

(つづき)

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
精製建屋	第1 一時貯留処理槽	3.0	28
	第2 一時貯留処理槽	7.4	45
	第3 一時貯留処理槽	5.6	33
	第4 一時貯留処理槽	61	61
	第7 一時貯留処理槽	27	27

(つづき)

建屋	機器名	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがない場合の 時間余裕 (h)	圧縮空気貯槽又は圧縮空気ユニットがある場合の 時間余裕 (h)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	7.1	24
	混合槽	9.6	33
	一時貯槽	7.1	24
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル濃縮廃液貯槽	84	—
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	210	—
	高レベル廃液混合槽	160	—
	供給液槽	280	—
	供給槽	230	—
	不溶解残渣廃液一時貯槽	9100	—
	不溶解残渣廃液貯槽	6100	—
高レベル廃液共用貯槽 ※ (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	48	—	

※ 不溶解残渣廃液貯蔵時は 17000 h。

補足説明資料 8-8 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットと予備圧縮空気ユニットの動作原理について

1. 圧縮空気貯槽

分離建屋及び精製建屋には圧縮空気貯槽を設置し、水素掃気機能が喪失した場合に直ちに圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気貯槽の概要図を図1に示す。

圧縮空気貯槽には通常運転時に安全圧縮空気系からの約 0.7MPa の圧縮空気で蓄圧し、空気を蓄える。圧縮空気を供給する経路にはオリフィス又は減圧弁が設置され、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合に、母管との差圧で圧縮空気が自動的に供給される。

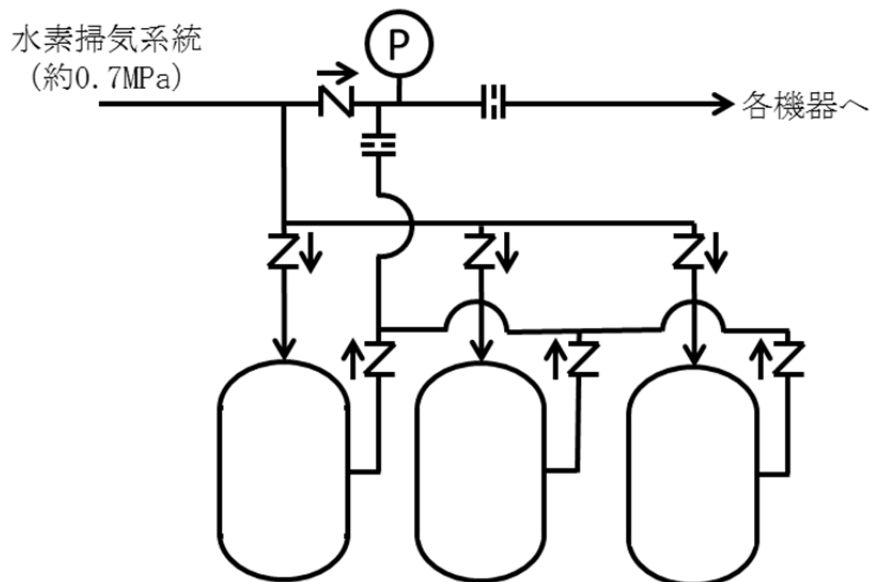


図1. 圧縮空気貯槽の概要図

2. 圧縮空気ユニット

ウラン・プルトニウム混合建屋には圧縮空気ユニットを設置し、水素掃気機能が喪失した場合に直ちに圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気ユニットの概要図を図2に示す。

圧縮空気ユニット及び安全圧縮空気系の間には、安全圧縮空気系からの圧縮空気により閉となるON-OFF弁を設置する。安全圧縮空気系の圧力が低下すると、ON-OFF弁が開放し、自動で空気を供給する。

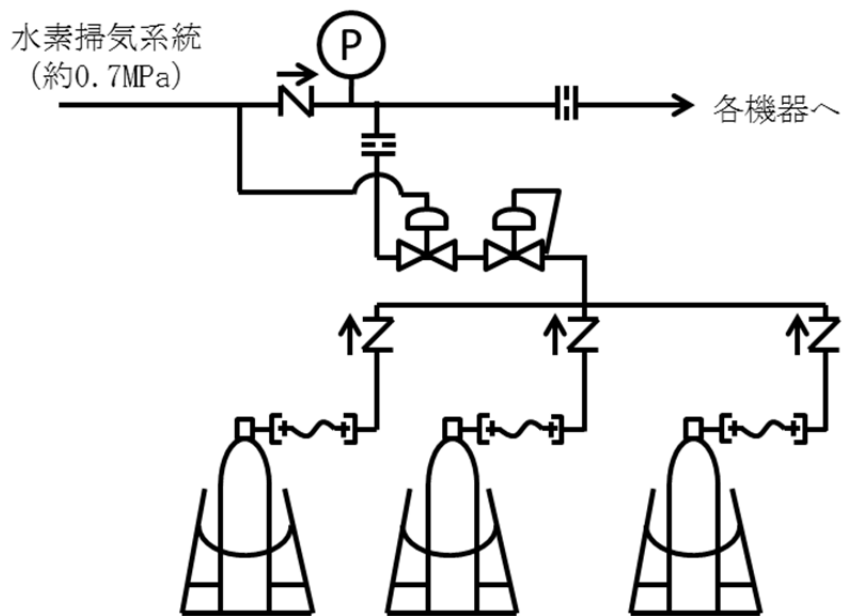


図2. 圧縮空気ユニットの概要図

3. 予備圧縮空気ユニット

予備圧縮空気ユニットは、未然防止濃度に到達するまでの時間が 24 時間未満である重大事故の水素爆発を想定する機器の安全圧縮空気系に設置する。予備圧縮空気ユニットの概要図を図 3 に示す。

予備圧縮空気ユニット及び安全圧縮空気系の間には、安全圧縮空気系からの圧縮空気により閉となる ON-OFF 弁を設置する。安全圧縮空気系の圧力が低下すると、ON-OFF 弁が開放し、自動で空気を供給する。

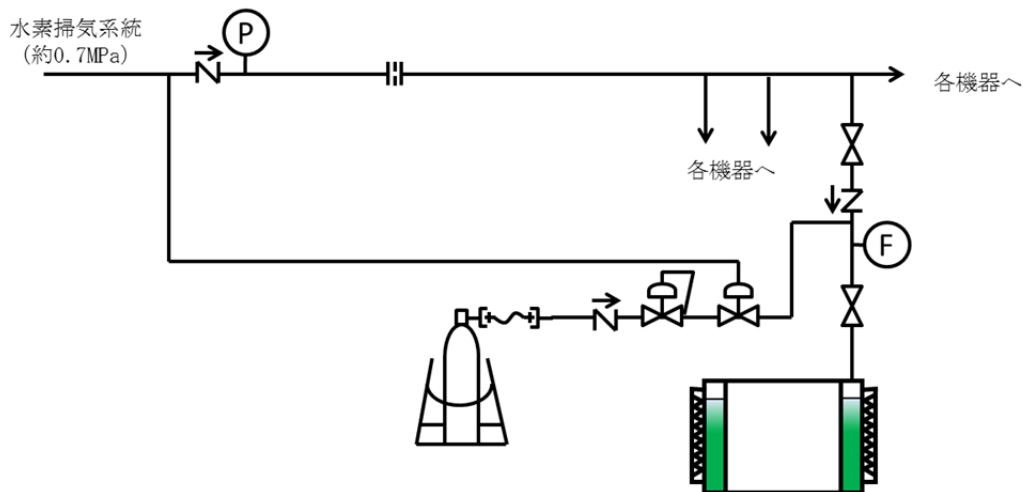


図 3. 予備圧縮空気ユニットの概要図

4. 圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットと予備圧縮空気ユニットの系統構成について

上記のとおり，圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニット，また，これらの代替設備としての予備圧縮空気ユニットは安全圧縮空気系へ接続する。以下に，これらの系統構成の妥当性を示す。

図4に，例として，分離建屋及び精製建屋における圧縮空気貯槽及び予備圧縮空気ユニットが接続する機器の一般的な系統構成を示す。

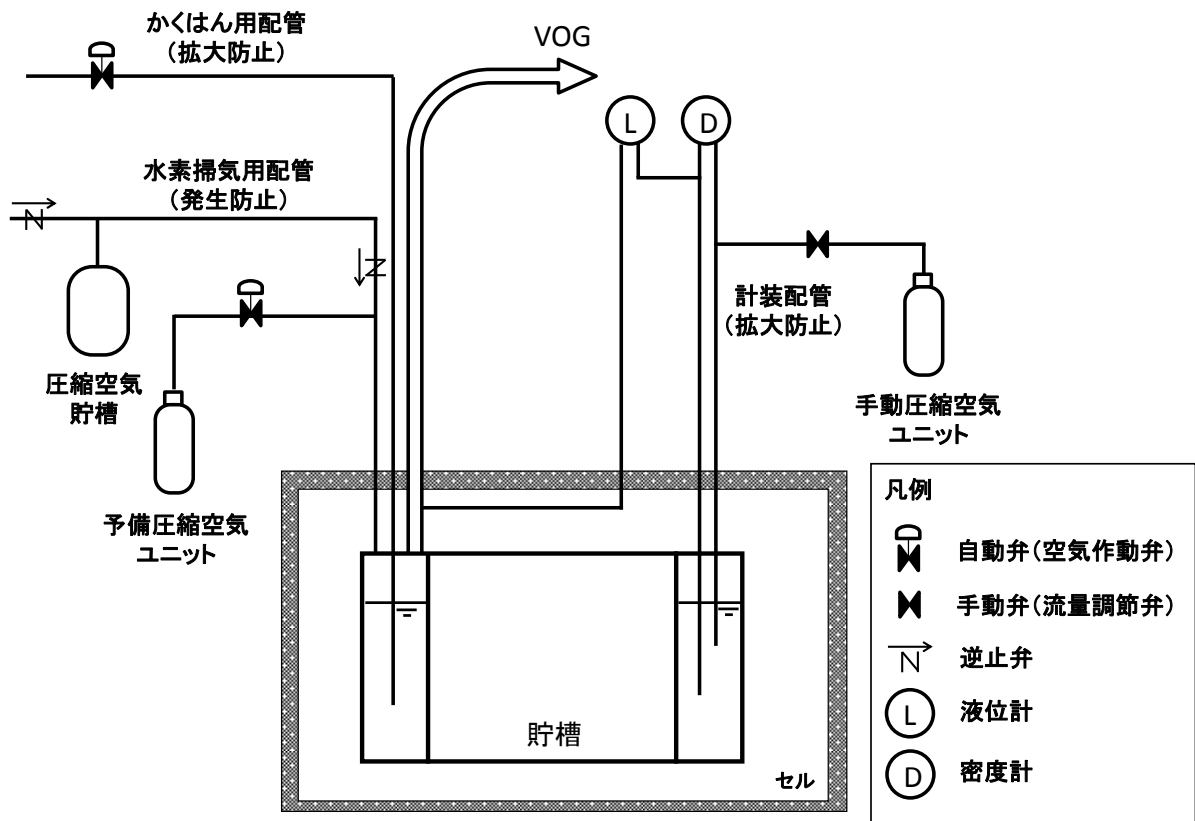


図4．分離建屋及び精製建屋において圧縮空気貯槽及び予備圧縮空気ユニットが接続する機器の一般的な系統構成

図4に示すように，分離建屋及び精製建屋において，圧縮空気貯槽及び予備圧縮空気ユニットが接続する機器の気相部へ直接圧縮空気を供給可能な配

管は安全圧縮空気系のみであり、その他の配管は液浸配管である。なお、液位計の気相部の計装配管は機器の VOG 配管に接続しており、圧縮空気を機器内の気相部へ直接供給することができない。

機器内の液位は運転により変動するため、液浸配管から圧縮空気を供給する場合は、その水頭圧により圧縮空気の流量が変動するため、必要な水素掃気流量を確保するための流量調整が必要となる。このため、水素爆発未然防止濃度に至る時間余裕を確実に確保するため、圧縮空気供給を人の操作に頼ることなく、自動で速やかに供給する必要がある圧縮空気貯槽及び予備圧縮空気ユニットについては、溶液の水頭圧の影響を受けない機器内の気相部へ供給することが適切である。

なお、手動圧縮空気ユニットについては、液浸配管に圧縮空気を供給するが、人の操作により流量調整を実施するため、必要な水素掃気流量を確保することができる。

補足説明資料 8-9 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素濃度計について

1. 水素濃度計の測定原理

水素掃気系統から圧縮空気が各機器に供給されていることは、各機器への水素掃気配管に設置される可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により確認する。また、セル導出ユニットに設置する可搬型セル導出ユニット流量計を用いて、供給した圧縮空気が水素爆発を想定する機器を經由して排出されることを確認する。さらに、代表機器の水素濃度を測定することで、水素濃度が上昇しないことを監視する。

機器内の水素濃度を測定するために用いる可搬型水素濃度計は、熱伝導式のものを用いる。熱伝導式の水素検出器は、第1図に示すとおり、白金線コイルにより加熱された検知素子にガスが接触すると、ガス固有の熱伝導率により熱放散の状態が変わり、検知素子の温度が変化する。この変化はガス濃度にほぼ比例することから、白金線の抵抗値の変化をブリッジ回路の偏差電圧として取り出し水素濃度を測定することができる。なお、機器内水素濃度の計測範囲0～25vol%において、計器仕様は最大±1.25vol%の誤差を生じる可能性があるが、この誤差があることを理解した上で、水素爆発を想定する機器内の水素濃度の推移、傾向（トレンド）を監視する。

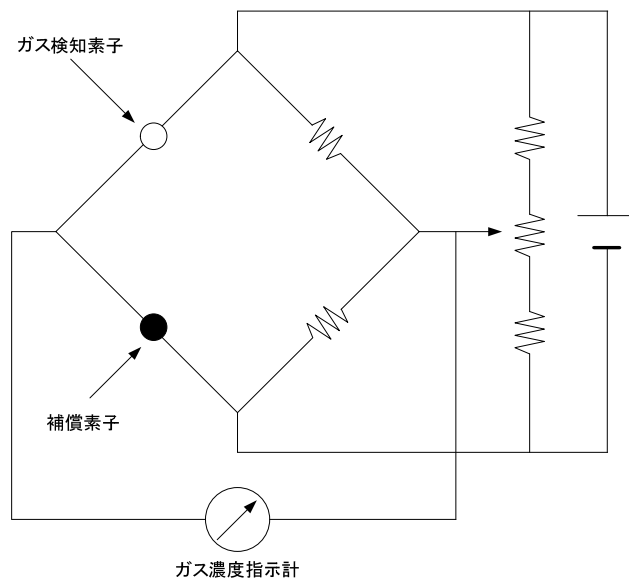


図 1 . 可搬型水素濃度計の測定原理の概要図

2. 可搬型水素濃度計の構成について

機器内の水素濃度の測定においては、以下の装置をユニット化した可搬型水素濃度計を用いて測定を行う。各装置及び配管は可能な限りステンレス鋼製とし、硝酸の影響を受け難いように設計する。

これにより使用する条件下において水素濃度測定への影響は十分小さい設計とする。

(1) 冷却器

自然空冷式のコイル型冷却器である。冷却器はサンプリングガスを可搬型水素濃度計入口において予め冷却することにより、機器から吸入する可能性のある水蒸気及び硝酸蒸気を除去することで、水素濃度計本体の検出器の劣化を防止する。

(2) 凝縮液回収容器

凝縮液回収容器は冷却器において発生した凝縮液を回収する容器である。凝縮液回収容器は凝縮液の液位をサイドグラスから目視できる設計とし、必要に応じて遮へい材を設置できる構成とする。凝縮水が蓄積した場合には、凝縮液を水素爆発を想定する機器内へ排出できる設計とする。

(3) 吸着剤カラム

吸着剤カラムはソーダ石灰により硝酸蒸気を吸着する機能を有する。これにより、水素濃度計本体の劣化を防止する。

(4) 真空ポンプ

真空ポンプは、水素濃度を測定する機器に設置される配管を介して、水素濃度の測定に必要なサンプリングガスを水素濃度計に導入する容量を有する。真空ポンプは防爆構造のポンプを採用し、必要に応じて

交換可能な設計とする。

(5) 水素濃度計

水素濃度計は、熱伝導式の汎用品を用いる。水素濃度計は防爆構造とし、ボルト操作等で容易に交換可能な設計とする。

(6) 電源装置及び指示計ユニット

電源装置は、バッテリー、DC/ACインバータ、充電器、AC/DCパワーサプライから構成され、外部電源からの給電無しで動作可能な設計とする。また、外部電源復旧後は、100Vの電源により充電及び動作可能な設計とする。指示計ユニットは水素濃度を容易に目視できるように設置する。

3. 可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟の可能性について

可搬型水素濃度計では、以下の理由から水素燃焼及び爆轟が生じないことを確認した。

機器内の水素濃度の測定は、水素爆発を想定する機器内に圧縮空気が供給されている状態に限定する。これにより、サンプリングガスは可燃限界濃度である4 v o 1 %を超えないことから、可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟は生じない。

4. 可搬型水素濃度計からの水素漏えい防止及び汚染拡大対策

可搬型水素濃度計を用いた水素爆発を想定する機器内の水素濃度の計測は、計測後のガスを水素爆発を想定する機器内又は塔槽類廃ガス処理設備に戻す構成となっており、外部に対して閉じた系とし、系外への漏えいが発生しないよう、ステンレス鋼チューブと構成機器をカップラで接続する。

よって、可搬型水素濃度計からの水素漏えい及び汚染拡大の可能性は低い。

5. 可搬型水素濃度計の計測タイミングについて

圧縮空気供給前において、分離建屋、精製建屋およびウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発を想定する機器へ空気貯槽等から圧縮空気が供給されるため、初動から対策における水素濃度推移は緩慢である。また、水素濃度の上昇傾向を把握するためには、複数回の間隔を設けた測定が必要であり、時間を要する。

前処理建屋、ガラス固化建屋においては、水素濃度の上昇が非常に緩慢であり、水素濃度の上昇傾向を把握できない。

分離建屋、精製建屋およびウラン・プルトニウム混合脱硝建屋において、何らかの原因により空気貯槽等から圧縮空気が供給されない場合、制限時間までの時間が極端に短くなる可能性がある。

このため、水素爆発を想定する機器へ圧縮空気を供給することを優先し、当該対策後に水素濃度が下がっていることを確認し、対策が成功している状態を監視する。

水素濃度の上昇速度の速い精製建屋の重要度高機器の水素濃度推移の例を図1に示す。空気貯槽からの圧縮空気に対して水素の発生のみを考慮している。実際は酸素等の発生があるため、初動対応から対策を実施する期間における水素濃度の傾向は横ばいに近くなると考えられる。

前処理建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋の例を図2に示す。水素の発生のみを考慮した水素濃度推移でも、ほぼ横ばいであり、初動対応から対策を実施する期間において水素濃度の傾向に変化はない。

このため、対策を優先し、対策後に水素濃度推移に上昇傾向が無いことを監視する。

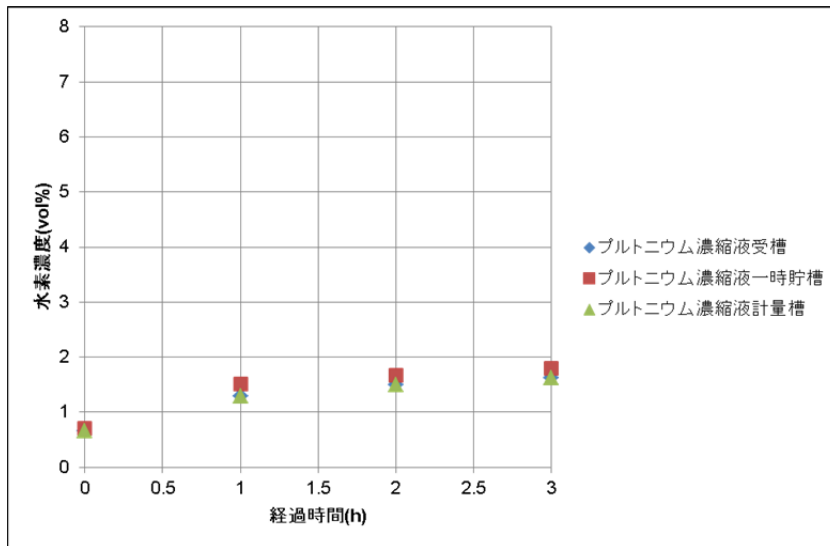


図 1. 精製建屋の代表機器の水素濃度の推移

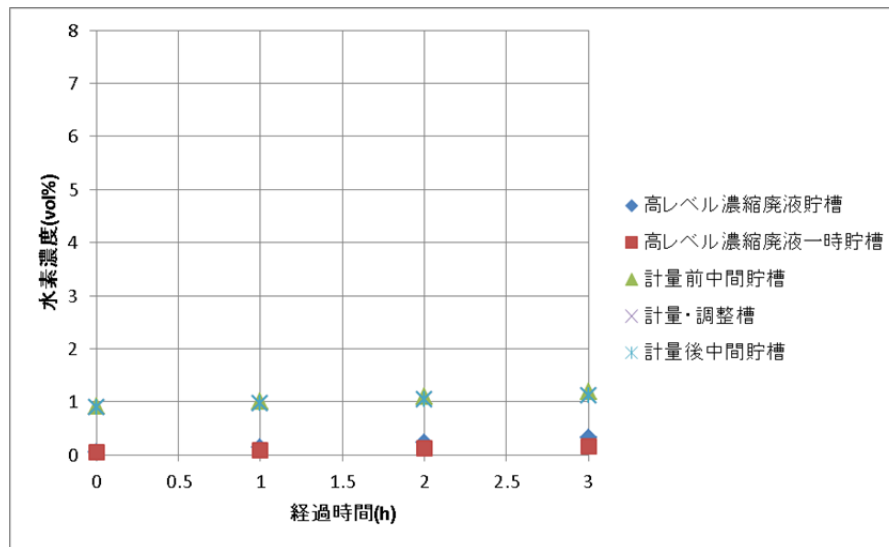


図 2. 前処理建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋の代表機器の水素濃度の推移の例

補足説明資料 8-10 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素掃気に必要な空気流量の計算方法について

1. はじめに

水素爆発を想定する機器について、機器内の気相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量の評価方法を概説する。

2. 評価の方法

2.1 非沸騰時の評価

機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量を以下のとおり評価する。

水素発生速度を下式より求める。以下の式は、再処理施設の設計及び工事の方法の認可申請書における火災及び爆発の防止設計の水素発生量の評価式と同等である。

方法

水相のみの場合、

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times (Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq})$$

ここで、

F_{H_2} : 水素発生速度 (m³/h [normal])

V_{aq} : 水相の液量 (m³)

$Q_{\alpha, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの α 崩壊熱量 (W/m³)

$Q_{\beta\gamma, aq}$: 機器内の水相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 (W/m³)

$G_{\alpha, aq}$: 水相での α 線の G 値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, aq}$: 水相での $\beta\gamma$ 線のG値 (Molecules/100eV)

有機相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{org} \times \left(Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + Q_{\beta\gamma, org} \times G_{\beta\gamma, org} \right)$$

ここで,

V_{org} : 有機相の液量 (m^3)

$Q_{\alpha, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの α 崩壊熱量 (W/m^3)

$Q_{\beta\gamma, org}$: 機器内の有機相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 (W/m^3)

$G_{\alpha, org}$: 有機相での α 線のG値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, org}$: 有機相での $\beta\gamma$ 線のG値 (Molecules/100eV)

水相及び有機相が混在する場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times \left\{ V_{aq} \times \left(Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, aq} \right) + V_{org} \times \left(Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, org} \right) \right\}$$

水素発生速度を用いて、以下の式より機器を可燃限界濃度未満に維

持するために必要な空気流量を求める。

$$F = \frac{F_{H2}}{0.04}$$

ここで、

F : 可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量
(m^3/h [normal])

2.2 沸騰時の評価

評価方法は基本的には 2.1 に記した方法と同様である。しかし、機器内の溶液が沸騰している場合、沸騰に伴う溶液の攪拌により水素発生量が気相部に追い出されやすくなり、みかけ上のG値が大きくなる。この効果を反映するために、沸騰を想定する機器のG値を2倍する。

また、高レベル濃縮廃液について、東海再処理工場の高レベル廃液から発生する水素の測定実績⁽¹⁾⁽²⁾を踏まえてG値を1/20としているが、沸騰環境では同様の効果が持続するかは不明である。このため、沸騰時の評価では本低減効果も考慮しない。

以上を踏まえて、以下の式から沸騰時に必要な水素掃気流量を評価する。沸騰時の水素発生量の不確かさを考慮し、1.5倍の安全余裕を見込む。

$$F_{boil} = \frac{F'_{H2}}{0.04} \times 1.5$$

ここで、

F_{boil} : 沸騰時の水素発生量に対して可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量 (m^3/h [normal])

F'_{H2} : 沸騰時の水素発生量 (m^3/h [normal])

3. 対策において供給する流量

水素掃気機能喪失は、空気圧縮機の多重故障、安全冷却水系の外部ループの機能喪失又は全交流動力電源の喪失により発生することから、多くの場合、冷却機能の喪失と同時に発生する。

このため、対策時に供給する圧縮空気の流量は、2.2 で求めた流量とし、沸騰蒸気の凝縮とともに水素が凝縮器近傍等で濃縮することを防止することとする。

4. 参考文献

- (1) HIROSHI KINUHATA et al. STUDY ON THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : COMPARISON BETWEEN ACTUAL AND SIMULATED SOLUTIONS. Nuclear Technology. 2015-11, vol. 192, no. 2.
- (2) HIROSHI KINUHATA et al. THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : HYDROGEN CONCENTRATION IN THE VENTILATED TANK AIR. Nuclear Technology. 2015-02, vol. 189, no. 2.

