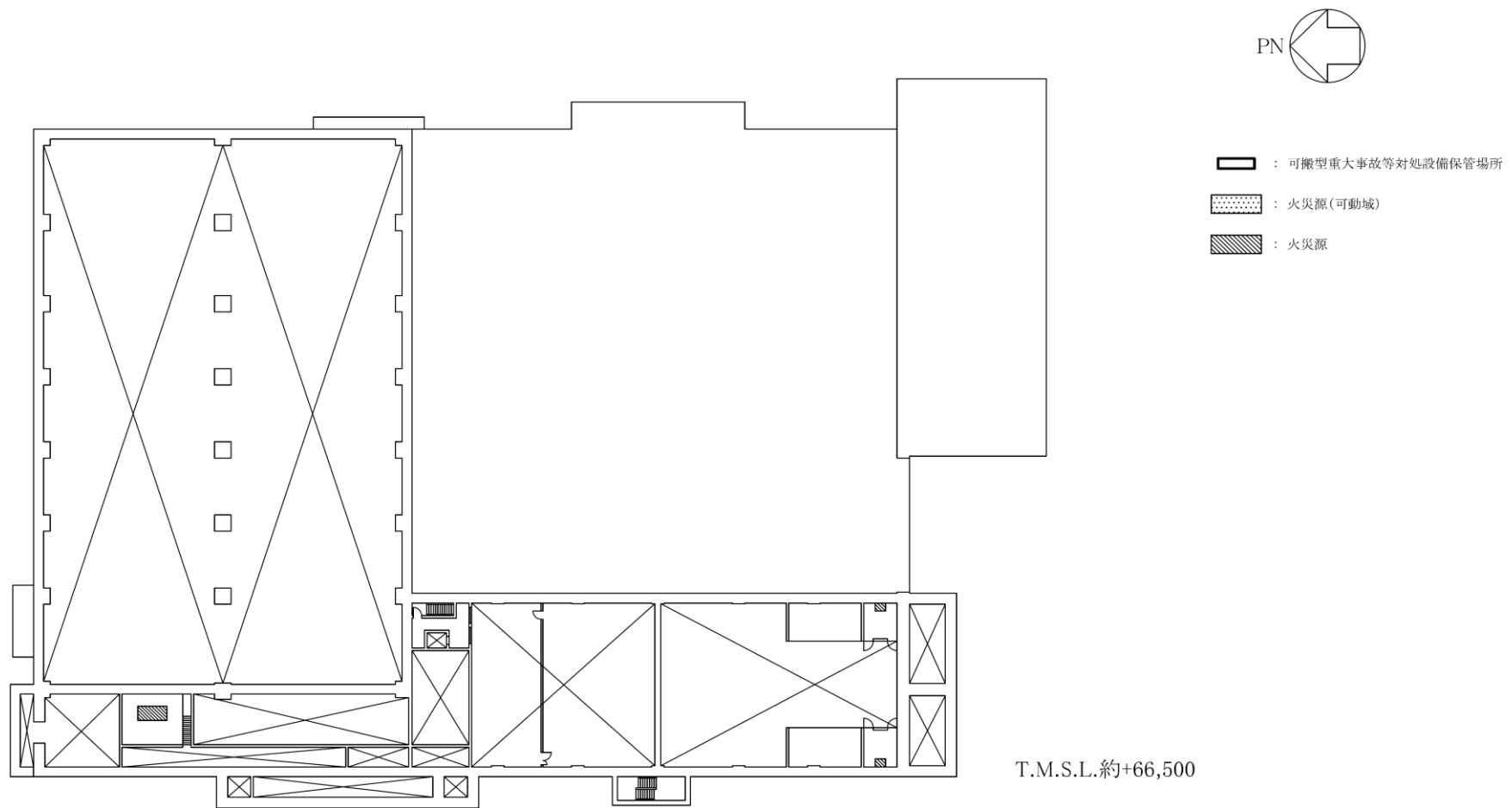
第28図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下1階）



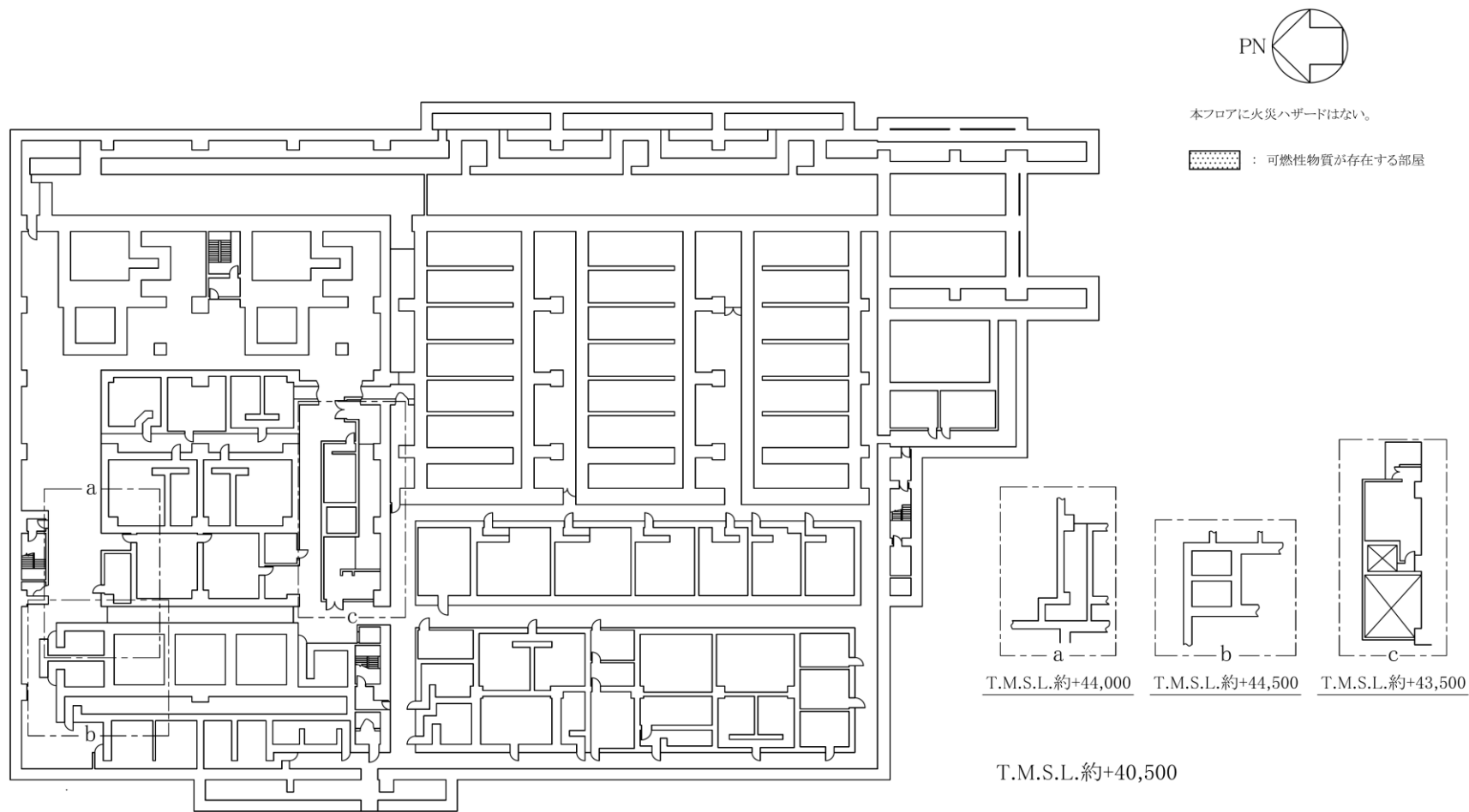