補足説明資料 8-11 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給による
水素濃度の推移について

1. はじめに

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失すると、水素爆発を想定する機器の水素濃度が上昇し始める。水素濃度の上昇速度は、機器に貯蔵する溶液性状、崩壊熱量及び機器の空間容積に依存する。このため、水素爆発未然防止濃度（8 v o 1 %）到達までの時間余裕が 24 時間未満の機器に対して、圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット、予備圧縮空気ユニット及び手動圧縮空気ユニットにより、24 時間は機器内水素濃度を 8 v o 1 %に維持するために必要な圧縮空気が供給される。

本対応により時間余裕を確保し、発生防止対策として可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給することにより、水素濃度は低下傾向となる。また、発生防止対策が機能しない場合は、拡大防止対策に移行するが、重大事故の水素爆発を想定する機器のうち、発生防止対策及び拡大防止対策が終了した時点において機器内水素濃度が 4 v o 1 %を越えている場合がある。

水素掃気機能喪失後から発生防止対策又は拡大防止対策の完了までの機器内の水素濃度の推移について以下に示す。

2. 評価方法

(1) 条件

評価条件の一覧を第 1 表に示す。

①対象機器

水素爆発を想定する機器すべてについて水素濃度の推移を評価する。

②初期水素濃度

補足説明資料 8-6 に示す初期水素濃度の計算方法と同様である。

③圧縮空気の供給流量

圧縮空気貯槽，圧縮空気ユニット又は予備圧縮空気ユニットからの空気の供給流量は，補足説明資料 8-6 の 2.2 に示す評価方法と同様に，圧力の減少に伴う流量の変化を逐次計算することにより決定する。また，空気の供給タイミングは $t = 0$ とする。

手動圧縮空気ユニットの圧縮空気の供給流量は，8 vol % に維持するために必要な圧縮空気量の一定値とする。

また，空気の供給タイミングは，タイムチャートに基づく圧縮空気供給開始時間とする。

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給流量は，機器内水素濃度を 4 % に維持するための流量の 1.5 倍とする。沸騰のおそれのある機器については沸騰による溶液のかくはんに伴い，水素発生量が増加する可能性があることから，更に 2 倍とする。

④空間容量

未然防止濃度に到達するまでの時間を評価する際に用いた空間容量を用いる。(満液状態を考慮した。液量が少ないと水素発生量が少なくなり，24 時間で 8 % に到達しないため。)

⑤水素発生速度

未然防止濃度に到達するまでの時間を評価する際に用いた水素発生速度を用いる。(満液状態を考慮しており，水素発生量が多くなるため，濃度が低下しにくくなる側の想定となる。)

対象機器の溶液が沸騰する場合，G 値を 2 倍とする。また，高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液の場合，沸騰に伴い東海再処理工場

を参考として設定した水素発生抑制効果は考慮しないこととし、G 値を 40 倍とする。

(2) 評価方法

水素濃度の推移の計算には(1)式を用いる。

$$\frac{dy}{dt} = \frac{f_{H_2}}{Vg} - \frac{y}{Vg} (f_{H_2} + Q(t)) \quad (1)$$

ここで、 y は水素濃度[vol%]、 Vg は空間容量[m³]、 f_{H_2} は水素発生速度[Nm³/h]、 $Q(t)$ は圧縮空気の供給量[m³/h]である。

f_{H_2} は沸騰の有無で可変とする。 $Q(t)$ は圧縮空気貯槽及び圧縮空気ユニットの圧力に応じて可変とし、また、対策実施時間で可変とする。

表1 主な評価条件

建屋*	機器名称	機器気相部 体積 V_g (m^3)	水素発生 速度 F_{H_2} (m^3/h)	沸騰時水素 発生速度 F_{H_2} (m^3/h)	対策時流量 (沸騰を考慮) Q (m^3/h)	手動圧縮空気ユニットからの 流量(8vol%維持流量を仮定) $Q(m^3/h)$
AA	ハル洗浄槽 A	0.038	2.2E-06	-	0.03	2.0E-02
AA	ハル洗浄槽 B	0.038	2.2E-06	-	0.03	2.00E-02
AA	水バフファ槽	0.69	4.3E-04	-	0.03	2.0E-02
AA	中継槽 A	2.7	2.2E-03	4.3E-03	0.16	2.7E-02
AA	中継槽 B	2.7	2.2E-03	4.3E-03	0.16	2.7E-02
AA	リサイクル槽 A	0.47	6.1E-04	1.3E-03	0.046	2.0E-02
AA	リサイクル槽 B	0.47	6.1E-04	1.3E-03	0.046	2.0E-02
AA	不溶解残渣回収槽 A	2.4	3.4E-05	3.4E-05	0.03	2.0E-02
AA	不溶解残渣回収槽 B	2.4	3.4E-05	3.4E-05	0.03	2.0E-02
AA	計量前中間貯槽 A	7.8	7.6E-03	1.6E-02	0.57	9.5E-02
AA	計量前中間貯槽 B	7.8	7.6E-03	1.6E-02	0.57	9.5E-02
AA	計量・調整槽	7.8	5.7E-03	1.2E-02	0.43	7.2E-02
AA	計量後中間貯槽	7.8	5.7E-03	1.2E-02	0.43	7.2E-02
AA	計量補助槽	1.6	1.6E-03	3.2E-03	0.12	2.0E-02
AA	中間ポット A	0.06	4.0E-05	7.9E-05	0.03	2.0E-02
AA	中間ポット B	0.06	4.0E-05	7.9E-05	0.03	2.0E-02
AB	抽出塔	0.22	53E-03	-	0.20	6.7E-02
AB	第1洗浄塔	0.22	3.3E-03	-	0.13	4.1E-02
AB	第2洗浄塔	0.22	1.6E-03	-	0.058	2.0E-02
AB	TBP洗浄塔	0.058	4.9E-03	-	0.19	6.1E-02
AB	プルトニウム分配塔	0.29	2.6E-03	-	0.097	3.3E-02
AB	ウラン洗浄塔	0.049	5.4E-04	-	0.03	2.0E-02
AB	プルトニウム洗浄器	1.1	2.1E-04	-	0.03	2.0E-02
AB	プルトニウム溶液受槽	0.15	1.2E-03	-	0.043	2.0E-02

建屋*	機器名称	機器気相部 体積 V_g (m^3)	水素発生 速度 F_{H_2} (m^3/h)	沸騰時水素 発生速度 F_{H_2} (m^3/h)	対策時流量 (沸騰を考慮) Q (m^3/h)	手動圧縮空気ユニットからの 流量(8vol%維持流量を仮定) $Q(m^3/h)$
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	0.15	1.2E-03	-	0.043	2.0E-02
AB	第1一時貯留処理槽	0.15	6.8E-03	1.4E-02	0.51	8.5E-02
AB	第2一時貯留処理槽	0.15	1.6E-03	-	0.059	2.0E-02
AB	第3一時貯留処理槽	11	3.8E-03	7.7E-03	0.29	4.8E-02
AB	第4一時貯留処理槽	11	3.2E-03	6.4E-03	0.24	4.0E-02
AB	第5一時貯留処理槽	0.15	1.4E-03	-	0.052	2.0E-02
AB	第6一時貯留処理槽	1	1.1E-02	2.1E-02	0.78	1.3E-01
AB	第7一時貯留処理槽	0.02	5.4E-04	1.1E-03	0.040	2.0E-02
AB	第8一時貯留処理槽	0.07	3.0E-03	5.9E-03	0.22	3.7E-02
AB	第9一時貯留処理槽	3.6	4.6E-03	-	0.17	5.7E-02
AB	第10一時貯留処理槽	3.6	2.4E-05	-	0.03	2.0E-02
AB	第1洗浄器	1.9	2.4E-05	-	0.03	2.0E-02
AB	高レベル廃液供給槽A	4.5	1.2E-03	2.3E-03	0.085	2.0E-02
AB	高レベル廃液濃縮缶A	31	4.6E-02	9.2E-02	3.5	5.8E-01
AB	溶解液中間貯槽	11	5.7E-03	1.2E-02	0.43	7.2E-02
AB	溶解液供給槽	2.3	1.4E-03	2.8E-03	0.11	2.0E-02
AB	抽出廃液受槽	4.4	2.0E-03	3.9E-03	0.15	2.5E-02
AB	抽出廃液中間貯槽	4.1	2.6E-03	5.2E-03	0.20	3.3E-02
AB	抽出廃液供給槽 A	18	8.1E-03	1.7E-02	0.61	1.1E-01
AB	抽出廃液供給槽 B	18	8.1E-03	1.7E-02	0.61	1.1E-01
AC	プルトニウム溶液供給槽	0.26	1.5E-03	-	0.056	2.0E-02
AC	抽出塔	0.019	1.7E-03	-	0.064	2.2E-02
AC	核分裂生成物洗浄塔	0.019	1.4E-03	-	0.050	2.0E-02
AC	逆抽出塔	0.019	2.5E-03	-	0.093	3.1E-02
AC	ウラン洗浄塔	0.0016	6.0E-04	-	0.03	2.0E-02
AC	補助油水分離槽	0.0076	2.8E-04	-	0.03	2.0E-02

建屋*	機器名称	機器気相部 体積 V_g (m^3)	水素発生 速度 F_{H_2} (m^3/h)	沸騰時水素 発生速度 F_{H_2} (m^3/h)	対策時流量 (沸騰を考慮) Q (m^3/h)	手動圧縮空気ユニットからの 流量(8vol%維持流量を仮定) $Q(m^3/h)$
AC	TBP 洗浄器	0.059	1.9E-04	-	0.03	2.0E-02
AC	プルトニウム溶液受槽	0.088	1.4E-03	2.8E-03	0.11	2.0E-02
AC	油水分離槽	0.11	1.4E-03	2.8E-03	0.11	2.0E-02
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	4.7E-03	9.3E-03	0.35	5.8E-02
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	4.7E-03	9.3E-03	0.35	5.8E-02
AC	プルトニウム濃縮缶	0.24	7.1E-04	-	0.03	2.0E-02
AC	プルトニウム濃縮液受槽	0.13	3.4E-03	6.7E-03	0.26	4.2E-02
AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.1	5.2E-03	1.1E-02	0.39	6.5E-02
AC	プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	3.4E-03	6.7E-03	0.26	4.2E-02
AC	リサイクル槽	0.13	3.4E-03	6.8E-03	0.26	4.3E-02
AC	希釈槽	0.11	3.9E-03	7.7E-03	0.29	4.8E-02
AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	3.4E-03	6.8E-03	0.26	4.3E-02
AC	第1一時貯留処理槽	0.12	2.9E-03	5.7E-03	0.22	3.6E-02
AC	第2一時貯留処理槽	0.12	1.3E-03	2.5E-03	0.093	2.0E-02
AC	第3一時貯留処理槽	0.18	2.4E-03	4.7E-03	0.18	3.0E-02
AC	第4一時貯留処理槽	0.13	1.7E-04	-	0.03	2.0E-02
AC	第7一時貯留処理槽	2.8	6.5E-03	-	0.24	8.1E-02
CA	硝酸プルトニウム貯槽	0.33	3.5E-03	6.9E-03	0.26	4.4E-02
CA	混合槽 A	0.33	2.7E-03	5.3E-03	0.20	3.3E-02
CA	混合槽 B	0.33	2.7E-03	5.3E-03	0.20	3.3E-02
CA	一時貯槽	0.33	3.5E-03	6.9E-03	0.26	4.4E-02
KA	第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.3E-02	4.9E-01	18	1.6E-01
KA	第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.3E-02	4.9E-01	18	1.6E-01
KA	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.2E-01	4.3	3.6E-02
KA	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.2E-01	4.3	3.6E-02
KA	高レベル廃液混合槽A	7.9	3.8E-03	1.5E-01	5.7	4.7E-02

建屋※	機器名称	機器気相部 体積 V_g (m^3)	水素発生 速度 F_{H_2} (m^3/h)	沸騰時水素 発生速度 F_{H_2} (m^3/h)	対策時流量 (沸騰を考慮) Q (m^3/h)	手動圧縮空気ユニットからの 流量(8vol%維持流量を仮定) $Q(m^3/h)$
KA	高レベル廃液混合槽B	7.9	3.8E-03	1.5E-01	5.7	4.7E-02
KA	供給液槽A	3.3	9.4E-04	3.8E-02	1.4	2.0E-02
KA	供給液槽B	3.3	9.4E-04	3.8E-02	1.4	2.0E-02
KA	供給槽A	1.1	3.8E-04	1.5E-02	0.57	2.0E-02
KA	供給槽B	1.1	3.8E-04	1.5E-02	0.57	2.0E-02
KA	第1不溶解残渣廃液一時貯槽	3.8	3.4E-05	3.4E-05	0.03	2.0E-02
KA	第2不溶解残渣廃液一時貯槽	3.8	3.4E-05	3.4E-05	0.03	2.0E-02
KA	第1不溶解残渣廃液貯槽	20	2.7E-04	2.7E-04	0.03	2.0E-02
KA	第2不溶解残渣廃液貯槽	20	2.7E-04	2.7E-04	0.03	2.0E-02
KA	高レベル廃液共用貯槽	7.3	1.3E-02	4.9E-01	18	1.6E-01

3. 評価結果

機器内水素濃度の推移について評価結果を図1から図10に示す。

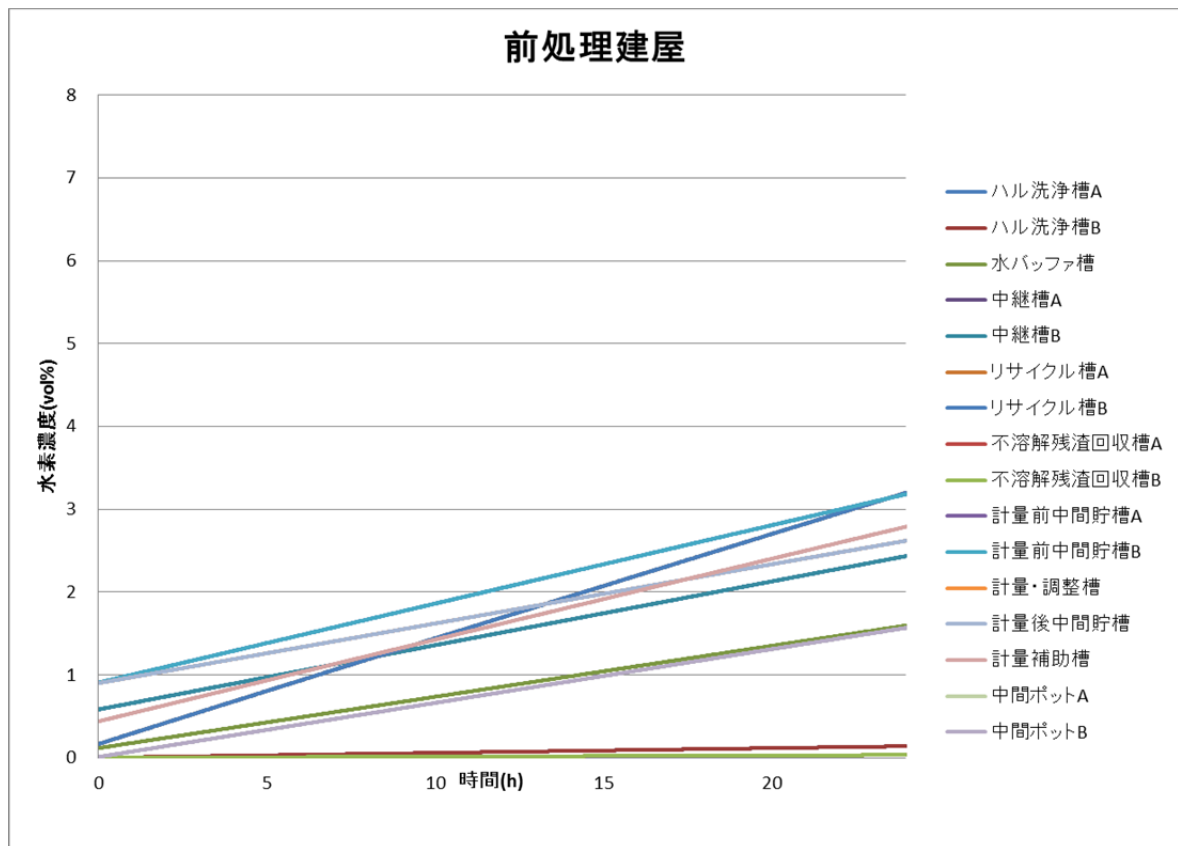


図1. 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）

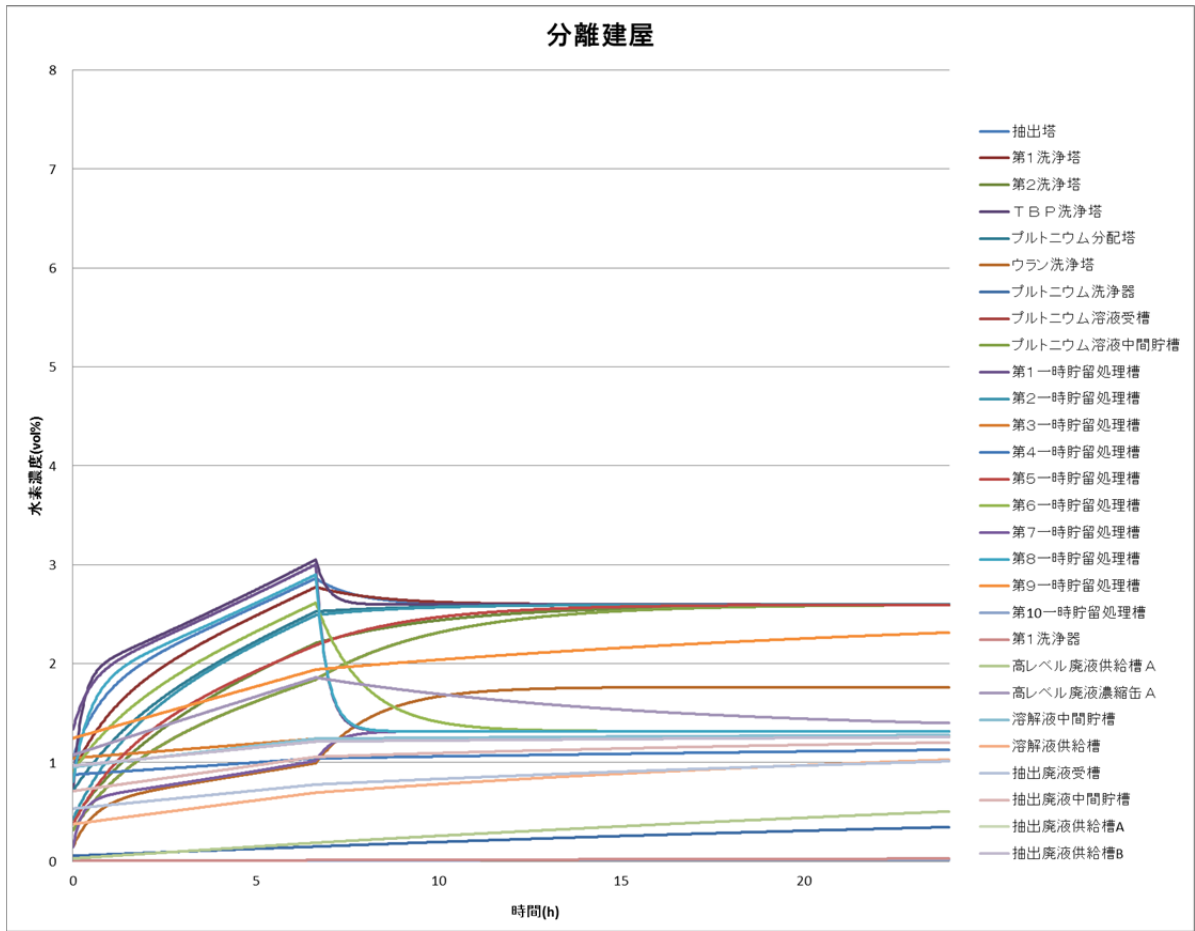


図2. 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）

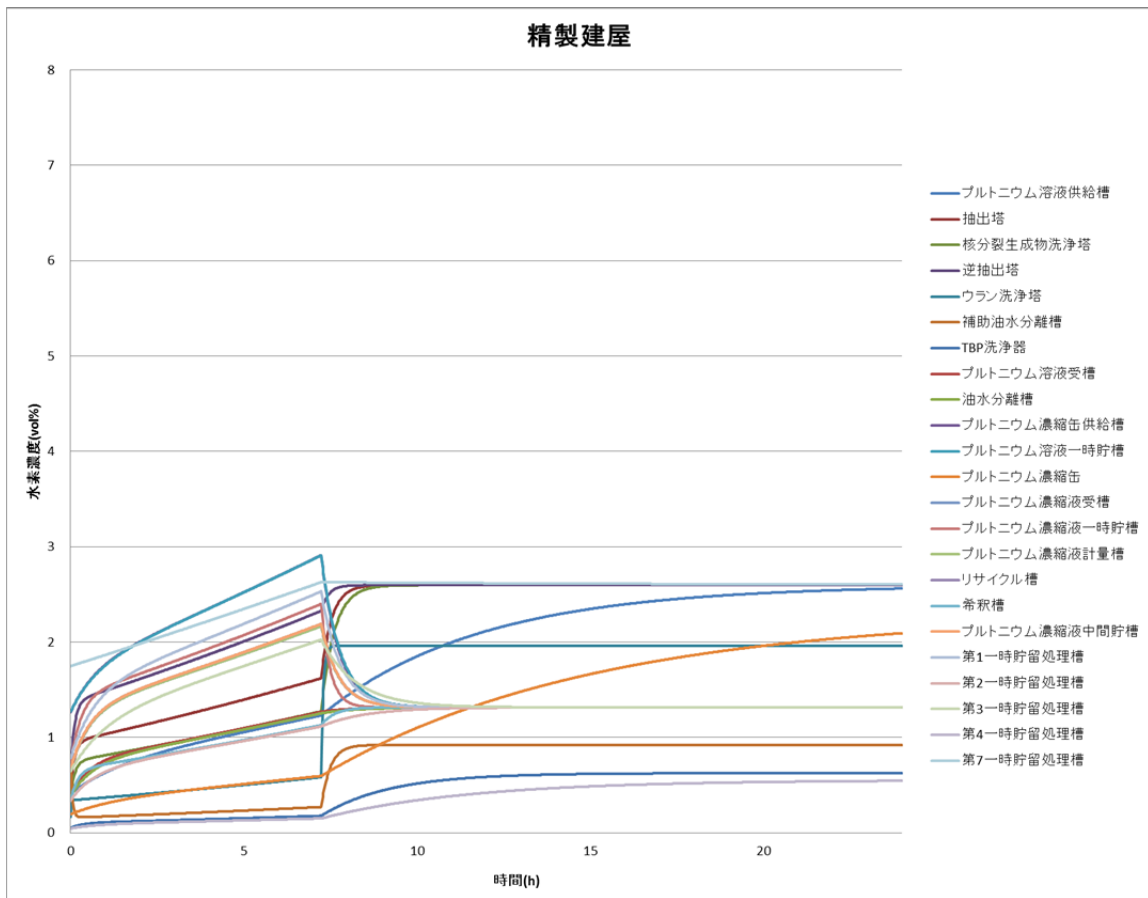


図3. 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）

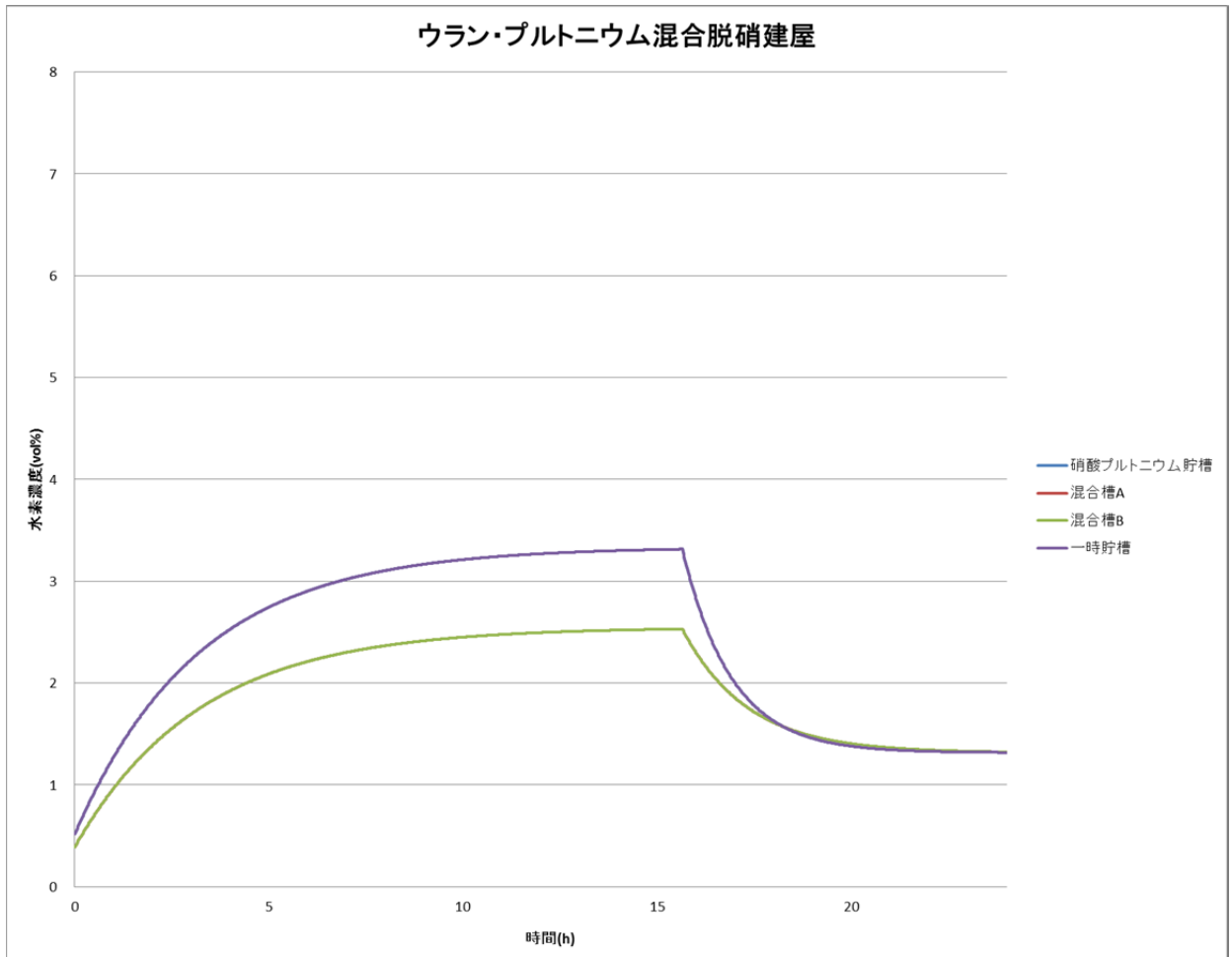


図4. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移
(発生防止対策)

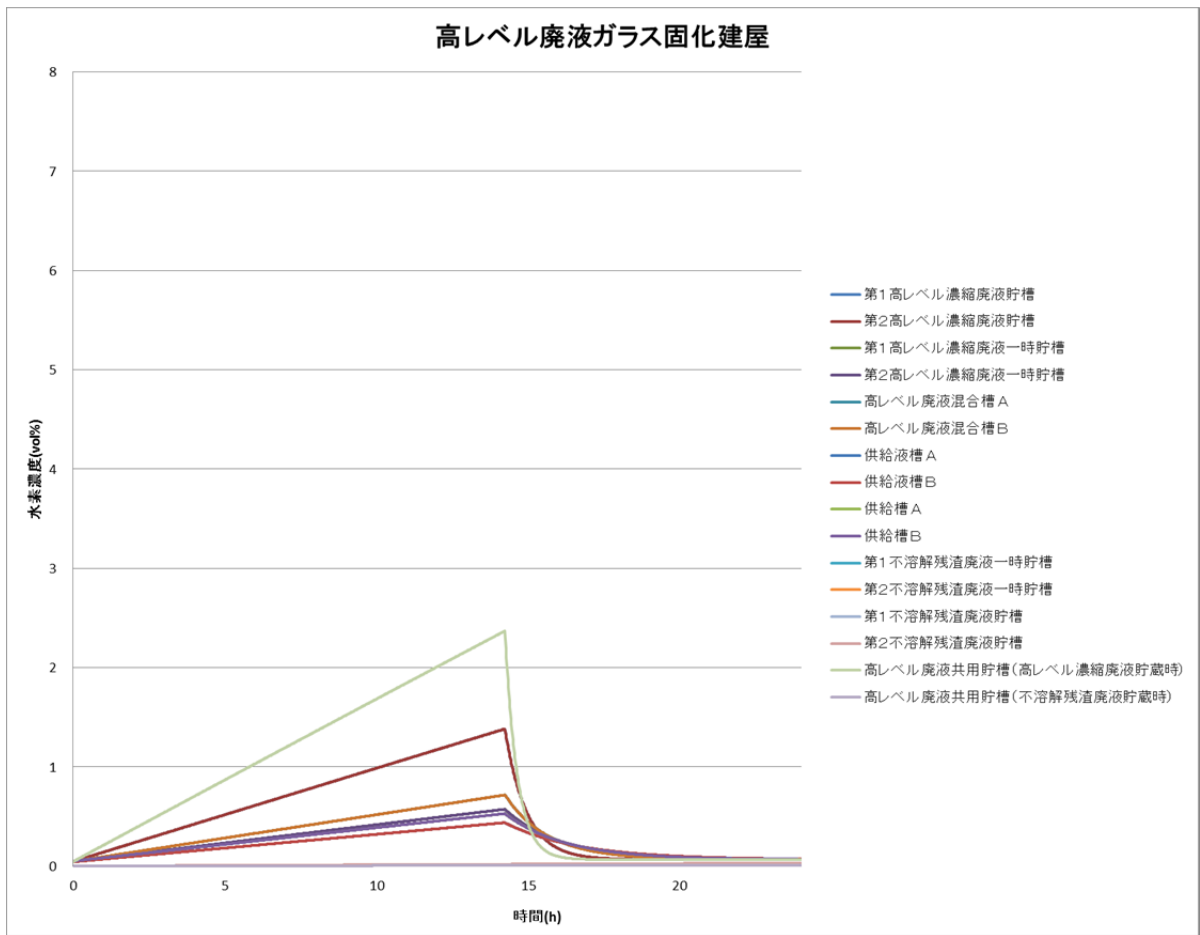


図5. 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移
(発生防止対策)

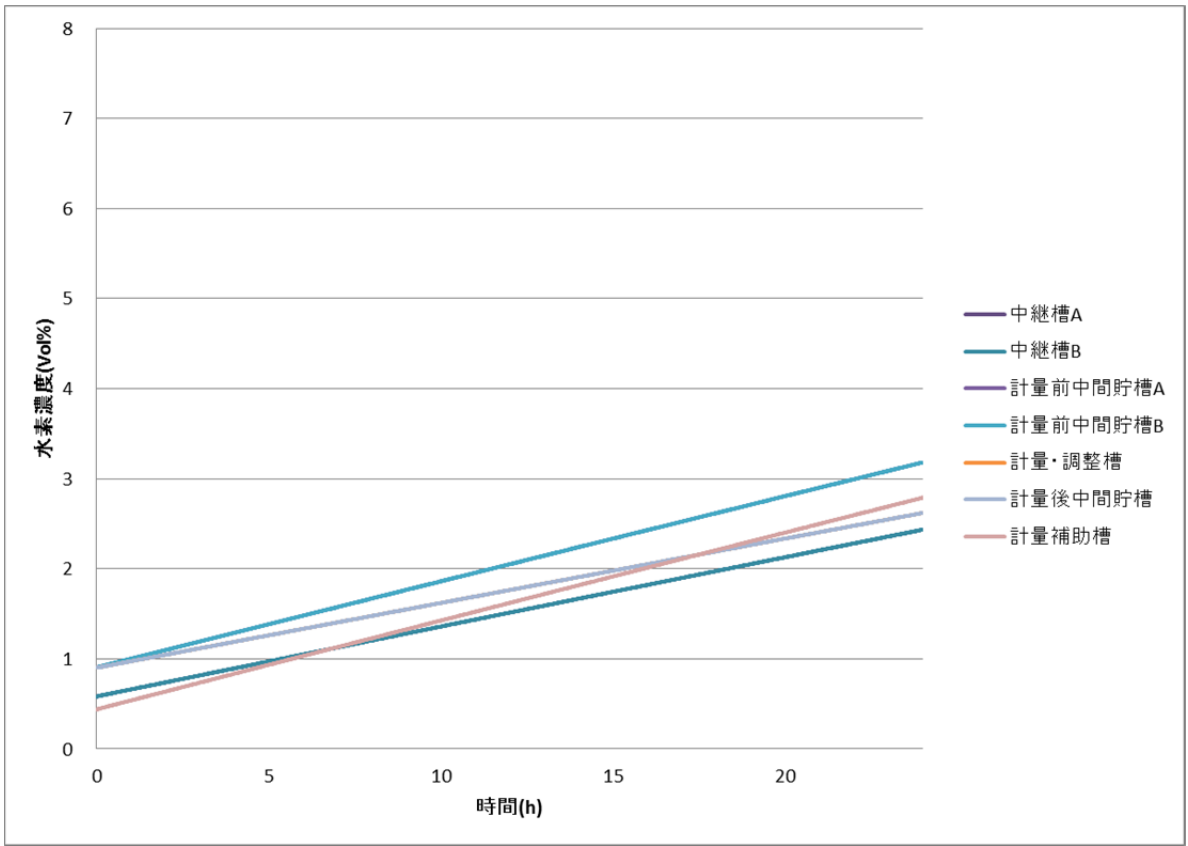


図6. 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）

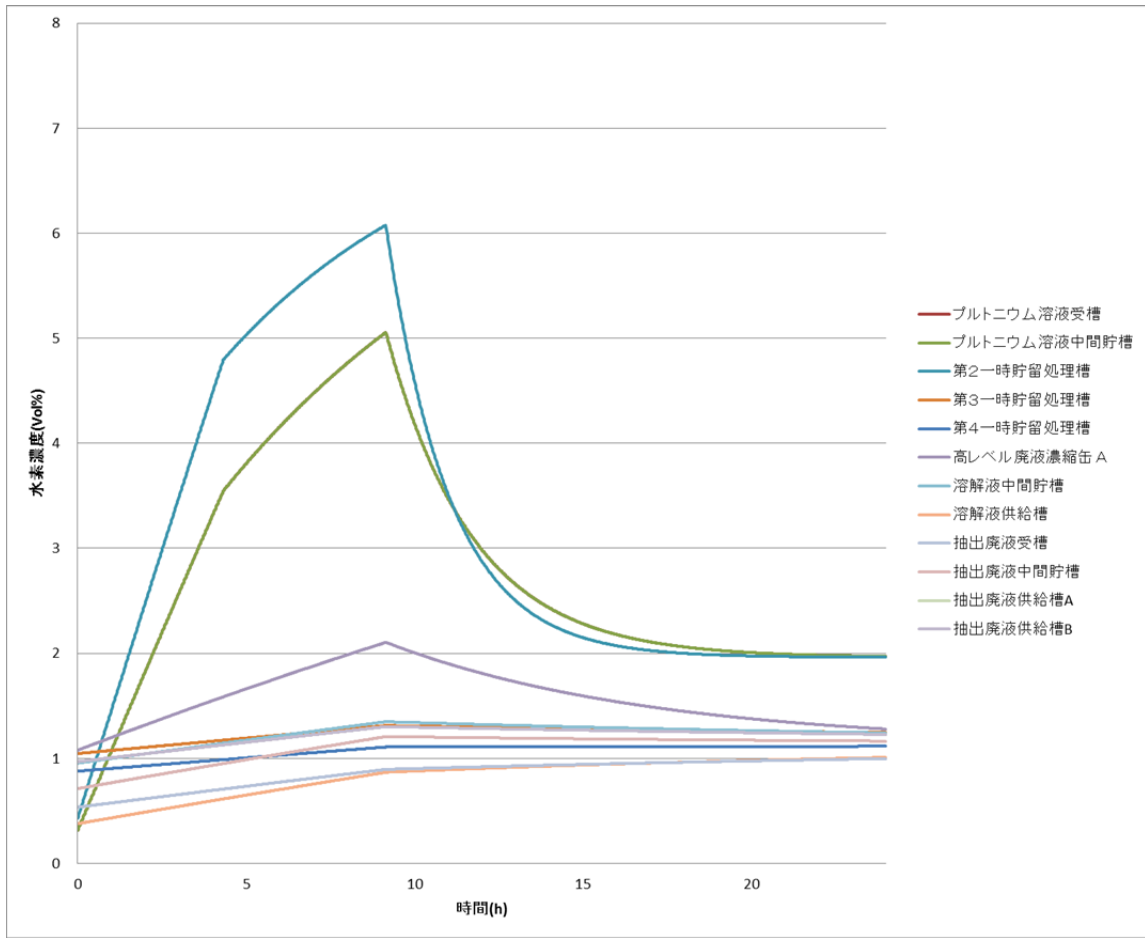


図7. 分離建屋の機器に関する水素濃度推移 (拡大防止対策)

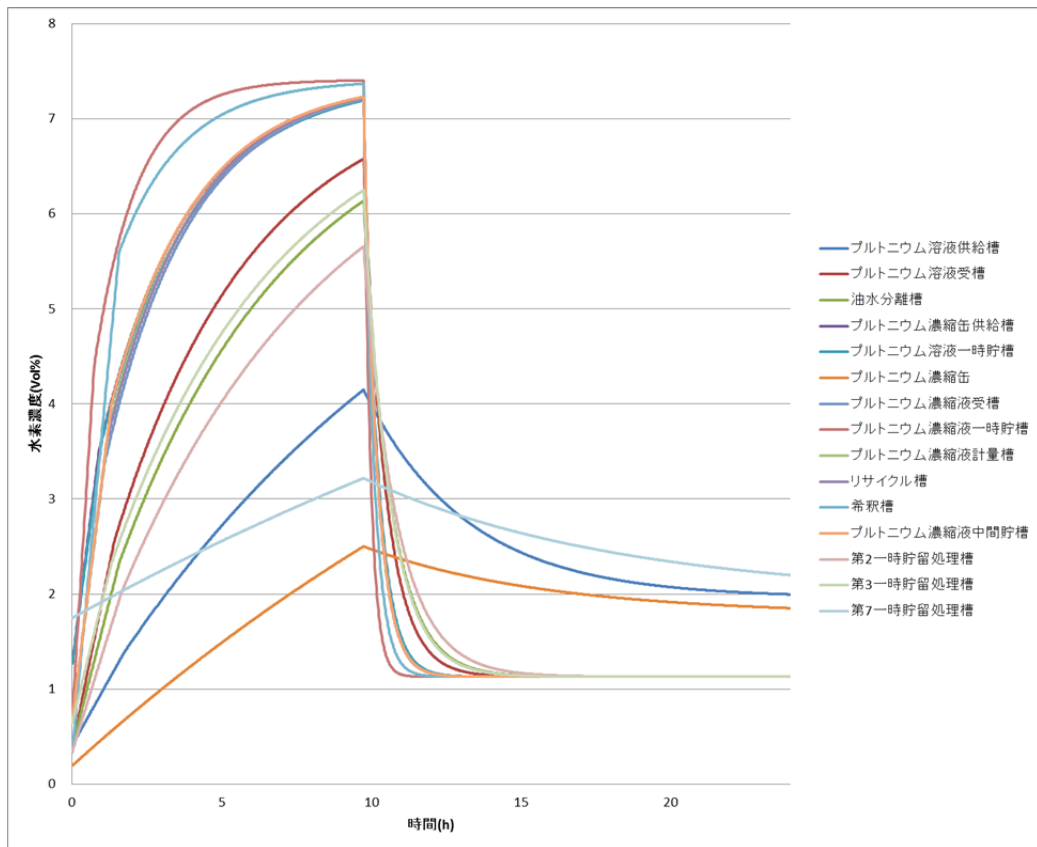


図 8. 精製建屋の機器に関する水素濃度推移 (拡大防止対策)

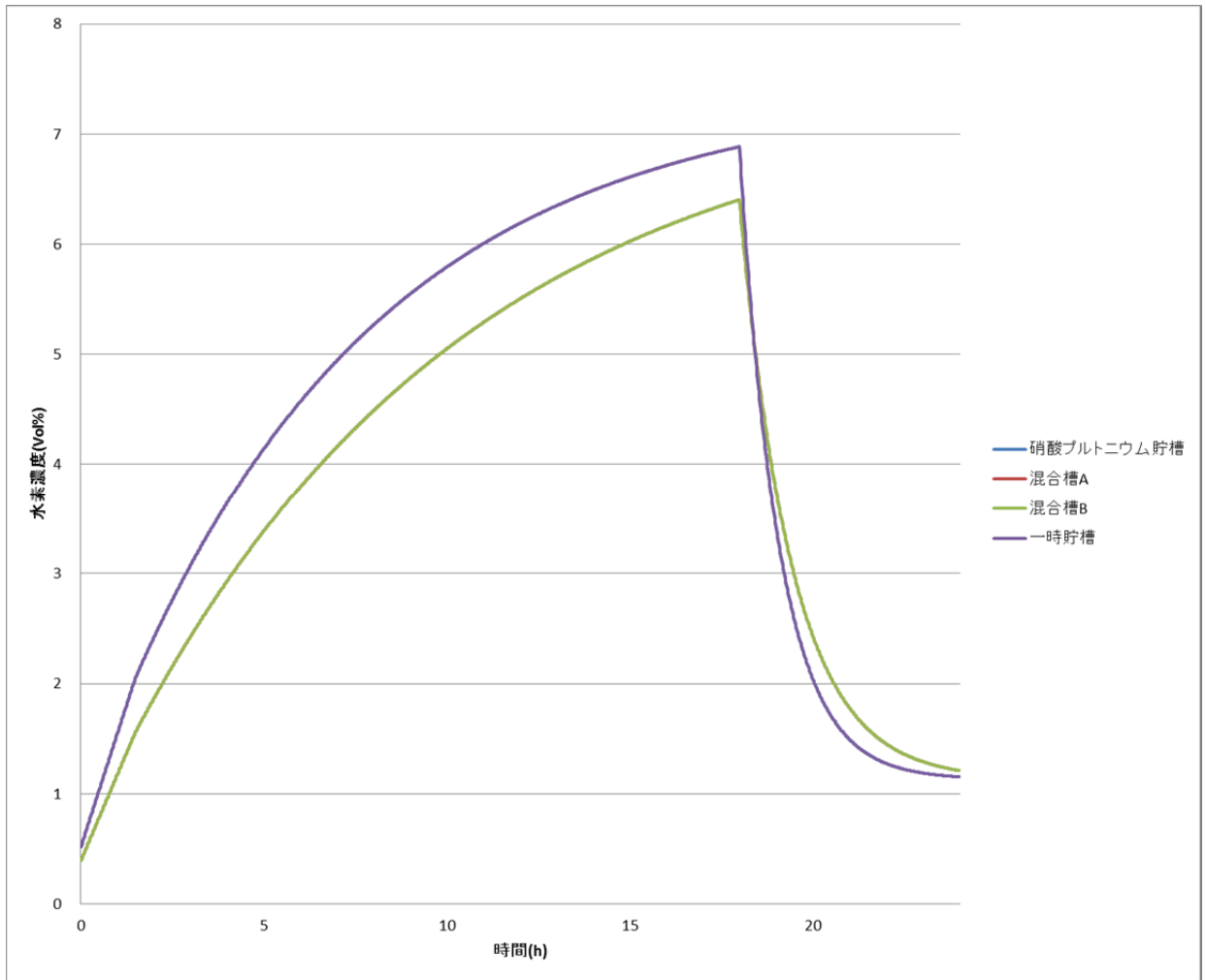


図9. ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移
(拡大防止対策)

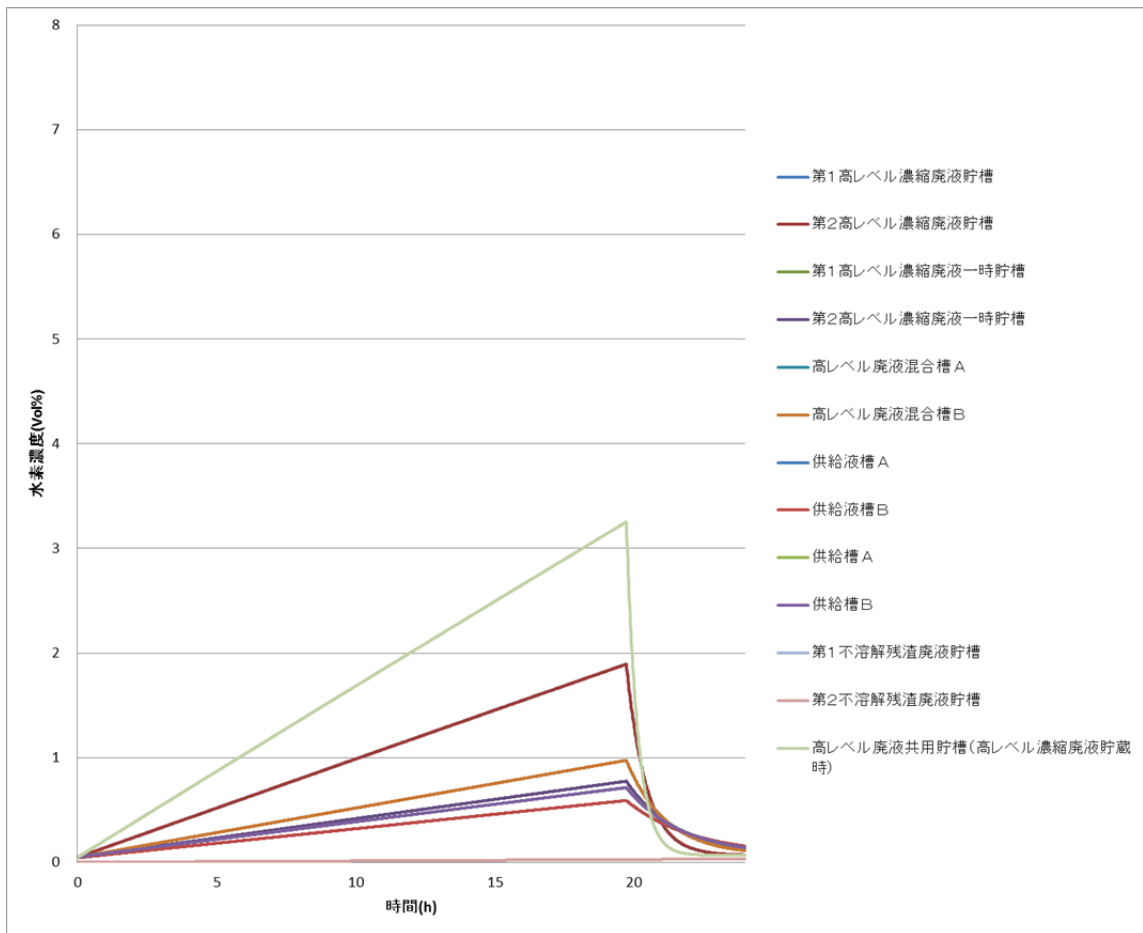


図 10. 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移
(拡大防止対策)