第29図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上1階）



第30図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上2階）

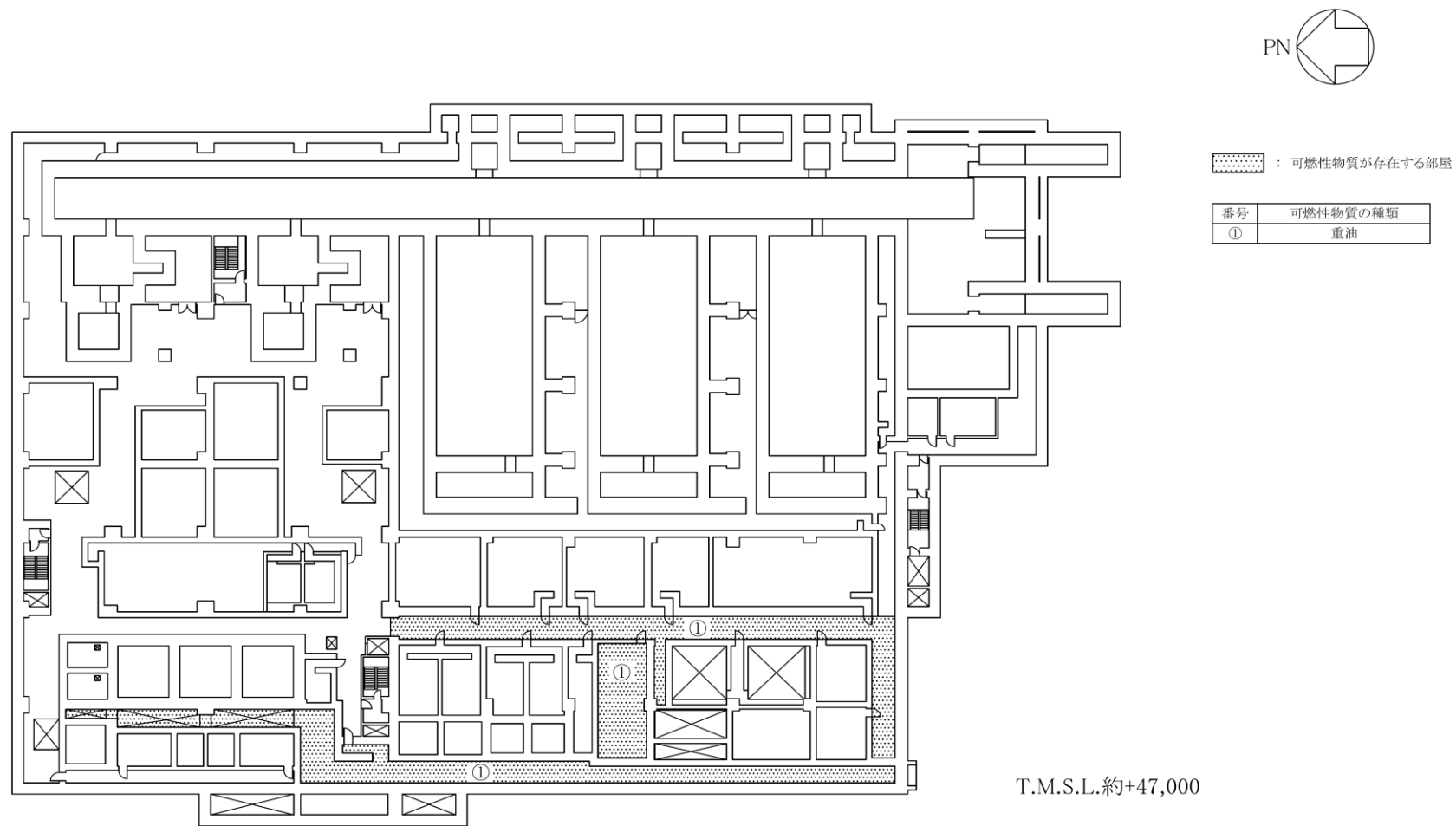


第31図 機器による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上3階）

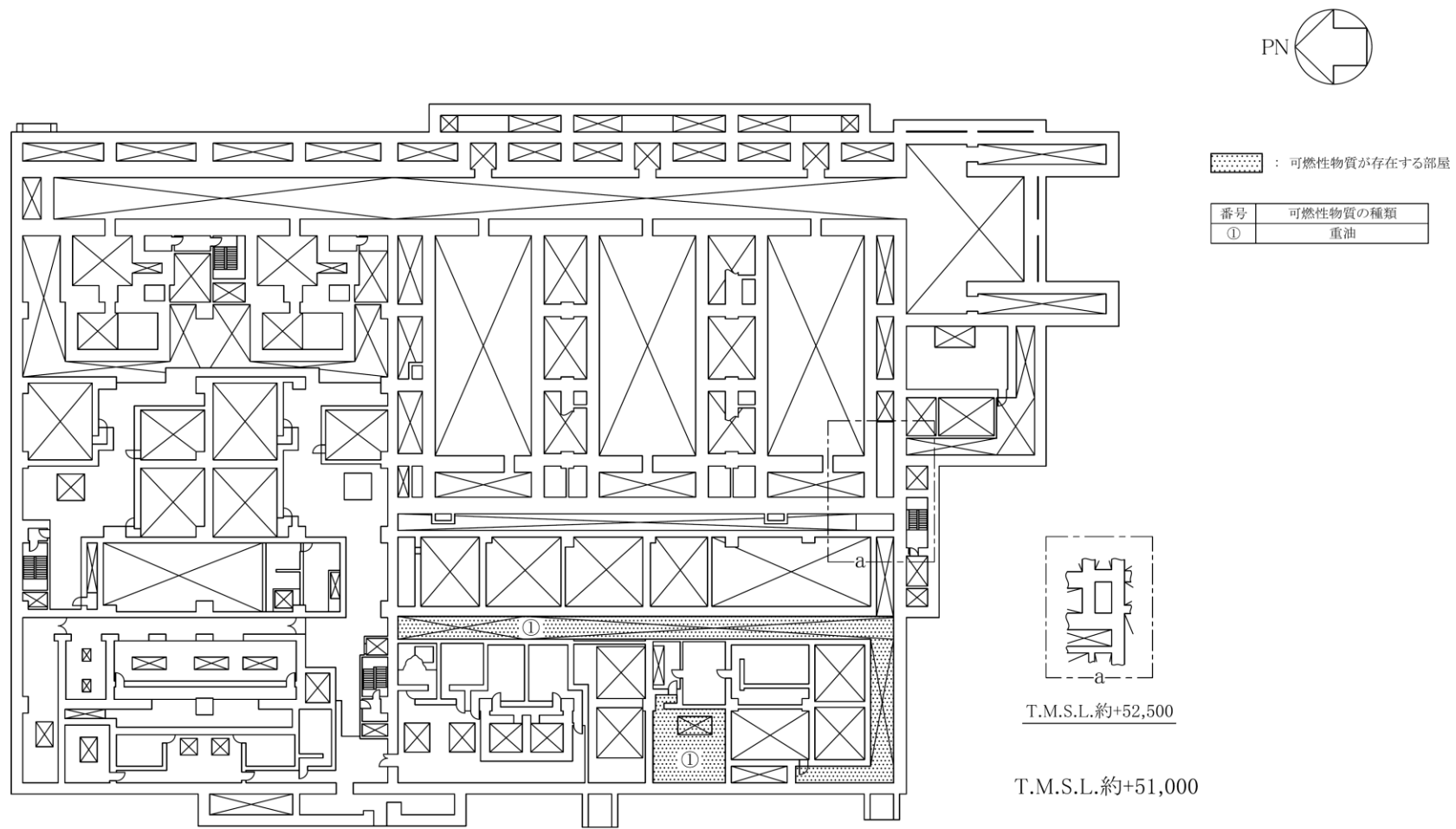