補足説明資料 8-12 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

事故環境における重大事故等対処施設の機能維持

1. はじめに

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を有効に発揮できることを説明する。

2. 水素爆発未然防止設備

(1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気貯槽，圧縮空気ユニット，予備圧縮空気ユニット，手動圧縮空気ユニット，圧縮空気供給系，圧縮空気設備の水素掃気用安全圧縮空気系，発生防止用圧縮空気供給系，その他圧縮空気を供給するための系統）

a. 温度

水素爆発の発生防止対策は水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力は重大事故等対処設備の使用圧力に対して小さいこと、または

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力※を必要に応じて減圧し、供給することから、設備の機能を損なうことはない。

※圧縮空気貯槽及び可搬型空気圧縮機：約 0.69MPa

圧縮空気ユニット：約 14MPa

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

- (2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型個別供給用建屋外ホース，可搬型個別供給用建屋内ホース，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

発生防止対策は、水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し、供給することから有意な影響はない。

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

3. 水素爆発拡大防止設備

(1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気供給系，拡大防止用圧縮空気供給系）

a. 温度

水素爆発の拡大防止対策は水素爆発前に実施されることから，水素爆発の影響を受けることはなく，温度条件は平常時と同じであるため，設備の機能を損なうことはない。また，仮に水素爆発が発生した場合でも，水素爆発による温度の上昇は一時的なものであることから，設備の機能を損なうことはない。

b. 圧力

圧縮空気を供給するための常設重大事故等対処設備の配管は，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し，供給することから有意な影響はない。

仮に水素爆発が発生した場合でも，建屋外に配備する重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受けることはないこと，水素爆発の発生を想定する機器の近傍に設置される重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受ける可能性があるが，水素爆発が発生した場合の爆発圧力に対して十分な強度を有することから，設備の機能を損なうことはない*。

* 爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合
耐圧は下式*¹より約 29MPa となる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

D_o : 外径 (mm) = 114.3mm

η : 継手効率 = 1.0

S : 許容引張応力 (MPa) = 404.1MPa

(SUS304 の引張り強さの 0.9 倍)

補 8-12-3

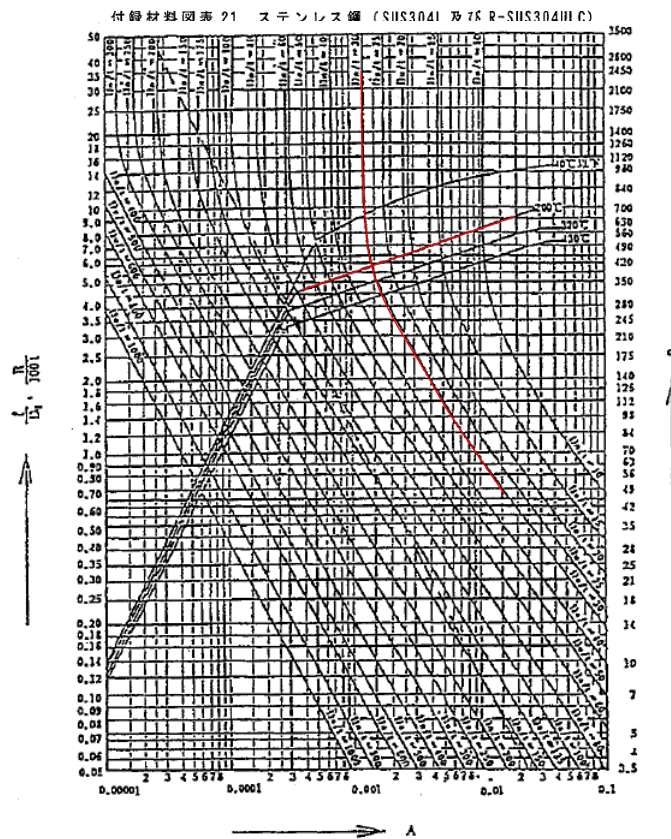
t : 厚さ (mm) = 4.0mm

補 8-12-4

爆発の圧力が配管の外側から加わった場合
 耐圧は下式*1より約19MPaとなる。

$$t = \frac{3PeD_0}{4B}$$

t : 管の計算上必要な厚さ (mm) = 4.0mm
 D₀ : 管の外径 = 114.3mm
 Pe : 外面に受ける最高の圧力 (MPa)
 B : 付録材料図表 21 から求めた値 = 420



仮に水素爆発が起こったとしても圧力はせいぜい数 MPa であるため、拡大防止用圧縮空気供給系が使用できなくなることはない。

* 1 「再処理設備規格 設計規格(2010年版) , 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

- (2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型個別供給用建屋外ホース，可搬型個別供給用建屋内ホース，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は，可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

拡大防止対策は，水素爆発開始までに実施されることから，温度条件としては平常時と同じであり，重大事故の影響を受けることはない。

可搬型空気圧縮機は，建屋外に配備するため，仮に水素爆発が起こったとしても，セル内の機器の爆発による影響を受けない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等の使用圧力が1 MPa程度であるのに対し，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力(約0.69MPa程度)はそれよりも小さいことから，有意な影響はない。

可搬型空気圧縮機は，建屋外に配備するため，仮に水素爆発が起こったとしても，セル内の機器の爆発による影響を受けない。

4. 換気系統遮断・セル内導出設備

- (1) 常設及び可搬型重大事故等対処設備（塔槽類廃ガス処理設備の配管，セル導出ユニットの配管，可搬型ダクト）

a. 温度

異常な水準の放出防止対策（セル導出）は，水素爆発前に実施されるため，温度条件としては蒸発乾固時における各溶液の沸点程度（100℃を上回る程度）であることから，常設重大事故等対処設備である塔槽類廃ガス処理設備の配管及びセル導出ユニットが有意な影響を受けることはなく，また，可搬型重大事故等対処設備である可搬型ダクトについても，想定される使用温度において有意な影響はない。

仮に水素爆発が起こった場合，瞬間的に気体の温度は上昇するが，貯槽温度を有意に上昇させる熱量ではなく数度の温度上昇に留まること，過渡的な現象であることから有意な影響はない。

b. 圧力

仮に水素爆発が起こった場合，塔槽類廃ガス処理設備の配管及びセル導出ユニットの配管内の圧力上昇の可能性はあるが，十分な強度を持つことから，有意な影響はない*。

隔離弁については，耐圧性能が水素濃度8vol%の爆発による圧力上昇を上回るため，経路維持可能であり有意な影響はない（補足8-15）。

*爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合
耐圧は下式⁽¹⁾より約16MPaとなる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

D_o : 外径 (mm) = 812.8mm

補8-12-7

η : 継手効率 = 1.0

S : 許容引張応力 (MPa) = 336.6MPa

(100°Cの R-SUS304ULC の引張り強さの 0.9 倍)

t : 厚さ (mm) = 20mm

c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

5. 放出影響緩和設備

(1) 常設重大事故等対処設備 (換気系統のダクト)

a. 温度

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、温度条件としては蒸発乾固の各溶液の沸点程度 (100°Cを上回る程度) であることから、常設重大事故等対処設備である換気系統のダクトが有意な影響を受けることはない。

仮に水素爆発が起こった場合においては、導出先のセルの容積により発生圧力は緩和されることから、温度上昇は僅かであり換気系のダクトが有意な影響を受けることはない。

b. 圧力

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、有意な圧力上昇はないと考えられるが、万一水素爆発により逆止ダンパから放射性物質が漏えいしたとしても、可搬型排風機を起動することにより管理しながら放出することが可能である。

6. 結果

2. ～ 5. より，安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも，重大事故等対処施設は機能を有効に発揮する。

以上

補足説明資料 8-13 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

時間余裕計算方法の有する安全余裕について

1. はじめに

圧縮空気貯槽や圧縮空気貯槽からの圧縮空気の供給がない場合の機器内水素濃度が未然防止濃度（8 v o 1 %）に到達するまでの時間余裕は、機器の溶液量、溶液の崩壊熱密度及び水素のG値から決まる水素発生速度、水素発生速度と水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量から決まる初期水素濃度並びに機器の空間容量から評価している。（詳細は、補足資料 8-7 未然防止濃度に到達するまでの時間余裕の評価方法に記す。）

2. 各種パラメータの安全余裕について

(1) 溶液量及び空間容量

時間余裕の評価に用いた機器の溶液量は平常運転時の最大の溶液量としている。平常運転時は最大の溶液量とは限らず、平常運転時に対し水素発生量を大きくし、空間容量を小さくするため、通常の運転時と比べ時間余裕を短くする想定である。（ただし、平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器については、液量設定による安全余裕がとれない場合がある。）

参考に機器の液量が最大の溶液量に対し 80%にした場合の時間余裕の評価例を表 1 に示す。

表1 未然防止濃度到達時間の比較（溶液量100%と80%）

建屋	機器	時間余裕 [h]	
		液量100%	液量80%
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	高レベル濃縮廃液貯槽	41	150
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	100	220
	高レベル廃液混合槽	83	150
	供給液槽	142	230
	供給槽	117	—*
	不溶解残渣廃液一時貯槽	4500	7100
	不溶解残渣廃液貯槽	3000	6400

※ 供給槽は平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器であるため、80%での時間余裕は評価しない。

(2) 水素のG値

時間余裕の評価に用いる水素発生G値は、溶液温度、沸騰現象、硝酸濃度（硝酸イオン濃度）に影響を受けるため、これらを考慮したG値を設定する必要がある。

溶液温度と水素発生G値、硝酸濃度と水素発生G値の関係をそれぞれ図1及び図2に示す。

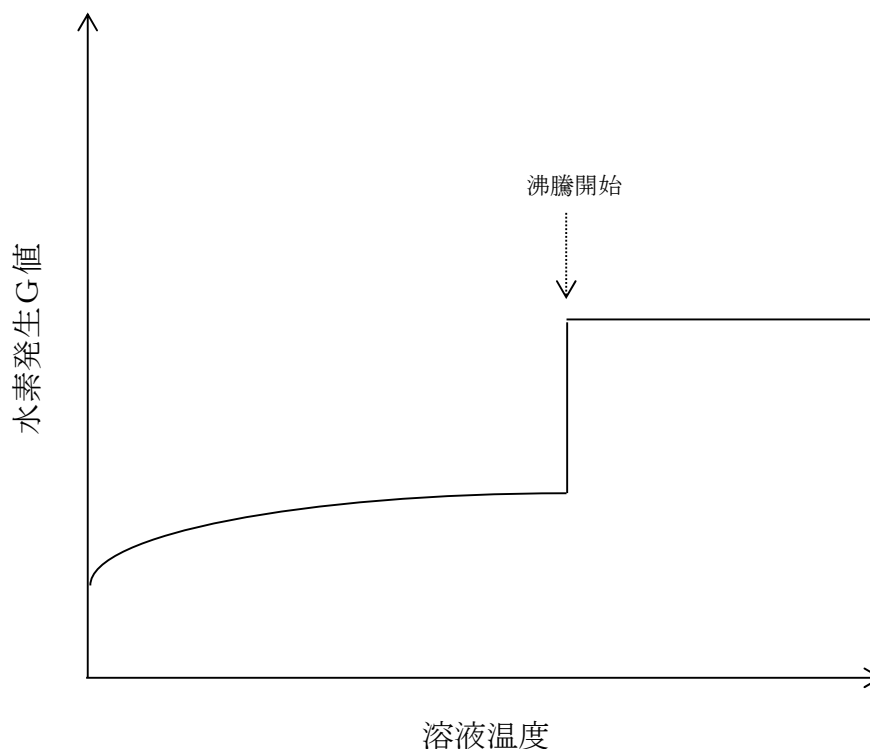


図1 溶液温度と水素発生G値の関係の概要図

補 8-13-2

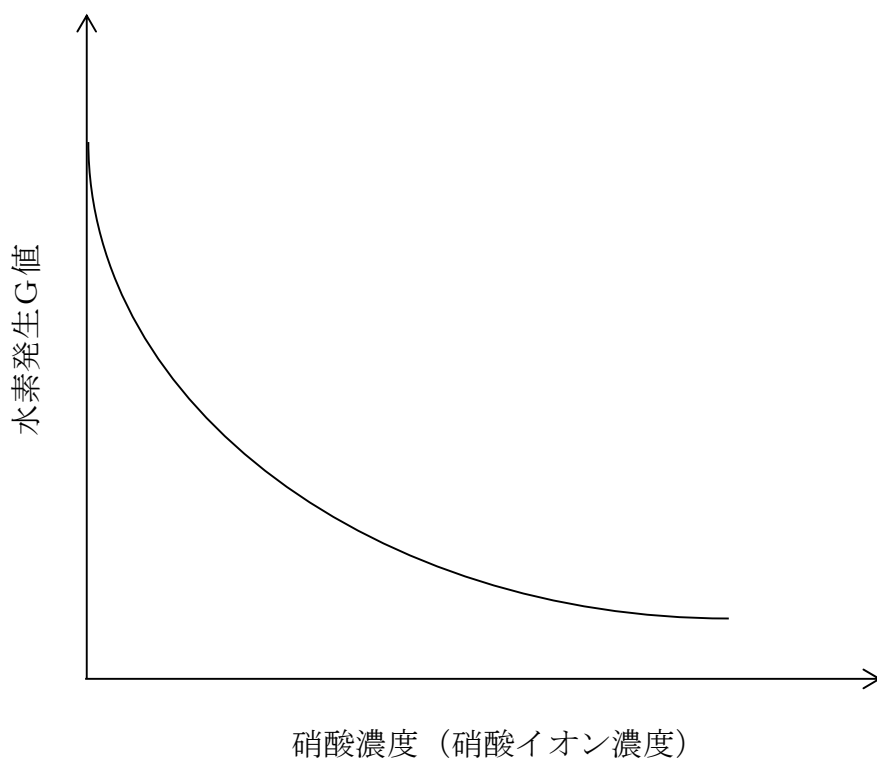


図2 硝酸濃度と水素発生G値の関係の概要図

溶液温度と水素発生G値の関係については、図1より、溶液温度が上昇すると水素発生G値が上昇する可能性がある。また、溶液が沸点に到達した場合、水素発生の見かけのG値が上昇することにより、水素発生量が増加する可能性がある。

硝酸濃度（硝酸イオン濃度）と水素発生G値の関係については、図2より、硝酸濃度（硝酸イオン濃度）が高くなるほどG値が指数関数的に低下する傾向を示す。時間余裕の評価に用いた水相の水素発生G値は、平常運転時の遊離硝酸イオン濃度を想定して設定しており、塩に含まれる硝酸イオンは考慮していない。G値は硝酸イオン濃度が低いほど大きくなるため、水素発生量が大きくなり時間余裕を短くする想定である。

一方、水素発生量が最も高くなる水の水素発生G値については、沸騰時

においても沸騰前の水素発生G値の2倍の範囲内となることが報告されている[1]。また、模擬高レベル廃液を用いた水素発生G値の確認試験においても、沸騰時の水素発生G値は0.0063と報告されており、評価に用いている水素発生G値である0.003の2倍程度の範囲に包含されることを確認している[2]。

さらに、水素発生G値の温度依存性について、硝酸の水素発生G値は温度の上昇に伴い上昇するという報告がある一方、模擬高レベル廃液の水素発生G値では、温度の上昇により水素発生G値は低下するという報告もある。

このため、上述の水素発生G値へ与える可能性を考慮し、これらの影響を包含する水素発生G値として、再処理施設の設計及び工事の方法の認可申請書における火災及び爆発の防止設計において設定した水素発生G値を一律2倍した値を時間余裕の評価に用いる。また、沸騰開始後は、高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル濃縮廃液において考慮している、東海再処理工場における高レベル廃液の水素発生G値の測定実績を踏まえた水素発生量低減効果を考慮しないこととする。

(3)水素掃気用安全圧縮空気流量

時間余裕の評価に用いた水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量は、警報設定値を元に設定しており、平常運転時の水素掃気流量より小さい値である。水素掃気用安全圧縮空気流量が小さいほど初期水素濃度が大きくなるため、時間余裕を短くする想定である。

ただし、表2に示すとおり、警報設定値を元に設定した流量に基づく時間余裕と平常運転時の流量に基づく時間余裕に有意な差はない。

表2 未然防止濃度到達時間の比較（水素掃気用安全圧縮空気流量を警報設定値に基づく流量とした場合と平常運転時の流量とした場合の比較）

建屋	機器	時間余裕 [h]	
		警報設定値に基づく流量の場合	平常運転時の流量の場合
高レベル 廃液ガラス 固化建 屋	高レベル濃縮廃液貯槽	41	41
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	100	100
	高レベル廃液混合槽	83	83
	供給液槽	142	142
	供給槽	117	117
	不溶解残渣廃液一時貯槽	4500	4500
	不溶解残渣廃液貯槽	3000	3000

3. 時間余裕の計算方法による時間余裕について

未然防止濃度到達までの時間は、水素掃気機能喪失の前に機器に存在していた水素と発生した水素が全て機器内に蓄積しつづけるという想定で、未然防止濃度到達までの時間を評価している。

$$t_{\text{mar}} = \frac{8 - C_0}{100} \times \frac{V_{\text{gas}}}{F_{\text{H}_2}}$$

t_{mar} : 未然防止濃度到達までの時間 (h)

C_0 : 初期水素濃度 (vol%)

V_{gas} : 機器の空間容量 (m^3)

実際には、機器内の水素の一部が機器内で発生した水素によって機器外の押し出されるが、水素が全て蓄積し続けると想定することは、より未然防止濃度に到達する時間が短くなるという点で安全側である。

比較のために、空間容量を 0.1m^3 、水素発生速度を $0.001\text{m}^3/\text{h}$ とした架空の貯槽における機器外への水素の押し出しを考慮した水素濃度の変化を評価した。

Δt 分後における機器内の水素量 $m_{\text{H}_2 t 0 + \Delta t}$ を

$$Q_{H_2 t 0} + Q_{H_2 i n} - Q_{H_2 o u t}$$

により評価する。

ここで、

$$Q_{H_2 i n} : \Delta t \text{ 分間に発生した水素量 (m}^3\text{)}$$

$$= R_{H_2} / 60 \times \Delta t \text{ (m}^3\text{)}$$

$$R_{H_2} : \text{水素発生量速度 (m}^3\text{/h)}$$

$$Q_{H_2 o u t} : \Delta t \text{ 分間で機器から出る水素量}$$

$$= C_0 \times (R_{H_2} + R_{A I R}) / 60 \times \Delta t$$

$$C_0 : \text{初期水素濃度 (-)}$$

$$R_{A I R} : \text{圧縮空気供給流量 (m}^3\text{/h)}$$

(Δt 分間において、発生した水素と供給した圧縮空気により、機器外に水素量が押し出されると想定)

同様に、さらに Δt 分後の機器内の水素量 $Q_{H_2 t 0 + \Delta t + \Delta t}$ を評価し、必要な回数を繰り返すことにより、機器内の水素量の変化を評価する。

0 分における機器内の初期水素濃度を 0 とした。また、圧縮空気流量は $0 \text{ m}^3/\text{h}$ とした。

評価結果を図 1 に示す。未然防止濃度に到達する時間は、水素が機器内に全て蓄積すると想定することで、約 4 % 短くなる。

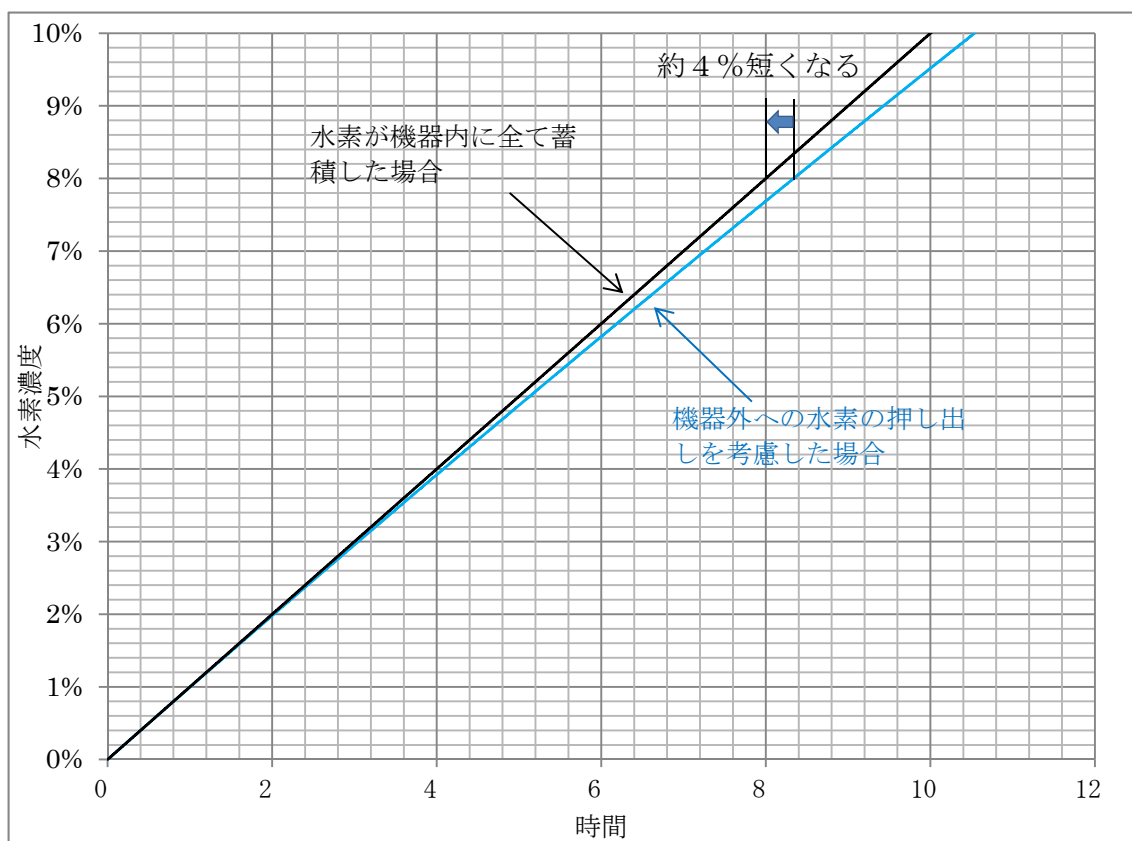


図3 水素が機器内に全て蓄積すると想定した場合の水素濃度推移と機器外への水素の追出しを考慮した場合の水素濃度推移の比較

(参考文献)

[1] 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉 重大事故等対策の有効性評価について (補足説明資料), KK67-0036 改 38, 平成 29 年 6 月 東京電力ホールディングス株式会社

[2] 齋藤 義鷹他, 高レベル濃縮廃液中のパラジウム効果に関する研究 (3) γ 線照射による水素発生量評価, 日本原子力学会 2018 年秋の大, 3J04, (2012)

補足説明資料 8-14 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

手動圧縮空気ユニットの信頼性について

1. はじめに

水素掃気機能の喪失により重大事故の水素爆発を想定する貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短い分離建屋，精製建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については，圧縮空気貯槽，圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットを常設重大事故等対処設備として設置するが，これらの機能喪失により圧縮空気が供給できない場合を想定し，圧縮空気貯槽，圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットと異なる系統に，速やかに接続できる手動圧縮空気ユニットを設置することで，貯槽内の水素濃度が未然防止に至るまでの時間が 24 時間以内の貯槽等においても 24 時間の時間余裕を確保することとしている。

本書では，手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給に係る信頼性について説明する。

2. 手動圧縮空気ユニットの設備概要

分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する手動圧縮空気ユニットの概要図を図 1 に示す。

分離建屋の手動圧縮空気ユニットは，内圧 14.7MP a，容量 47L の空気ボンベ 2 本，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

精製建屋の手動圧縮空気ユニットは，内圧 14.7MP a，容量 47L の空気ボンベ 10 本，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の手動圧縮空気ユニットは、内圧 14.7MP a，容量 47L の空気ボンベ 3 本，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

圧縮空気を供給する際は、接続ホースを機器圧縮空気供給配管へカップラにより接続し、手動弁を開操作することにより、容易に接続及び圧縮空気の供給が可能である。

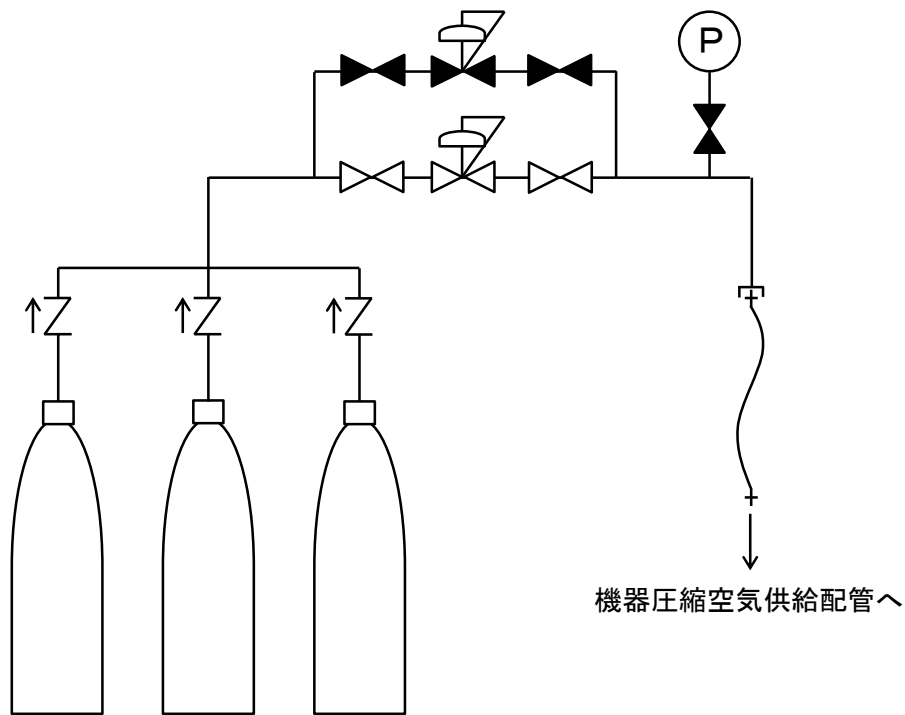


図 1. 手動圧縮空気ユニットの概要図

3. 手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気供給に要する時間について

手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給に要する時間は、訓練実績により、2名/班で、1箇所あたり約5分で接続及び弁操作が実施できることを確認している。このため、事象発生後の待機時間15分及び建屋内への移動時間30分を考慮すると、圧縮空気貯槽、圧縮空気ユニット及び予備圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給がない場合の時間余裕が1時間20分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対し、手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給は、約50分で完了することが可能である。

また、手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気供給に係る要員は、4名/班としており、訓練時の2倍の要員数としている。

さらに、水素掃気機能喪失時には、前処理建屋に設置している安全圧縮空気系の空気貯槽から水素掃気用の圧縮空気の供給が継続される設計としており、試験実績より、機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を約30分間供給可能であることを確認している。このため、手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給時には、未然防止濃度に至るまでの時間余裕が延長される可能性がある。

補足説明資料 8-15 (28条)

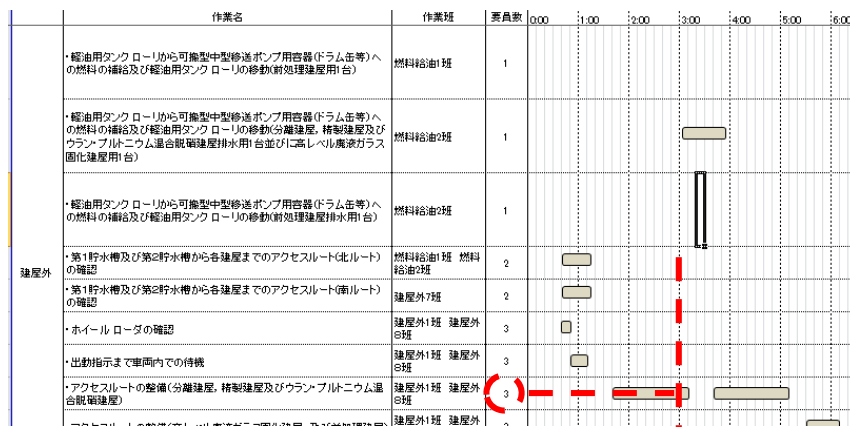
8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

要員及び資源等の評価

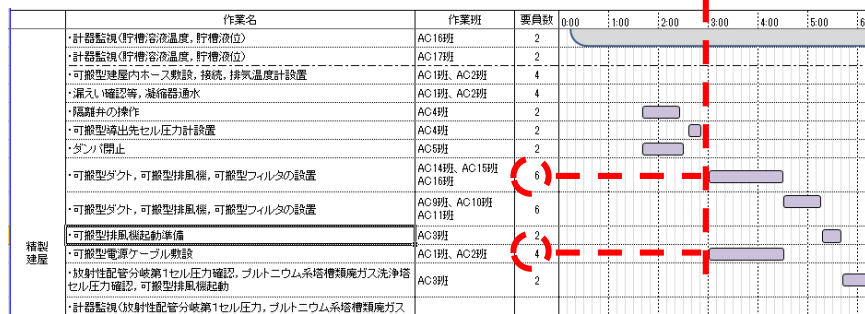
1. 必要な要員及び資源の算出方法

1.1 必要な要員の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員は、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋における作業に係る要員と建屋外における作業に係る要員を合算した要員とし、同一時間軸で最大となる要員を算出する。例を第1. - 1図に示す。



他建屋及び作業省略



同一時間軸において最大となる建屋内及び建屋外の要員を算出する。

第1. - 1図 必要な要員の算出例

1.2 必要な燃料の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置で必要な燃料は、機器の1時間あたりの燃料消費量と燃料を必要とする機器の使用開始から対応時間7日間（168時間）までの時間の差（使用時間）の積である。

水素爆発への対処で燃料（軽油）を必要とする設備としては、可搬型空気圧縮機、可搬型発電機及び軽油用タンクローリがある。

1時間あたりの燃料消費量を第1.2-1表に示す。

第1.2-1表 各機器の1時間あたりの燃料消費量

機器名	台数	1時間あたりの燃料消費量 (m ³ /h)
可搬型空気圧縮機 (前処理建屋, 分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋)	3	0.01
可搬型空気圧縮機 (精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	1	0.008
可搬型発電機	4	0.018
軽油用タンクローリ	3	0.002

必要な燃料の量については、可搬型空気圧縮機及び可搬型発電機を共用する対策、建屋の中で、最も使用量が多くなるように算出する。(共用している中で使用開始が最も早いものをもとに必要な燃料の量を算出)

1.3.1 可搬型空気圧縮機

可搬型空気圧縮機は、水素爆発の発生防止対策の水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給及び拡大防止対策の水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。開始時間は可搬型空気圧縮機の起動からとする。

1.3.2 可搬型発電機

可搬型発電機は、水素爆発の拡大防止対策の可搬型排風機の運転に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。開始時間は可搬型発電機の起動からとする。

1.3.3 軽油用タンク ローリ

軽油用タンク ローリは、燃料及び可搬型重大事故等対処設備の運搬及び設置並びにアクセスルートの整備に使用する。

開始時間は事象発生からとする。

1.3.4 水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の発生防止対策で必要な燃料

1.4 必要な電源の算出方法

可搬型発電機については、水素爆発の拡大防止対策のセル排気系を代替する排気系を構築するための設備での可搬型排風機の運転に使用する。建屋間の共用については、精製建屋とウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のみ共用している。

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷については、前処理建屋における水素爆発の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

分離建屋可搬型発電機の電源負荷については、分離建屋における水素爆発の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷については、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の拡大防止対策に必要な負荷として、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の約11 kVAであり、可搬型排風機1台運転中にもう1台の可搬型排風機の起動時を考慮すると約45 kVAの給電が必要である。

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷については、高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発の拡大防止対策に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

各可搬型発電機（前処理建屋可搬型発電機，分離建屋可搬型発電機，

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機，高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機）の供給容量は約80 k V Aあり，必要負荷に対しての電源供給が可能である。

精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については，セル排気系を代替する排気系を構築するための設備で使用する可搬型発電機を共用している。機器の起動については，起動の順番を決め，同時起動しないようにしているが，仮に精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の同時起動時を考慮した場合，約78 k V Aであり，2建屋合わせても可搬型発電機の容量(80 k V A)以下である。

補足説明資料 8-16 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁の爆発時健全性について

1. 水素濃度の想定について

水素爆発の発生防止対策や拡大防止対策は、機器内水素濃度が 8 v o 1 % に到達するまでに実施する。このため、機器内で 8 v o 1 % の水素濃度での爆発が起こることを想定する。

2. 爆発時の圧力上昇について

密閉状態で爆発が起こった場合の圧力上昇を以下にしめす⁽¹⁾。初期圧力 8 v o 1 % における爆発圧力は、初期圧力の約 2.7 倍となる。初期圧力は大気圧 (=0.1013MP a) であるため、爆発時の圧力は $0.1013MP a \times 2.7 = 0.273$ より約 0.28MP a である。なお、当社の機器形状を模擬して 8 v o 1 % で爆発させた実験を行ったときの爆発圧力は 0.05MP a 未満であり、2.7MP a より小さい。

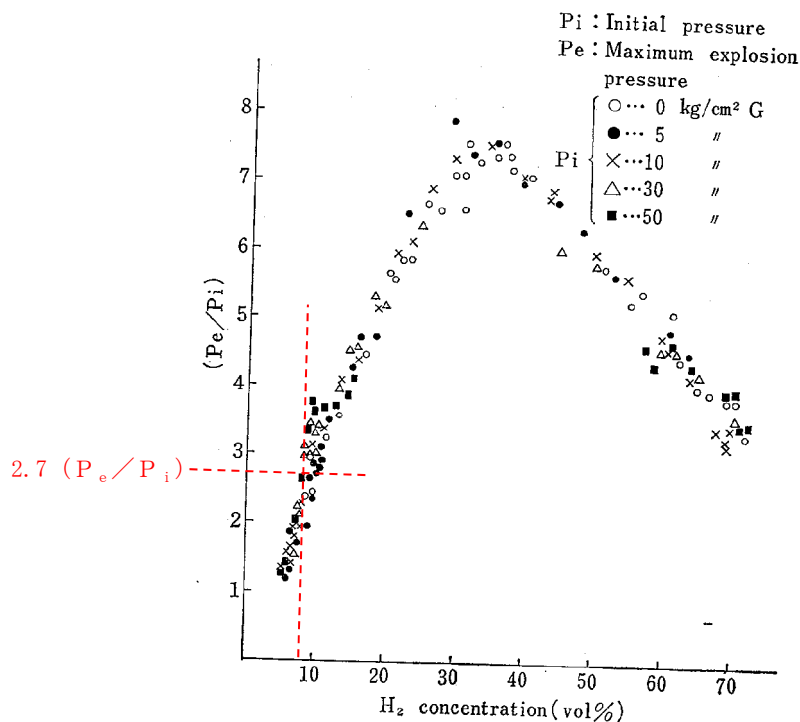


Fig.2 Ratio of explosion pressure to initial pressure and hydrogen concentration.
(爆発圧力比と水素濃度の関係)

3. 隔離弁の健全性について

隔離弁の耐圧性能を以下に示す。

分類	前処理建屋	分離建屋	精製建屋	U・Pu 混合 脱硝建屋	高レベル 廃液 ガラス固化 建屋
耐圧性能 (MPa)	2.3/3.0	2.0	1.5	1.5	2.9
隔離弁 種類	バタフライ弁 /ニードル弁	バタフライ弁	バタフライ弁	ゲート弁	バタフライ弁

各建屋の隔離弁の耐圧性能は、0.28MPaより十分大きいことから、
隔離弁の健全性は維持される。

4. 参考文献

- (1) 柳生，松田：“水素の爆発危険性についての研究（第2報）”，
産業安全研究所報告，RIIS-PR-21-4（1973）

補足説明資料 8-17 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

可搬型フィルタの健全性について

(1) 方法

各建屋において未然防止濃度に到達するまでの時間が最も短い水素爆発を想定する機器が未然防止濃度に到達するまでの時間において、建屋内の機器から発生した水素の全量が爆発することを想定する。水素爆発によって生じたエネルギーは全て導出先のセル及び連結するセルの温度上昇に使われると仮定し、爆発前後の気体のエンタルピの収支計算を行って爆発後の温度を評価する。爆発前の水素のエンタルピについてはわずかであるため考慮しない。また窒素は酸素より、同一の温度に対して内部エネルギーが小さいので、爆発後の温度は高めに算出されることから、酸素の内部エネルギーは窒素の内部エネルギーに置き換えて評価する。

$$E_{O_2 1} + E_{N_2 1} = E_{O_2 2} + E_{N_2 2} + E_{H_2O 2} + E_D$$

ここで、

$E_{O_2 1}$: 水素爆発発生前の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 1}$: 水素爆発発生前の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{O_2 2}$: 水素爆発発生後の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 2}$: 水素爆発発生後の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{H_2O 2}$: 水素爆発発生後の蒸気のエンタルピ (k J)

E_D : 爆発 (燃焼) による生成エンタルピ (k J)

ただし、

$$E = \frac{V}{V_N} \times H(T)$$

ここで、

E:エンタルピー (kJ)

V:ガス体積 (m³)

V_N:標準モル体積 (m³/mol)

H (T):比エンタルピー (kJ/mol)

爆発後の圧力については、状態方程式から求める。

$$P = P_0 \times \frac{T}{T_0}$$

ここで、

P₀:初期圧力 (101.3 kPa)

T:爆発後の温度 (K)

T₀:初期温度 (323K)

爆発後の温度 T 及び圧力上昇 P - P₀ を評価し、可搬型フィルタの健全性が維持される差圧及び温度と比較することにより、可搬型フィルタの健全性を確認する。

(2) 可搬型フィルタの健全性の評価条件

爆発を想定する水素量

前処理建屋	: 2.5m ³
分離建屋	: 4.3m ³
精製建屋	: 1.5m ³
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: 0.22m ³
高レベル廃液ガラス固化建屋	: 3.5m ³

(3) 評価結果

可搬型フィルタの健全性が維持される温度は 200℃未満，可搬型フィルタの健全性が維持される差圧は 9.8 k P a 未満である。

以下に示すとおり，各建屋における爆発後のセル内温度は 200℃未満であり，圧力上昇は 9.8 k P a 未満である。このため，可搬型フィルタの健全性は維持される。

前処理建屋 : セル内温度 53℃，圧力上昇 0.72 k P a

分離建屋 : セル内温度 52℃，圧力上昇 0.46 k P a

精製建屋 : セル内温度 51℃，圧力上昇 0.17 k P a

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

: セル内温度 64℃，圧力上昇 4.2 k P a

高レベル廃液ガラス固化建屋

: セル内温度 61℃，圧力上昇 3.5 k P a

補足説明資料 8-18 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

5 因子法において採用した値の適用性について

1. はじめに

放出量評価において、文献から値を引用して評価に適用している。文献における試験の実施条件、適用範囲を確認し、文献引用の適用性について確認した。

2. 評価に用いた値と引用文献の関係について

対策成功時の放出量評価においては、下表の値を使用している。

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
M A R	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質質量	放射性物質量の最大値	—
D R	貯槽に保有される放射性物質質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
A R F	圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	圧縮空気 1 m ³ 当たり 10 m g	F.J. Herrmann, et. al., Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps, Proceedings of the 16 th DOE Nuclear air cleaning conference held in San Diego, California, 20-23 October 1980.
D F	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか.“再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2”. 日本原子力学会 2016年春の年会，日本原子力学会，2016-03.
D F	高性能粒子フィルタの除染係数	10 ³ /フィルタ 1 段	尾崎誠，金川昭．高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（I）DOPエアロゾルの捕集性能．日本原子力学会誌．1985，vol. 27，no. 7.

重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量は、六ヶ所再処理施設の設計で決めるべきものであるため、文献を引用していない。なお、貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合については、圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合の設定「圧縮空気 1 m³ 当たり 10mg」の中で既に考慮されているため 1 とした。R F は放出後の放射性物質の粒径分布の情報がないため、放出量を多くする想定として 1 と設定した。

水素爆発時の放出量評価においては、下表の値を使用している。

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
M A R	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量	放射性物質量の最大値	—
D R	貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
A R F	水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	1×10^{-4}	Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998. 他
D F	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査 (5) 環状容器試験 その 2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.
D F	大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準	9.3kPa	尾崎他、「高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験,(VII), 圧力変化試験」、日本原子力学会誌、Vol. 30, No. 4, 1988 年

爆発の影響を受けるのは液面付近の溶液に限られると考えられるが、事故の影響を受ける割合に関する情報がないことから放出量を多くする想定として貯槽に保有される放射性物質量の全量が影響を受けるものとした。

3. 文献引用の妥当性について

- (1) 圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

試験条件と実機の条件を以下に示す。試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。

項目	試験条件	実機条件	考察
設備	再処理工場の第1抽出サイクル (①参照)	再処理工場	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
内包液	実液	実液	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
掃気流量	$150\text{m}^3/\text{h} \sim 3000\text{m}^3/\text{h}$ (②参照)	数～数十 m^3/h (建屋により異なる)	実機条件よりも試験条件の掃気流量が多いことから、エアロゾル濃度についてもより厳しい結果を与える試験条件の $10\text{mg}/\text{m}^3$ としている。(②参照)

Table II Contribution of Stirring, Transferring, Scavenging Processes and Pulse Air to the Total Quantity of Off-Gas from Vessels in the 1st Extraction Cycle ①

Aerosol Sources	Air m^3/h	Aerosol Loading $(\text{mg}/\text{m}^3 \text{ air})$
Stirring Air	440 - 3000	10
Transfer Air (Airlift)	160 - 200	10
Pulse Air	600	0,1
Scavenging Air	150	0,1 - 1

(2) 水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

水素爆発による気相への移行率を直接測定した例は少ないため、緩やかに加圧したあと急激に減圧させた場合の気相への移行を参考に設定した。根拠となる試験はNUREG/CR-3093に記されている。

爆発の場合には急激な圧力上昇とその後の減圧に伴う気泡の発生により放射性物質が気相へ移行する。一方、緩やかに加圧した試験は、加圧されたガスが爆発に比べてより多く液に溶存し、爆発に比べ多くの気泡が生じることから、文献は爆発より厳しい条件となる。文献による気相への移行率 $4 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-4}$ に対し爆発による移行率は小さい値をとると考えられる。

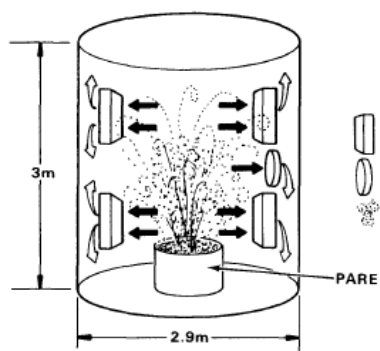
したがって、当該文献は適用できる。




【NUREG/CR-3093の試験概要】

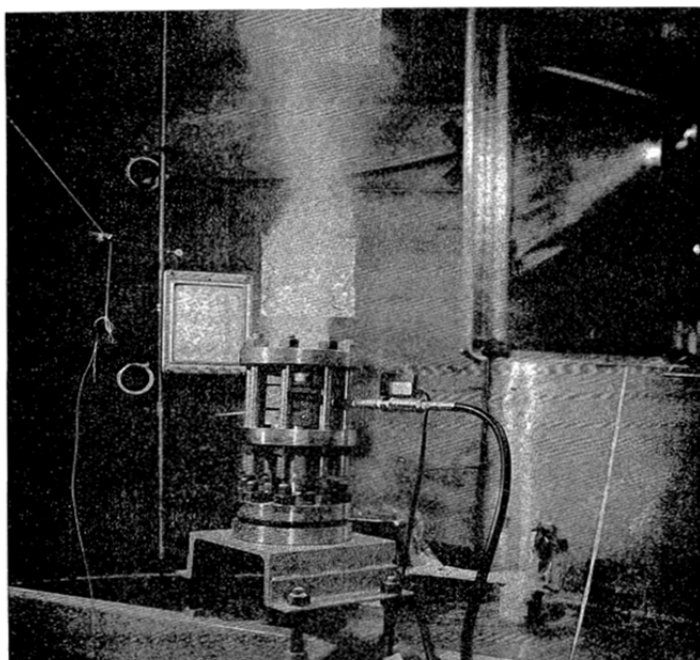
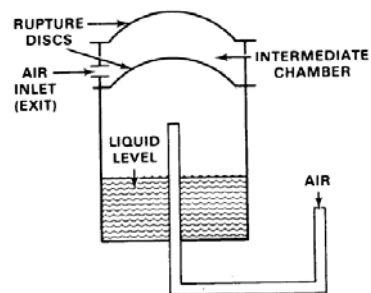
- ▶ 硝酸ウラニル溶液を含む容器内に空気を封入・加圧し、容器を開放した際に容器外に放出される溶液を回収し、移行率を算出した。

$$\text{移行率} = \frac{\text{気相へ移行した溶質量}}{\text{容器に投入した初期溶質量}}$$

- ▶ 溶液量、溶液組成は明らかであるが、試験容器の具体的なサイズは不明である。
- ▶ 試験時の圧力は明らかではあるが、加圧した時間は不明であり、緩やかな加圧と想定される。
- ▶ 一方、ラプチャーディスク破損時の放出挙動は右図の通りであり、容器上部が開放していると考えられる。



-  HIGH VOLUME FILTER SAMPLES
-  HIGH VOLUME IMPACTOR
-  RELEASE ZONE



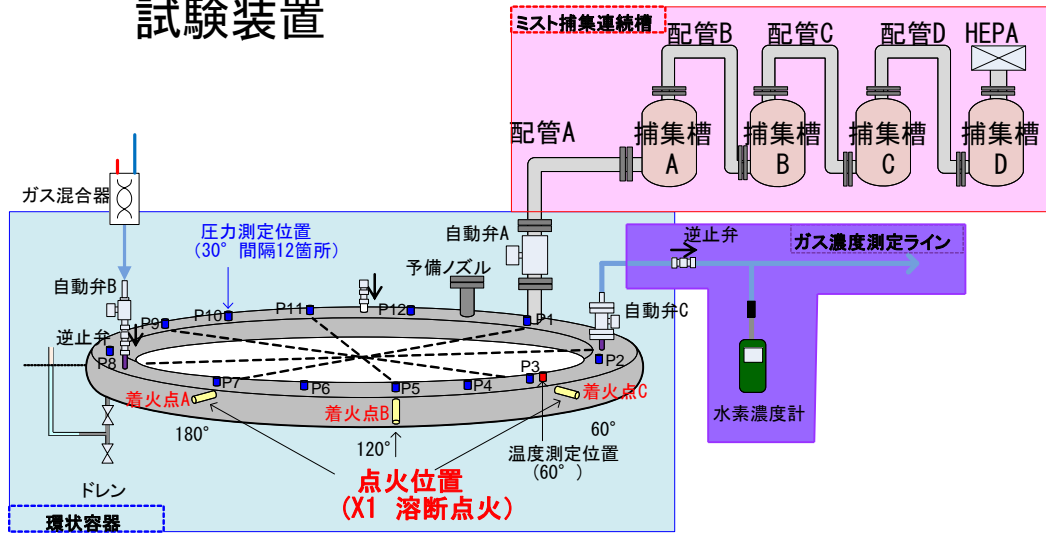
NUREG/CR-3093¹⁾より引用

(3) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除去効率について

試験条件と実機の条件を以下に示す。試験から得られた配管曲り部の除染係数は、より複雑かつ配管の長い実機条件と比較して厳しい結果を与えると考えられ、除染係数 10 は適用可能である