第32図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下3階）

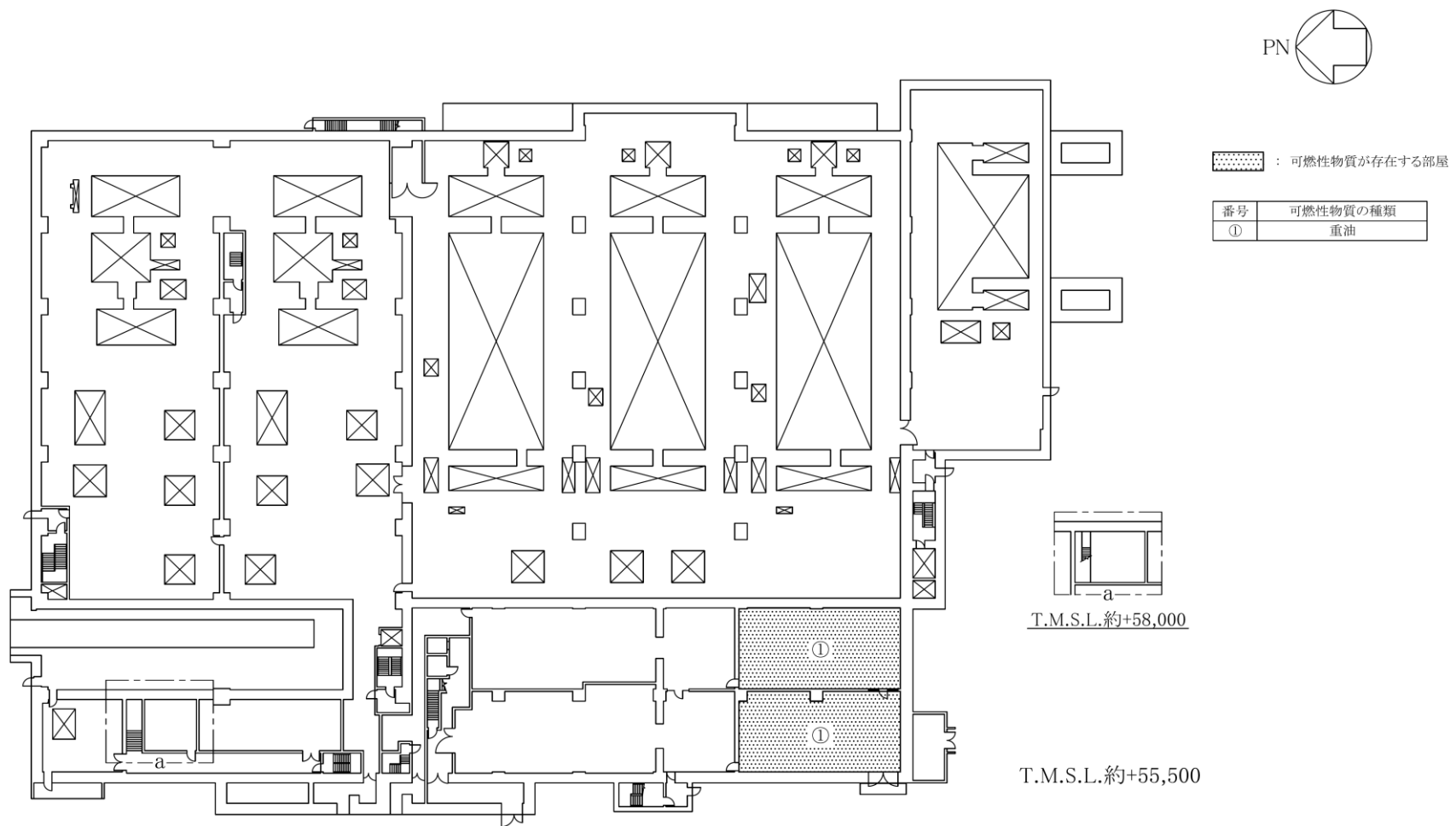




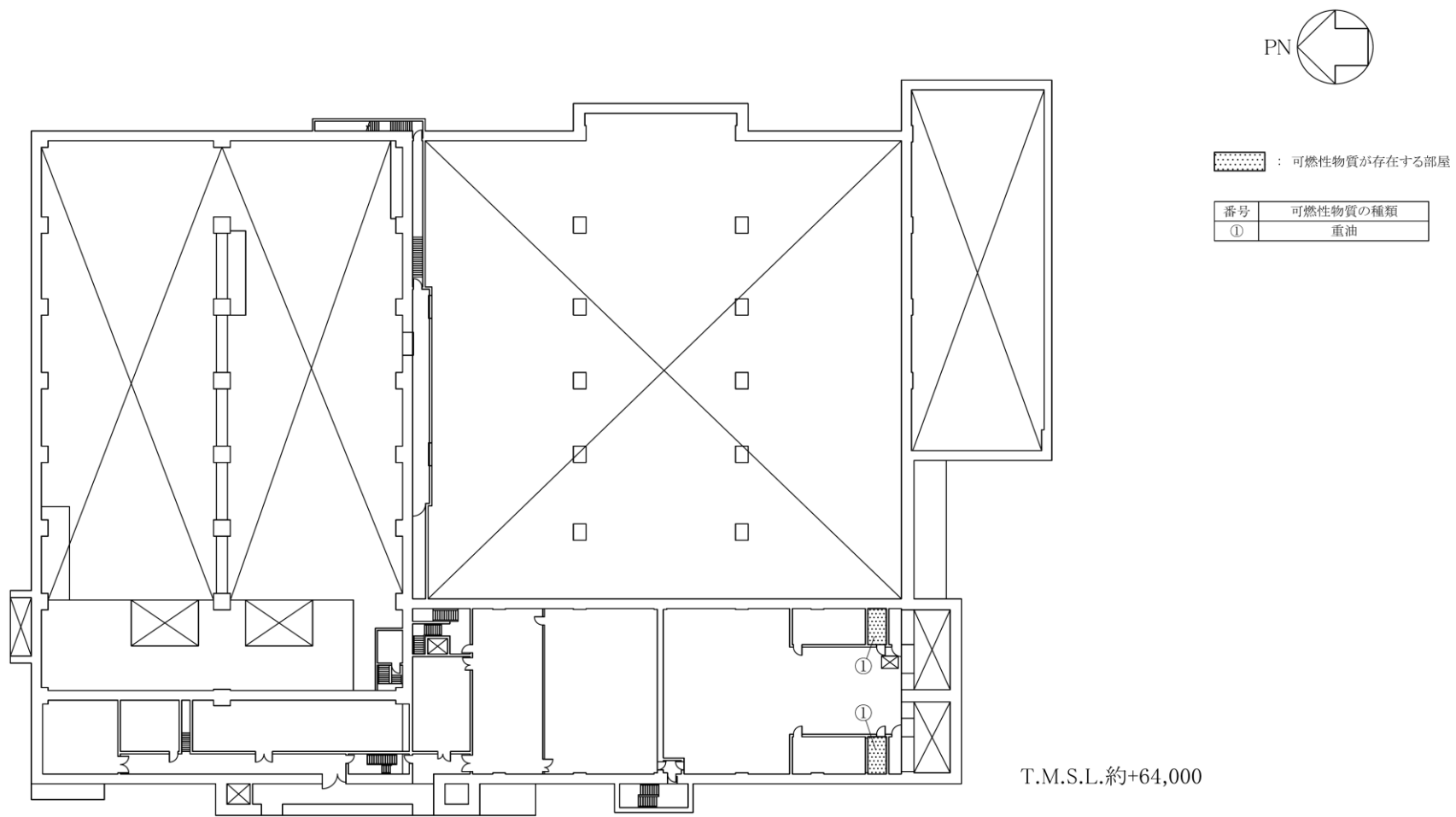
第33図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下2階）



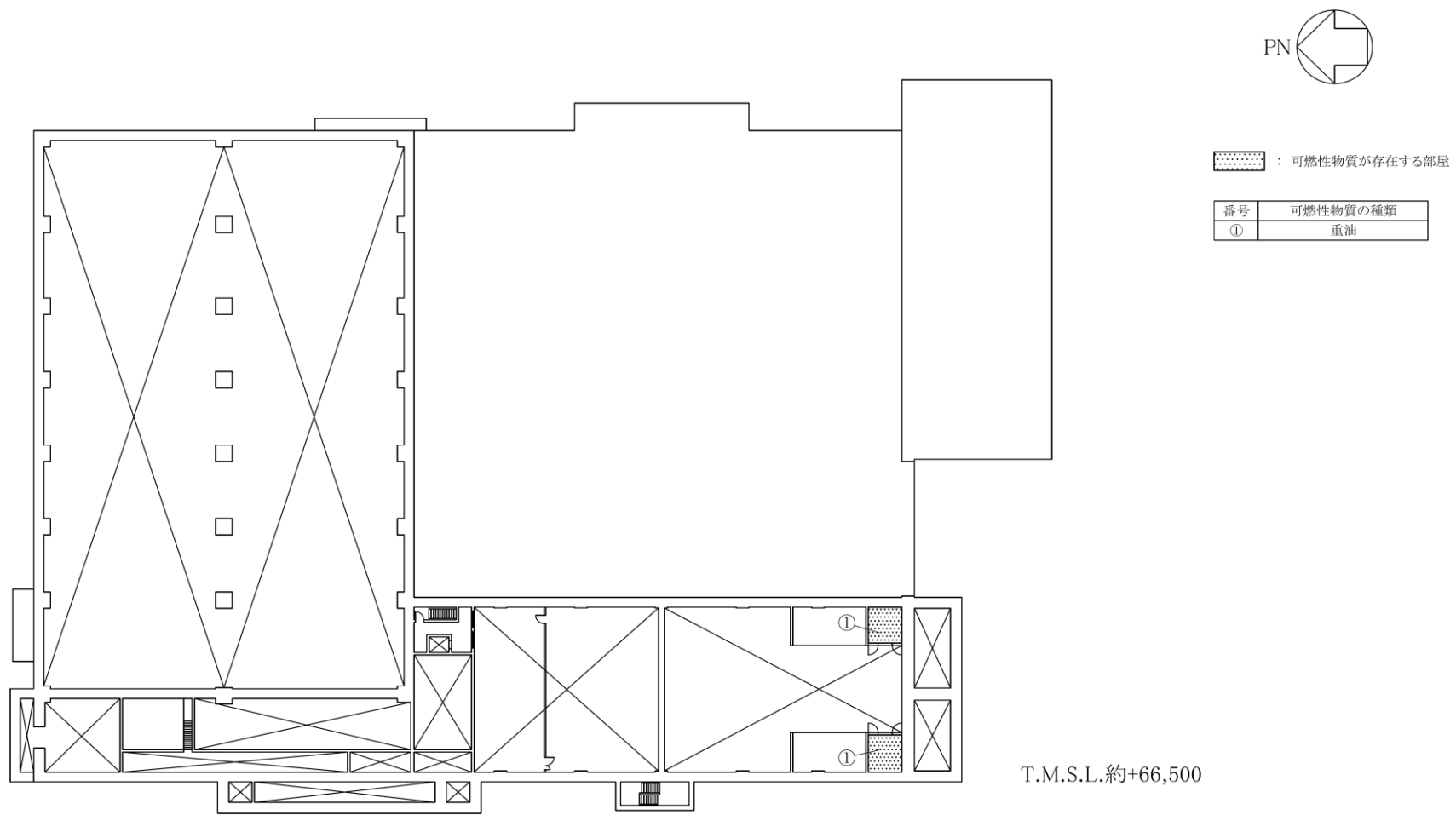
第34図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地下1階）



第35図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上1階）



第36図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上2階）



第37図 可燃性物質による火災ハザードマップ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（地上3階）