項目	試験条件	実機条件	考察
容器のサイズ	直径約 3.8m の円環形状	水素爆発を想定する機器により様々	発生圧力が高いのは、壁面の圧力波の反射により火炎が加速しやすい円環形状の場合であり、飛沫が飛びやすい条件であり適用できると考える。
配管長さ	1m～2m	数十 m	試験条件の方が曲り箇所が極めて少なく、除染係数としては厳しい結果となると考えられるため適用できる。(下図参照)
爆発時圧力	3.5MPa	0.7～2.9MPa (水素濃度 30vol%における着火側機器の圧力)	試験の最大圧力は実機を想定して実施した試験結果である 0.7～2.9MPa を包含しており、適用できると判断した。

試験装置



実機イメージ

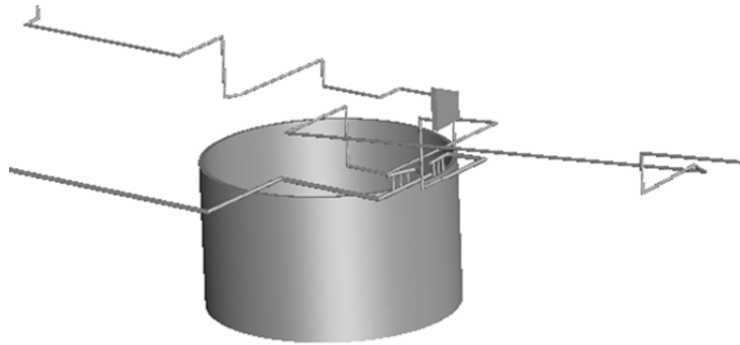


図 試験装置と実機の比較

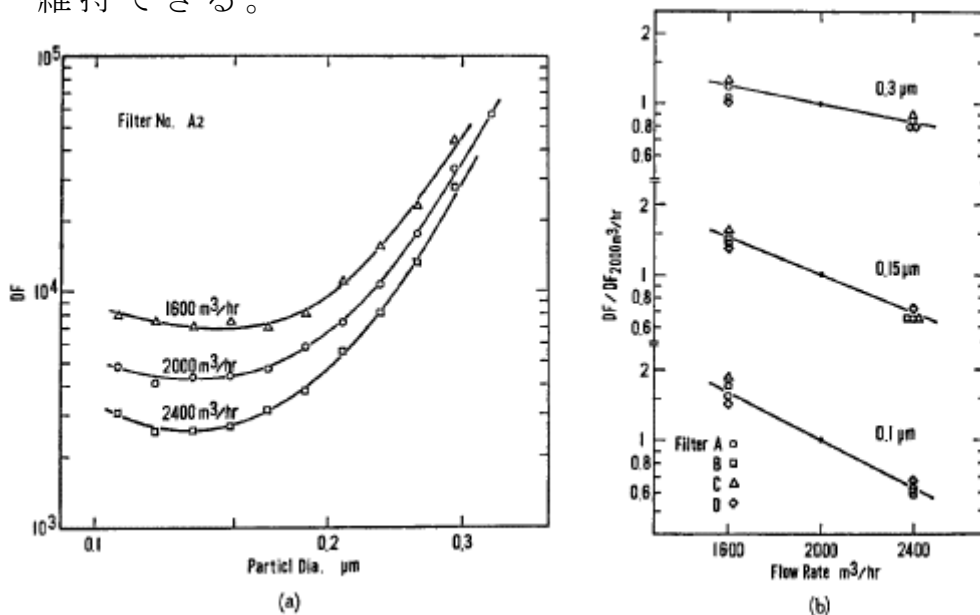
(4) 高性能粒子フィルタの除染係数について(対策成功時)

試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）の条件を以下に示す。試験で用いられたフィルタと実機(可搬型フィルタ)の仕様は同様であり適用できる。

項目	試験条件	実機条件 (可搬型フィルタ)	考察
ろ材	グラスファイバー	グラスファイバー	同一の素材であり適用可能である。
サイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292(mm)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300(mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
耐熱温度(℃)	200	180 (連続使用最高温度)	実機条件の温度に比べて、試験条件の耐熱温度が高いことから適用可能である。
定格風量(m ³ /h)	定格風量：2,000	約 2,500	風量が異なる場合でも所定の除染効率を期待できることから適用可能である。(①参照)
試験温度(℃)	25～45	50～100℃程度	試験に用いられているフィルタの最高使用温度を下回ることから適用可能である。
粒径	0.024～0.750μm で試験	エアロゾルの径は事象により異なるが、μmオーダーと想定	試験より 0.13μm 近辺で最も除染係数が低くなるが、この場合でも 10 ³ に余裕があること、実機条件のエアロゾル径は 0.13μm より大きいと想定されることから、適用可能と考える。(②参照)

①風量と捕集効率の関係

以下に示す通り，さまざまな風量、粒径において DF_{10}^3 を維持できる。



②粒径と捕集効率の関係

以下に示す通り，さまざまな粒径において DF_{10}^3 を維持できる。

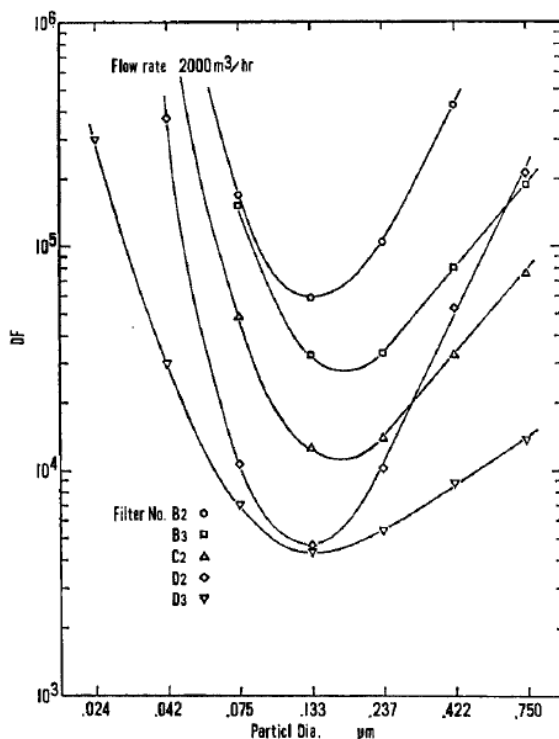


Fig. 3 Decontamination factor of HEPA filters measured by CNC/DB system

(4) 大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準

試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）のフィルタサイズは同様である。水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、試験では差圧上昇速度が低いほどリークが発生する差圧が小さくなる傾向があり、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となることから、適用可能である。

項目	試験条件	実機条件 (可搬型フィルタ)	考察
フィルタサイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292 (mm) (①参照)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300 (mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
差圧上昇速度	1kPa/s～ 50kPa/s	水素爆発想定時： 数 kPa/s～数十 kPa/s	差圧上昇速度が速いほどフィルタが破損する圧力が上昇する傾向を有すること、水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となる(②参照)ことから、適用可能である。

Table1 Specification of test filters

	Tested Filter (PNC)	HEPA Filter (JIS Z 4812)
Size (mm)	610*610*292	610*610*292
Frame material	Steel	Plywood
Filter medium	Glass fiber paper	Glass fiber paper
Separators	Stainless steel	Aluminum
Sealants	Silicon rubber	Polyurethane
Gasket material	Neoprene	Neoprene
Capacity (m ³ /h)	2000	1860
Resistance to air flow (mmAq)	≦30	≦25
DOP smoke penetration (%)	≦0.02	≦0.03
Resistance to heated air (t)	200	~100
Resistance to pressure (mmAq)	250	250

①

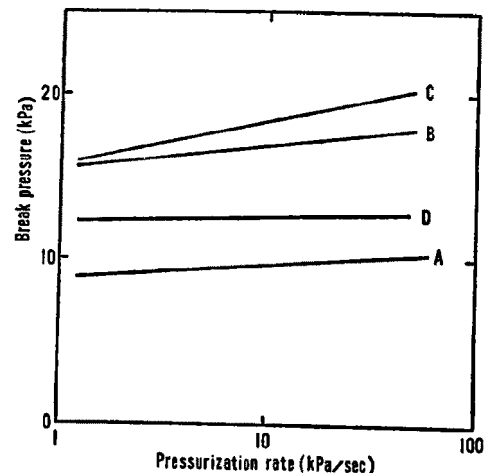


Fig. 4 Pressure at structural limits vs. pressurization rate of HEPA filters

②(差圧上昇速度が低いほどリーク発生差圧が小さくなる傾向がある。)

補足説明資料 8-19 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素爆発発生時の機器の健全性について

1. 評価に用いる式

評価に用いる計算式を第 1 表に示す。

第 1 表 (1) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式*	記号の説明
1	容器の管台 (内面に圧力を受ける管)	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_o - 0.8t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _o : 管台の外径 (mm)
2	熱交換器の管 (外面に圧力を受ける管)	$P = \frac{4tB\alpha}{300D_o}$	t : 板厚(mm) B : 構造等に関する設計方針別図第4から別第21までにより求めた値(-) α : 重力加速度(m/s ²) D _o : 管の外径 (mm)
3	円筒形の胴	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _i : 胴の内径 (mm)
4	円すい形鏡板	$P = \frac{2t\cos\theta S_a\eta}{D_i + 1.2t\cos\theta}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D _i : 円すいの部分がその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径 (mm) θ : 円すいの頂角の2分の1(°)
5	容器の平板 (環状型槽、パルスカラム)	$P = \frac{t^2 S_a}{d^2 CZ}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) d : 直径または最小スパン(mm) C : 平板の取り付け方法によって定まる定数 Z : 平板の形状により定まる定数で、次の式により計算。ただし、その値が2.5を超える場合は、2.5とする。 $Z = 3.4 - \frac{2.4d}{D}$ D : 最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)

※ 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」

又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

第 1 表 (2) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式※1	記号の説明
6	平板※2	$P = \frac{S_a}{2.25ZC} \left(\frac{t}{d}\right)^2$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) d : 直径または最小スパン(mm) C : 取り付け方法によって定まる定数 Z : 形状により定まる定数
7	さら形鏡板	$P = \frac{2tS_a\eta}{RW + 0.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) R : 鏡板の中央部における内面の半径 (mm) W : さら形鏡板の形状による係数 (-)
8	半だ円形鏡板	$P = \text{MIN} \left(\frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}, \frac{2tS_a\eta}{KD_{IL} + 0.2t} \right)$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D _i : 胴の内径 (mm) D _{IL} : 鏡板の内面における長径 (mm) K : 半だ円鏡板の形状による係数 (-)
9	さら形フランジ部	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S _a : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D _i : 胴の内径 (mm)

※ 1 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

※ 2 平板の取り付け方により計算式は変化するが、ここでは高レベル濃縮廃液貯槽に用いられた例を示す。

2. 評価結果

前処理建屋の機器の耐圧計算結果の例を第2表に示す。

第2表 各機器の耐圧計算結果例

機器名	許容圧力 ^{※1} (MPa)	発生圧力 ^{※2} (MPa)	判定
中継槽 A	■	0.05	○
中継槽 B	■	0.05	○
計量前中間貯槽 A	■	0.05	○
計量前中間貯槽 B	■	0.05	○

※1：最も弱い部位の結果を記載している。

※2：0.05は水素濃度8vol%未満に対応。

■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 8-20 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

水素爆発が機器内の溶液性状に与える影響について

1. はじめに

水素爆発が水素爆発を想定する機器内で発生した場合に、爆発により溶液性状に影響を与え、他の事象に連鎖するか否かを考察する。

2. 水素爆発の発生防止対策が機能しない場合

起因事象発生後、水素爆発の発生防止対策が失敗し、水素爆発の拡大防止対策が成功した場合を検討する。

実際、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策を未然防止濃度（水素濃度8vol%）到達前に実施するため、機器内に水素は蓄積しない。また、機器内に着火源は存在しないため、仮に水素が蓄積したとしても、水素爆発は発生しない。

ここでは、連鎖の有無の確認の観点で、8vol%で1度爆発が発生した場合を想定する。

2.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータ

連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータを以下に事故毎に示す。また、爆発時のエネルギーが溶液に与える影響を第1表に示す。

① 臨界事故

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合

の温度上昇を評価し、溶液中の核燃料物質の濃度が未臨界濃度を超えるかどうか確認する。また、水素爆発により機器の形状に影響を与えるかを確認する。

②蒸発乾固

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の温度上昇を評価し、溶液が沸騰し、乾燥・固化に至るか確認する。

③溶媒火災

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

④T B P等の錯体の急激な分解反応

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

⑤その他

水素爆発事象としての事象推移から健在化する可能性のある①から④以外の事象を考察する。

第1表 水素濃度8 v o 1 %の爆発時のエネルギーが溶液に与える影響

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
中継槽A	2.7	2.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
中継槽B	2.7	2.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽A	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽B	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量後中間貯槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量・調整槽	7.8	6.8	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量補助槽	1.6	1.4	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液中間貯槽	11.1	9.7	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液供給槽	2.3	2.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液受槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液中間貯槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液中間貯槽	4.1	3.6	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽A	18	16.3	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽B	18	16.3	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第7一時貯留処理槽	0.020	0.02	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.13	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液濃縮缶A	31	27.6	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積[m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	温度上昇 [℃]	-	-
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.11	有意な変動なし	1℃未満	1℃未満	1℃未満	-※2	-
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1℃未満	1℃未満	1℃未満	-※2	-
AC第7一時貯留処理槽	2.8	2.5	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.23	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.08	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
油水分離槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.21	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.16	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.17	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
リサイクル槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
希釈槽	0.11	0.10	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.09	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.12	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽A	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽B	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
一時貯槽	0.33	0.29	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	11.1	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液共用貯槽	57	49.5	有意な変動なし	1℃未満	-※1	-※1	-※2	-

補8-20-4

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

2.2 連鎖の検討結果

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

④ 水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

TBP等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも数十MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

3. 水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が機能しない場合

起因事象発生後、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が失敗し、放射性物質のセルへの導出、セル及び高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルの除去に関する対処が成功した場合を検討する。

実際、水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止を未然防止濃度（水素濃度8vol%）到達前に実施するため、機器内に水素は蓄積しない。また、機器内に着火源は存在しないため、仮に水素が蓄積したとしても、水素爆発は発生しない。

事象の拡大の観点から水素濃度30vol%(空気との混合で化学量論比)の爆発を想定する。

3.1 連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータ

連鎖により発生する可能性のある重大事故等の確認するパラメータを以下に事故毎に示す。また、爆発時のエネルギーが溶液に与える影響を第2表に示す。

①臨界事故

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合の温度上昇を評価し、溶液中の核燃料物質の濃度が未臨界濃度を超えるかどうか確認する。また、水素爆発により機器の形状に影響を与えるかを確認する。

②蒸発乾固

水素爆発によるエネルギーが全て溶液に付加された場合

の温度上昇を評価し、溶液が沸騰し、乾燥・固化に至るか確認する。

③ 溶媒火災

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

④ T B P 等の錯体の急激な分解反応

水素爆発によるエネルギーが全て溶媒に付加された場合の温度上昇を評価し、火災・爆発等の反応に進展するか確認する。

⑤ その他

水素爆発事象としての事象推移から健在化する可能性のある①から④以外の事象を考察する。

第2表 水素濃度30 v o 1 %の爆発時のエネルギーが溶液に与える影響

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部 容積[m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質の濃 度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
中継槽A	2.7	8.8	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
中継槽B	2.7	8.8	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽A	7.8	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量前中間貯槽B	7.8	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量後中間貯槽	7.8	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量・調整槽	7.8	26	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
計量補助槽	1.6	5.2	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液中間貯槽	11.1	37	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
溶解液供給槽	2.3	7.6	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液受槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
ABプルトニウム溶液中間貯槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液中間貯槽	4.1	14	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽A	18	61	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
抽出廃液供給槽B	18	61	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
AB第7一時貯留処理槽	0.020	0.065	有意な変動なし	1 °C未満	1 °C未満	1 °C未満	-※2	-
AB第2一時貯留処理槽	0.15	0.49	有意な変動なし	1 °C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液濃縮缶A	31	110	有意な変動なし	1 °C程度	-※1	-※1	-※2	-

(つづき)

水素爆発を想定する機器	起因事象		連鎖により発生する可能性のある重大事故					
	水素爆発		臨界	蒸発乾固	溶媒火災	T B P	燃料損傷 ／漏えい	その他
	気相部容積 [m ³]	発生エネルギー [MJ]	核燃料物質 の濃度	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	温度上昇 [°C]	-	-
AC第2一時貯留処理槽	0.12	0.39	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AC第3一時貯留処理槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1°C未満	1°C未満	1°C未満	-※2	-
AC第7一時貯留処理槽	2.8	9.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液供給槽	0.26	0.85	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
ACプルトニウム溶液受槽	0.088	0.29	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
油水分離槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶	0.24	0.78	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	0.59	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム溶液一時貯槽	0.19	0.62	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液受槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
リサイクル槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
希釈槽	0.11	0.36	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	0.33	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液計量槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	0.43	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
硝酸プルトニウム貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽A	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
混合槽B	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
一時貯槽	0.33	1.1	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	42	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-
高レベル廃液共用貯槽	57	190	有意な変動なし	1°C未満	-※1	-※1	-※2	-

補8-20-11

※1 有機溶媒を保有することはない。又は、仮に存在する場合であっても極微量である。

※2 水素爆発の発生が想定される機器において燃料損傷及び放射性物質の漏えいは発生しない。

A B : 分離建屋, A C : 精製建屋

3.3 連鎖の検討結果

水素爆発の発生が想定される重要度高の機器に内包する溶液は大きく以下の6種類に整理される。

- ① 高レベル濃縮廃液
- ② Pu濃縮液 (250gPu/L)
- ③ 溶解液
- ④ Pu溶液 (24gPu/L)
- ⑤ 抽出廃液
- ⑥ 一時貯留処理液 (有機相含む)

これらのうち、崩壊熱が大きく事象進展が比較的早い溶液は「Pu濃縮液 (250gPu/L)」である。また、放射エネルギーが多く、事故時の影響が比較的大きい溶液は「高レベル濃縮廃液」である。発生が想定される事象は以下の第3表のとおりである。全溶液の事象進展及び事象発生の可能性についての分析を次頁以降に示す。

第3表 発生が想定される事象

	臨界	乾固	火災	TBP	その他	
					貯槽損傷	セル, 建屋への水素漏えい*
高レベル濃縮廃液	—	○	—	—	○	○ 各建屋の水封安全器設置セルにて
プルトニウム濃縮液	○	○	—	—	○	
溶解液	○	○	—	—	○	
硝酸プルトニウム溶液	○	○	—	—	○	
抽出廃液	—	—	—	—	○	
一時貯留処理液 (有機相含む)	○	○	○	—	○	

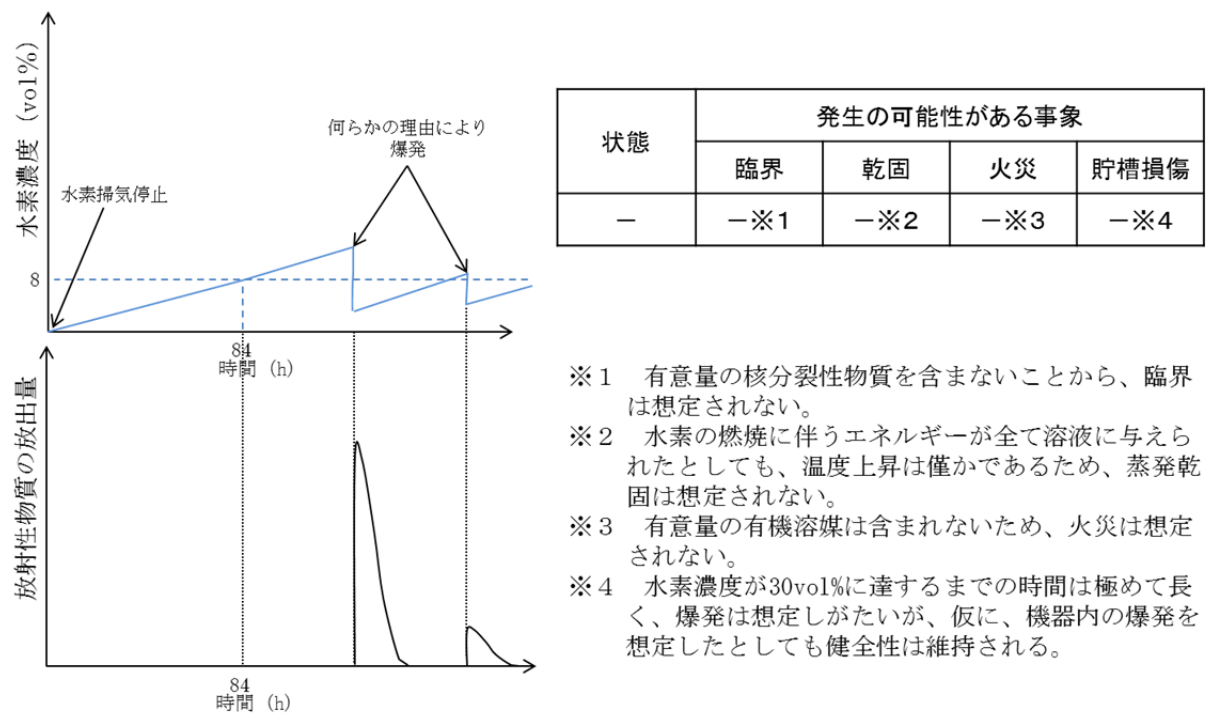
※長期にわたり、機器内から発生する水素を拡散させた場合、水

封安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可能性がある。連鎖とは観点異なるが、想定される事象としてその他の事象に整理する。

3.3.1 高レベル濃縮廃液について

高レベル濃縮廃液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第1図に示す。また、連鎖の検討結果を以下に示す。

高レベル廃液ガラス固化建屋 高レベル濃縮廃液貯槽の例



第1図 高レベル濃縮廃液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、核分裂性の物質を含まれないことから、臨界に進展しない。

②水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも200MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、有意量の有機溶媒は含まれないことから、火災に進展しない。

④水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

T B P等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは最大でも200MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

⑤水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機

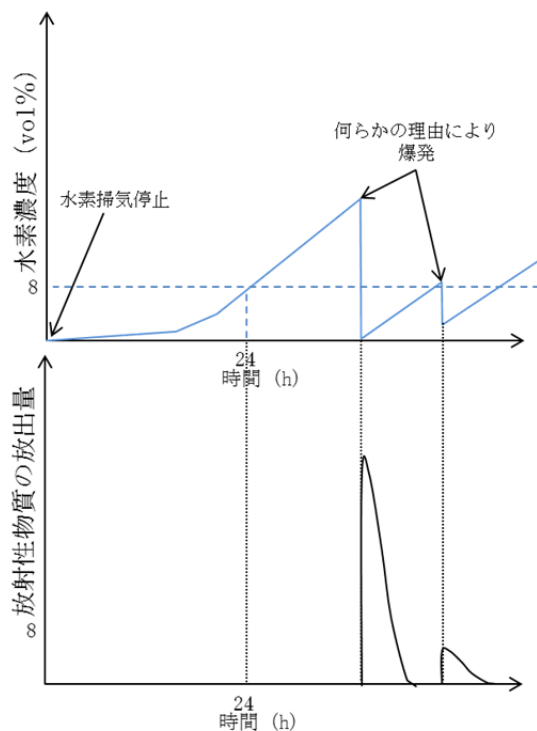
器構造物の変形，破断である。

水素爆発の誘発の観点では，水素濃度が高レベル濃縮廃液貯槽で30vol%に達するまでには，310時間を要する。このため，水素濃度が30vol%に達することは極めて考え難いが，万一，水素爆発が発生した場合，機器内の圧力は0.7MPa程度と想定され，機器の健全性は維持されると考えられる。

3.3.2 プルトニウム濃縮液について

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第2図に示す。また，連鎖の検討結果を以下に示す。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽の例



状態	発生の可能性のある事象			
	臨界	乾固	火災	貯槽損傷
—	—※1	—※2	—※3	—※4

- ※1 爆発実験の結果から、爆発による貯槽変形は考えがたいことから、臨界は起こらない。
- ※2 水素の燃焼に伴うエネルギーが全て溶液に与えられたとしても、温度上昇は僅かであるため、蒸発乾固は想定されない。
- ※3 有意量の有機溶媒は含まれないため、火災は想定されない。
- ※4 爆発実験で爆発による貯槽変形が起こらなかったこと等から、貯槽損傷が起こることは考え難い。

第2図 プルトニウム濃縮液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇である。

蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③ 水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機器構造物の変形、破断である。

水素爆発の誘発の観点では、水素爆発により発生する圧力は1～2MPa程度であるが、試験結果から機器の健全性は維持できる。

3.3.3 溶解液

溶解液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由からプルトニウム濃縮液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（臨界、乾固、貯槽損傷）であること

- ② 水素濃度が溶解液を貯蔵する機器で30vol%に達するまでには、約300時間を要することから、事象が健在化しがたいこと
- ③ 爆発が発生したとしても、臨界、乾固、貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.4 硝酸プルトニウム溶液について

硝酸プルトニウム溶液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由からプルトニウム濃縮液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（臨界、乾固、貯槽損傷）であること
- ② 爆発が発生したとしても、臨界、乾固、貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

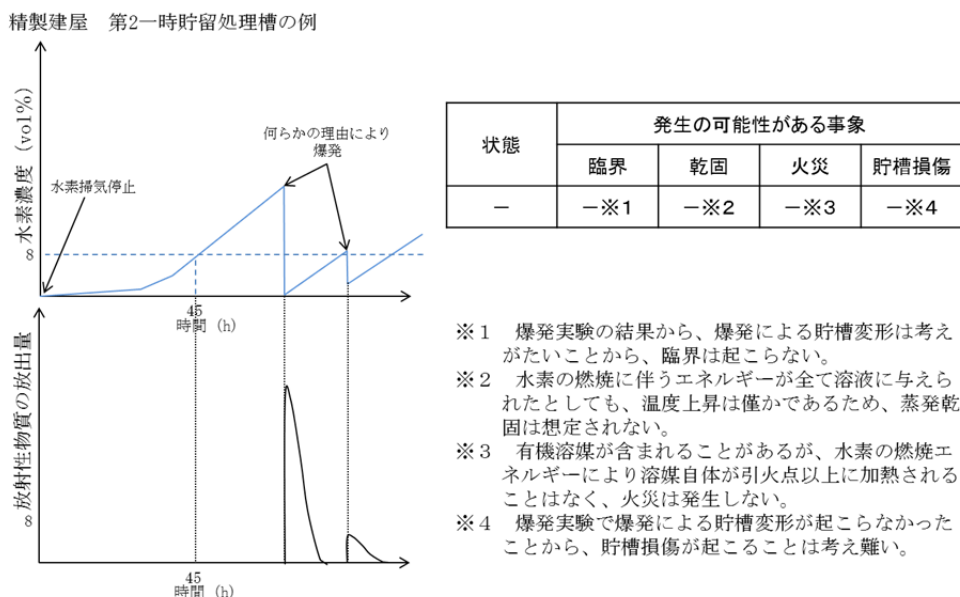
3.3.4 抽出廃液について

抽出廃液を内蔵する機器からの連鎖については、以下の理由から高レベル濃縮廃液に包含される。

- ① 連鎖で想定される事象が同様（乾固、貯槽損傷）であること
- ② 水素濃度が抽出廃液を貯蔵する機器で30vol%に達するまでには、470時間以上を要することから、事象が健在化しがたいこと
- ③ 爆発が発生したとしても、乾固、貯槽損傷の連鎖は発生しないこと

3.3.3 一時貯留処理溶液について

プルトニウム濃縮液を貯蔵する機器についての事象の推移と放射性物質の放出量の推移の概要を第3図に示す。また、連鎖の検討結果を以下に示す。



第3図 一時貯留処理溶液に関する事象推移

① 水素爆発⇒臨界

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の組成変化である。

臨界の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液中の核燃料物質の濃度が有意に変動することはないため、臨界が発生することはない。

② 水素爆発⇒蒸発乾固

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによ

る溶液の温度上昇である。

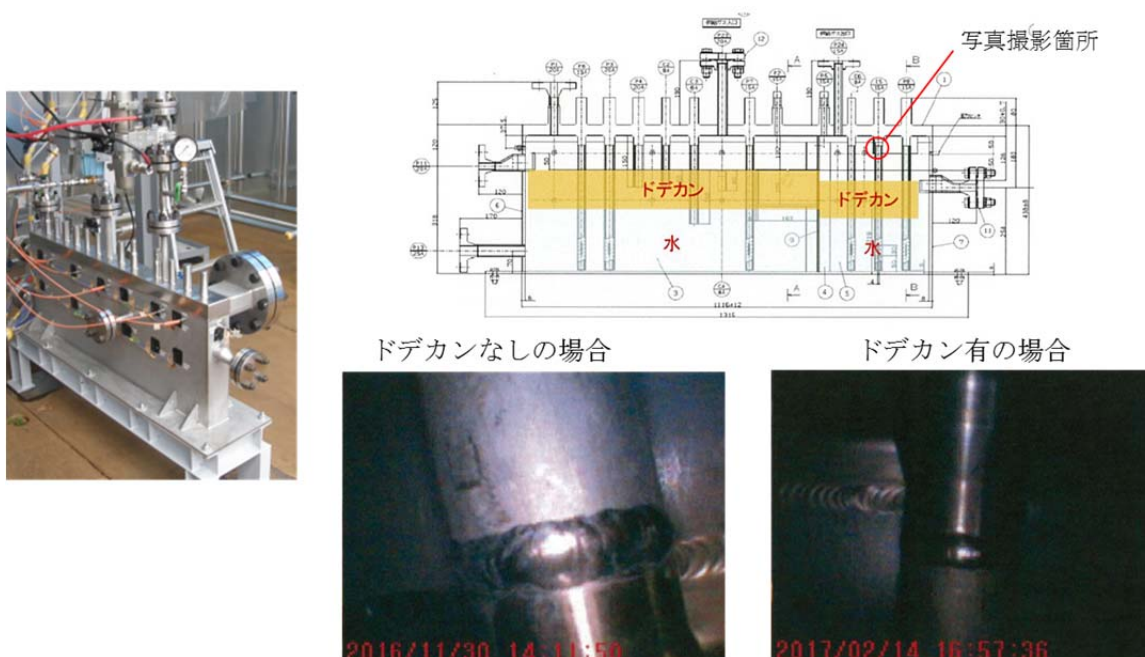
蒸発乾固の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、溶液が沸騰に至ることはない。

③水素爆発⇒有機溶媒火災

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（74℃到達）である。

有機溶媒火災の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

また、板型貯槽に水、ドデカン及び30%水素を封入して水素爆発させる試験を実施したが、爆発後の内部は、金属光沢が認められた。（第4図参照）このため、ドデカンの継続的な燃焼は起こらなかったと考えられる。



第4図 有機溶媒を内蔵する板型貯槽の水素爆発試験結果
補8-20-20

④ 水素爆発⇒T B P等の錯体の急激な分解反応

着目する現象は、水素爆発により発生するエネルギーによる溶液の温度上昇（135℃到達）である。

T B P等の錯体の急激な分解反応の誘発の観点では、水素爆発により発生するエネルギーは1MJ程度であることから、仮に全エネルギーが溶液に付加されたとしても、溶液の温度上昇は数℃程度であり、火災・爆発等の反応に進展することはない。

⑤ 水素爆発⇒貯槽損傷

着目する現象は、水素爆発により発生する圧力波による機器構造物の変形、破断である。

水素爆発の誘発の観点では、水素爆発により発生する圧力は1～2MPa程度であるが、試験結果から機器の健全性は維持できる。

3.3.4 セル内及び建屋内への水素の漏えい

水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策が失敗していることを想定する。

長期にわたり、機器内から発生する水素を拡散させた場合であり、セル導出ユニットの開放操作を行わない場合、水封安全器を介して水素がセル内および建屋内に漏えいする可能性がある。連鎖とは観点が異なるが、想定される事象としてその他の事象に整理する。

①セル内水素爆発

水封安全器を介してセル内に放出された水素が蓄積し、セ
補8-20-21

ル内水素爆発に至るか確認する。

② 建屋内水素爆発

セルから漏えいした水素が建屋内に蓄積し、建屋内水素爆発に至るか確認する。

検討結果を以下に示す。

(1) セル内水素爆発

着目する現象は、水封安全器設置セルへ放出された水素による爆発である。

セル内水素爆発の誘発の観点では、セル内の水素濃度の上昇は、以下に示す通り緩慢である。このため、水素濃度が可燃限界濃度に到達する前に、換気設備の復旧対応等を行うことが可能であることから、セル内水素爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられる。

第4表 セル内の水素濃度が4vol%に至る時間

建屋	4vol%までの時間余裕 (日)
前処理建屋の水封安全器設置セル	60
分離建屋の水封安全器設置セル	2
精製建屋の水封安全器設置セル	3
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	—※
高レベル廃液ガラス固化建屋 の水封安全器設置セル	89

※水封安全器がないこと、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心式であり間隙を有することから、水素はセル等に放出されずに主排気筒側に拡散する。

(2) 建屋内水素爆発

着目する現象は、建屋内に漏えいした水素濃度の上昇である。

建屋内水素爆発の誘発の観点では、建屋内に漏えいした水素が蓄積する場所を特定することは困難であるが、ここでは各建屋の水封安全器設置セルの給気ダクト接続部屋に水素が漏えいすることを想定して、部屋内の水素濃度が可燃限界濃度である4vol%に達するまでの時間を評価した。結果を結果を第5表に示す。

時間余裕が1日程度の建屋もあるが、扉の開放により十分な時間余裕の確保が可能である。

この間に換気設備の復旧対応等を行うことが可能であることから、建屋内水素爆発が発生する可能性は極めて小さいと考えられる。

第5表 建屋内の水素濃度が4vol%に至る時間

建屋	4vol%までの時間余裕 (日) (括弧内の数値は、 扉開放時)
前処理建屋	52
分離建屋	1 (48)
精製建屋	3 (180)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	—※
高レベル廃液ガラス固化建屋	37

※水封安全器がないこと、塔槽類廃ガス処理設備の排風機は遠心式であり間隙を有することから、水素はセル等に放出されずに主排気筒側に拡散する。

4. まとめ

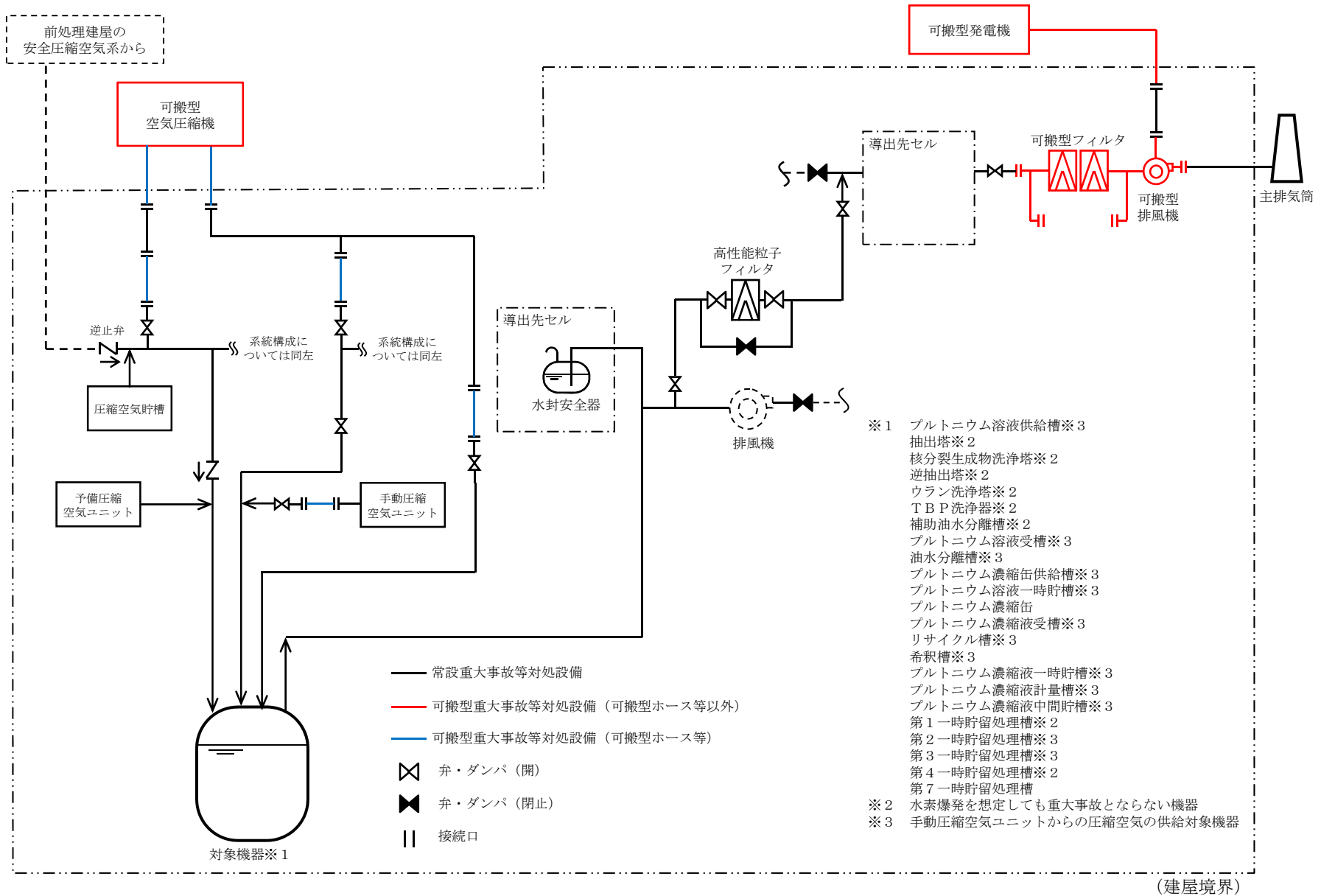
水素爆発の水素爆発の発生防止対策及び水素爆発の拡大防止対策に失敗した場合、他事象への連鎖は無いが、セル及び建屋への水素の漏えいが否定できない。ただし、水素爆発の発生防止対策に使用する系統は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、さらに信頼性を高めるための設計としているため、発生防止対策が失敗する可能性は低い。

また、水素爆発の拡大防止対策に使用する系統は、基準地震動の1.2倍の地震動を考慮した際に機能維持できる設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した上で、さらに信頼性を高めるための設計としているため、水素爆発の拡大防止対策が失敗する可能性は低い。

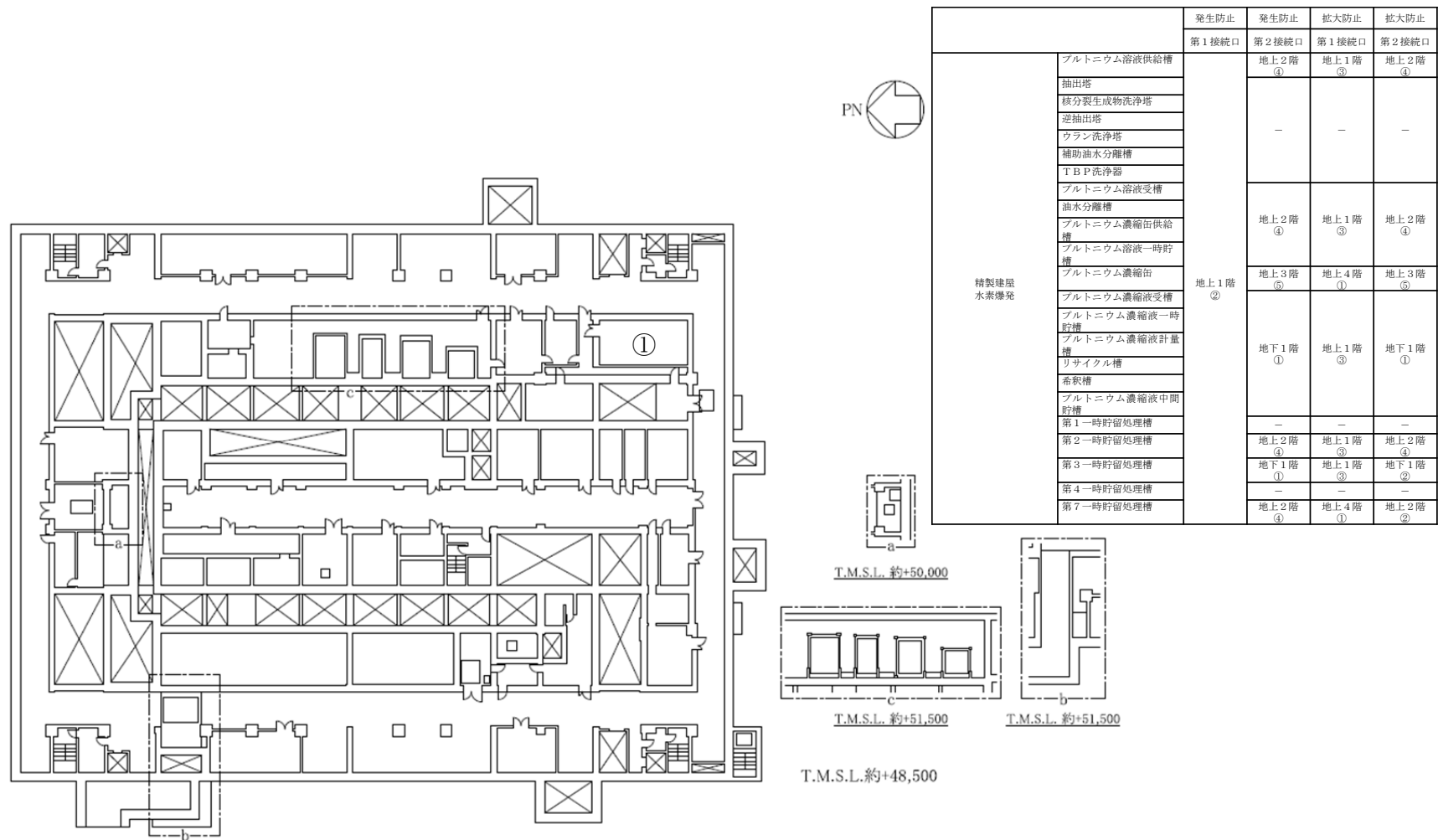
水素掃気機能喪失の継続により、セル及び建屋への水素の漏えいが発生する可能性は低い。万一、セル及び建屋への水素の漏えいが発生したとしても、扉の開放や換気機能の復旧により対処が可能である。

補足説明資料 8-21 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による
爆発への対処

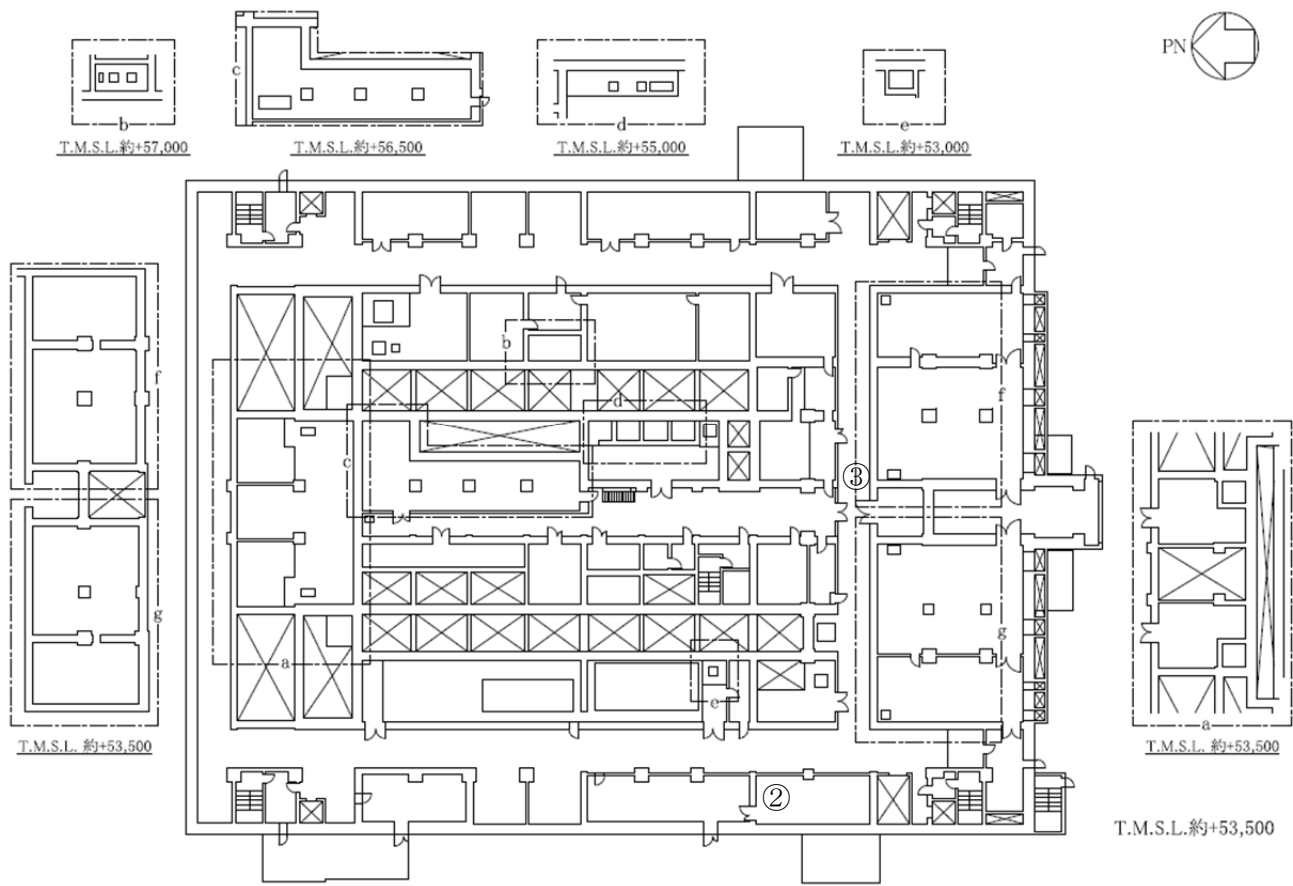


第1図 精製建屋の放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備の系統概要図



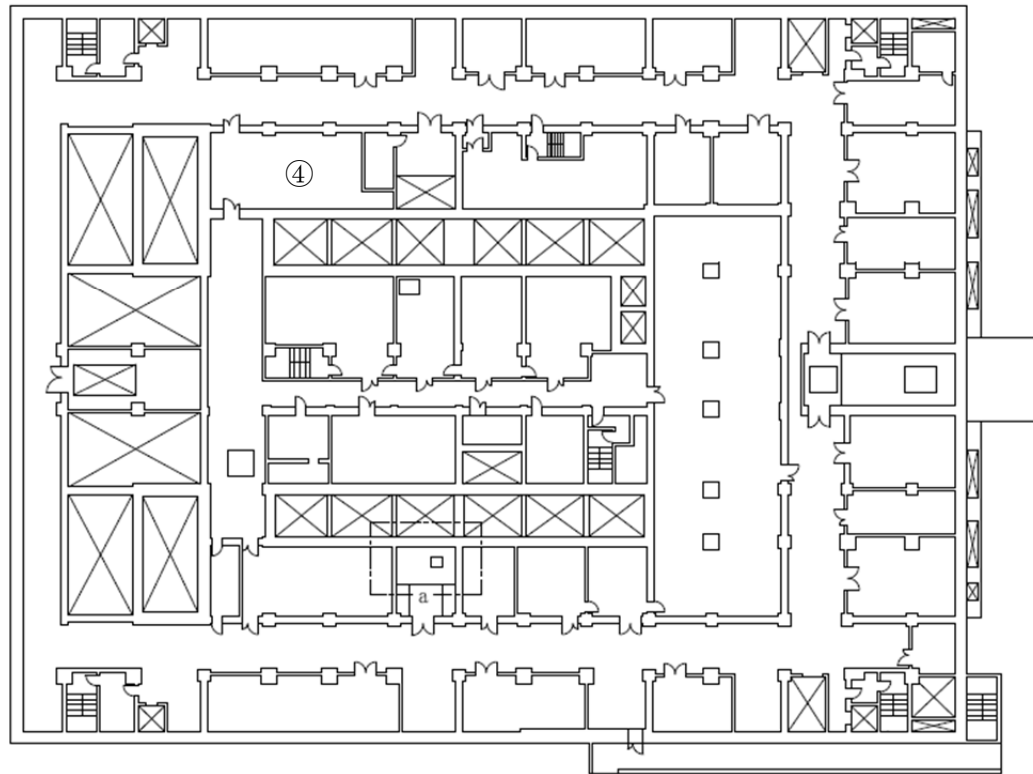
第2図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地下1階）

補 8-21-2

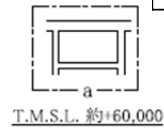


		発生防止	発生防止	拡大防止	拡大防止
		第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	抽出塔				
	核分裂生成物洗浄塔				
	逆抽出塔				
	ウラン洗浄塔				
	補助油水分離槽				
	TBP洗浄器				
	プルトニウム溶液受槽				
	油水分離槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	プルトニウム濃縮液供給槽				
	プルトニウム溶液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮缶	地上1階 ②	地上3階 ⑤	地上4階 ①	地上3階 ⑤
	プルトニウム濃縮液受槽				
	プルトニウム濃縮液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液計量槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
	リサイクル槽				
希釈槽					
プルトニウム濃縮液中間貯槽					
第1一時貯留処理槽					
第2一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④	
第3一時貯留処理槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②	
第4一時貯留処理槽					
第7一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②	

第3図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上1階）



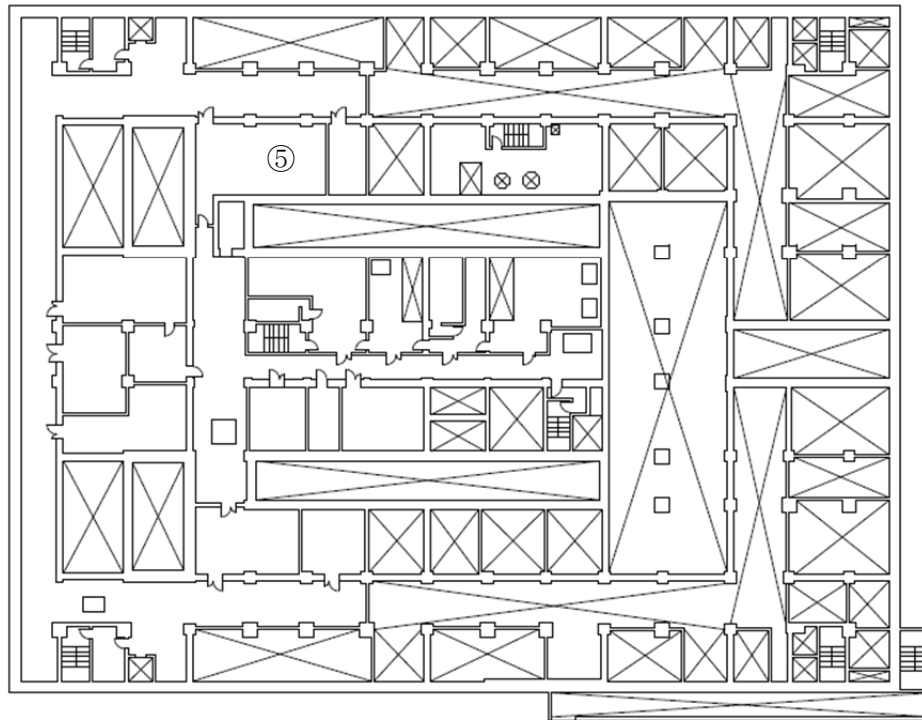
		発生防止	発生防止	拡大防止	拡大防止	
		第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口	
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽	地上1階 ②	地上2階 ④	地上1階 ⑤	地上2階 ④	
	抽出塔					
	核分裂生成物洗浄塔					
	逆抽出塔					
	ウラン洗浄塔		-	-	-	
	補助油水分離槽					
	TBP洗浄器					
	プルトニウム溶液受槽					
	油水分離槽			地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	プルトニウム濃縮缶供給槽					
	プルトニウム溶液一時貯槽					
	プルトニウム濃縮缶		地上3階 ⑥	地上4階 ①	地上3階 ⑤	
	プルトニウム濃縮液受槽					
	プルトニウム濃縮液一時貯槽					
	プルトニウム濃縮液計量槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①	
	リサイクル槽					
	希釈槽					
	プルトニウム濃縮液中間貯槽					
	第1一時貯留処理槽		-	-	-	
	第2一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④	
第3一時貯留処理槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②		
第4一時貯留処理槽		-	-	-		
第7一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②		



T.M.S.L. 約+60,500

第4図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上2階）

補 8-21-4

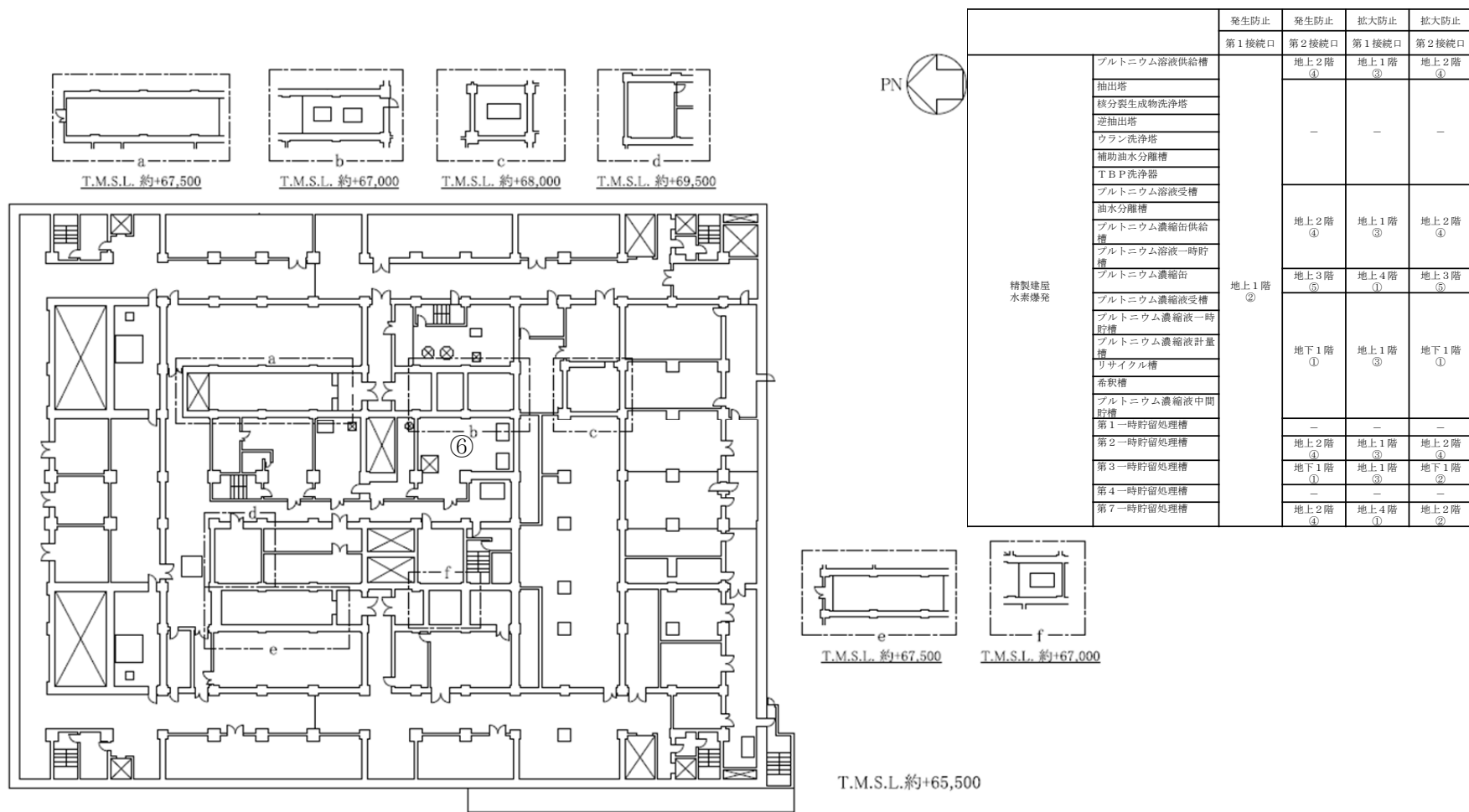


		発生防止 第1接続口	発生防止 第2接続口	拡大防止 第1接続口	拡大防止 第2接続口
精製建屋 水素爆発	プルトニウム溶液供給槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	抽出塔				
	核分裂生成物洗浄塔				
	逆抽出塔				
	ウラン洗浄塔				
	補助油水分離槽				
	T B P 洗浄器				
	プルトニウム溶液受槽				
	油水分離槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	プルトニウム濃縮液供給槽				
	プルトニウム溶液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液	地上1階 ②	地上3階 ⑤	地上4階 ①	地上3階 ⑤
	プルトニウム濃縮液受槽				
	プルトニウム濃縮液一時貯槽				
	プルトニウム濃縮液計量槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
	リサイクル槽				
	希釈槽				
	プルトニウム濃縮液中間貯槽				
	第1一時貯留処理槽				
	第2一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
第3一時貯留処理槽		地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ②	
第4一時貯留処理槽					
第7一時貯留処理槽		地上2階 ④	地上4階 ①	地上2階 ②	

T.M.S.L.約+64,000

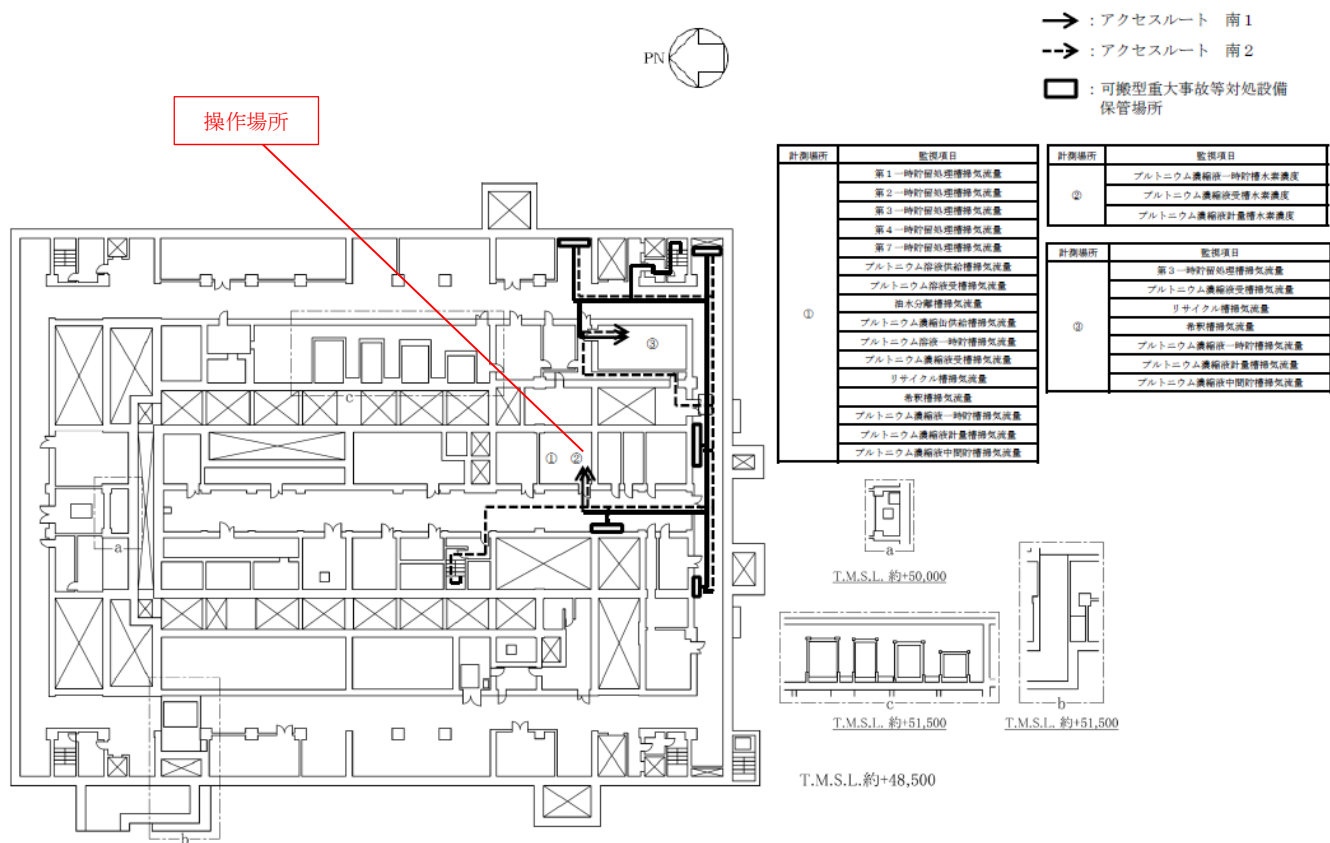
第5図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上3階）

補 8-21-5

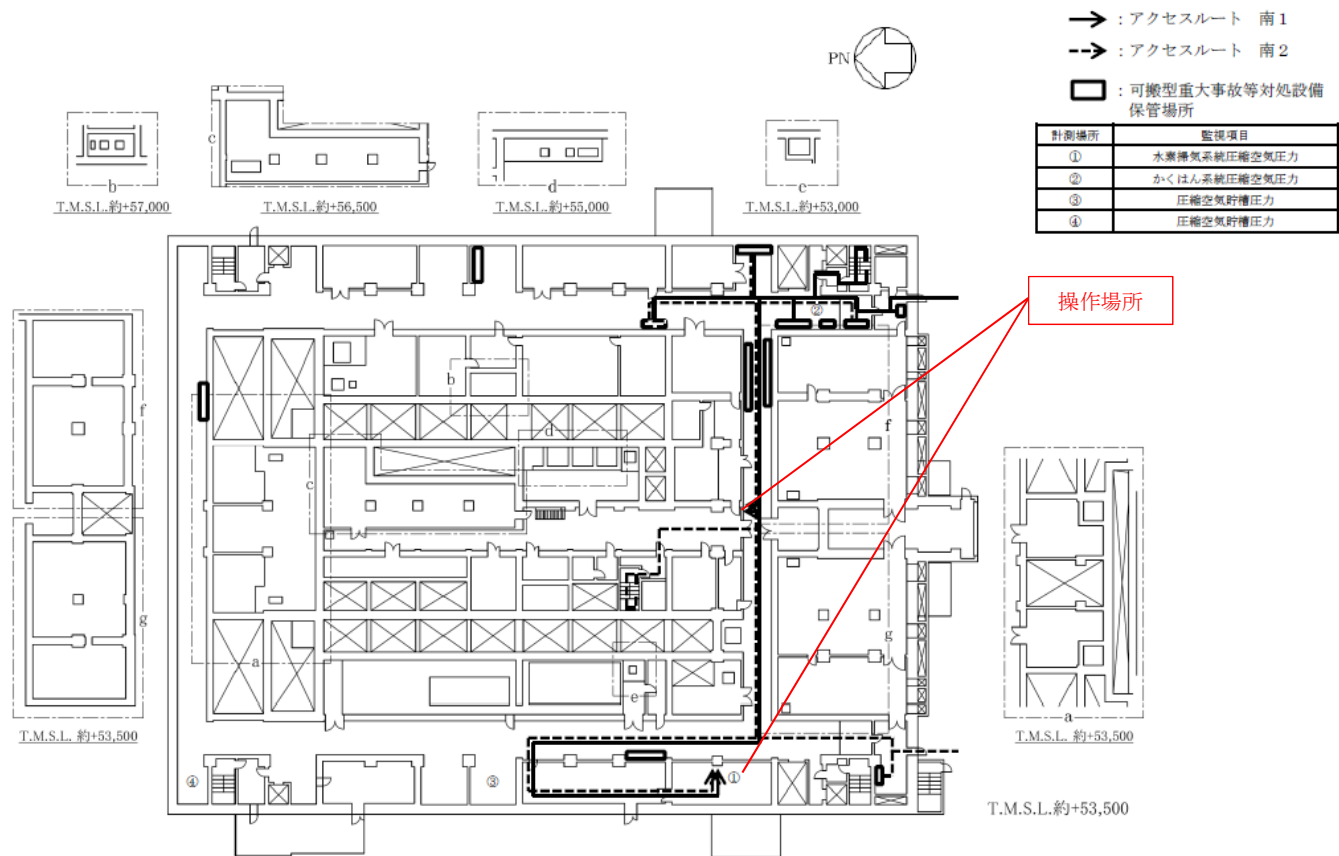


第6図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上4階）

補 8-21-6

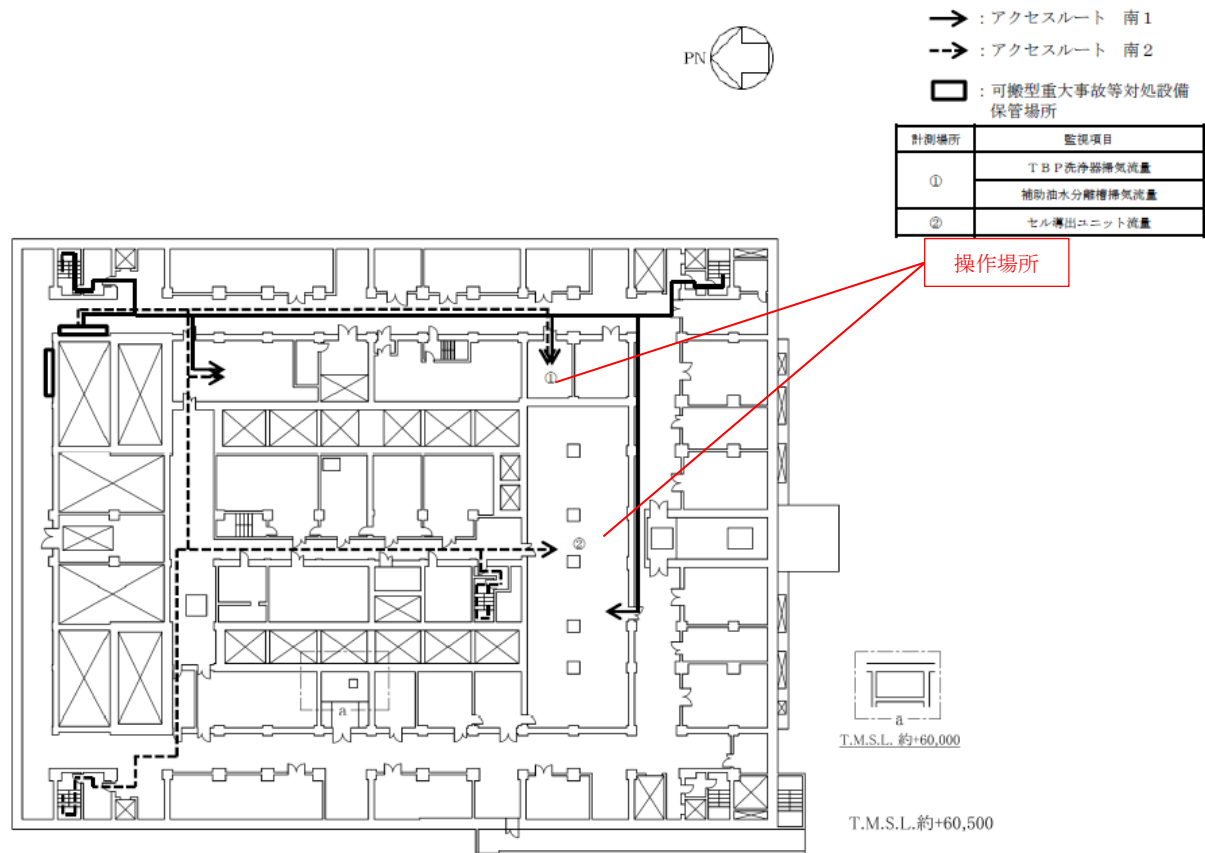


第7図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地下1階)



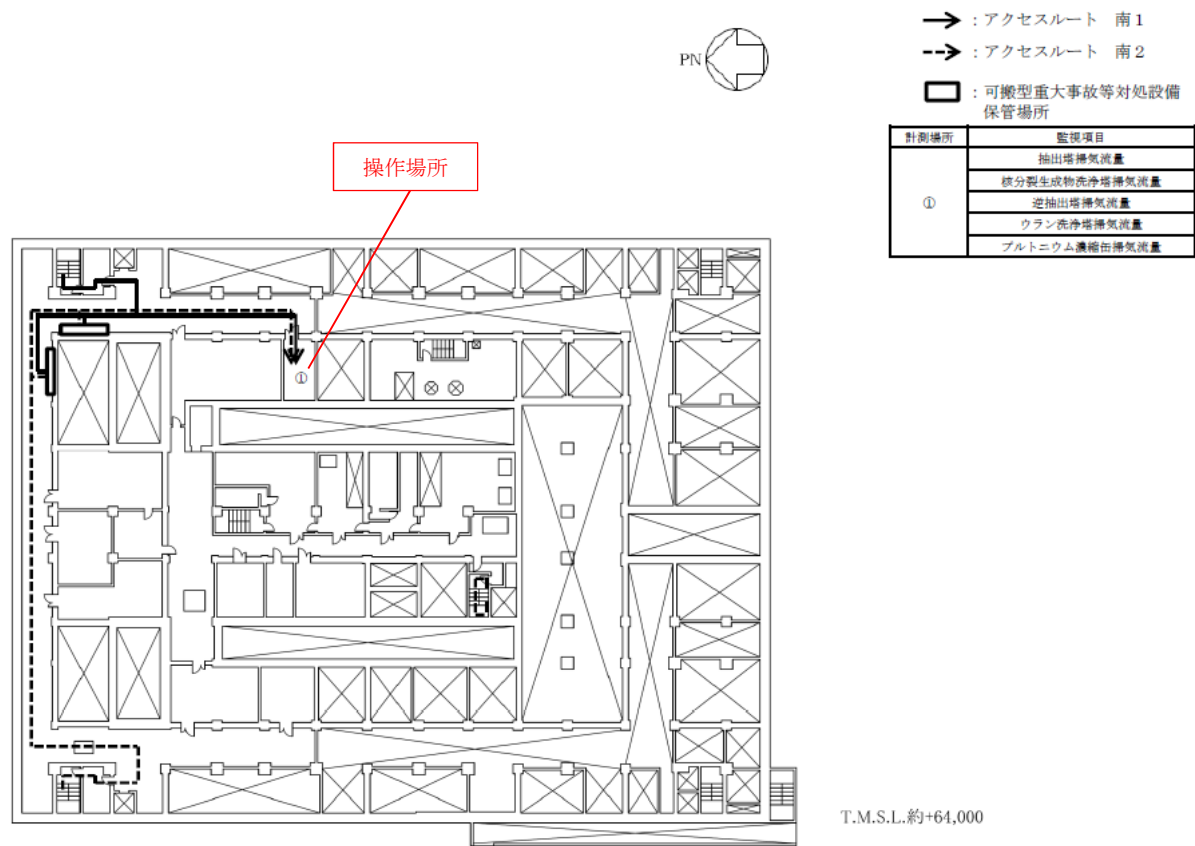
第8図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上1階)

補 8-21-8

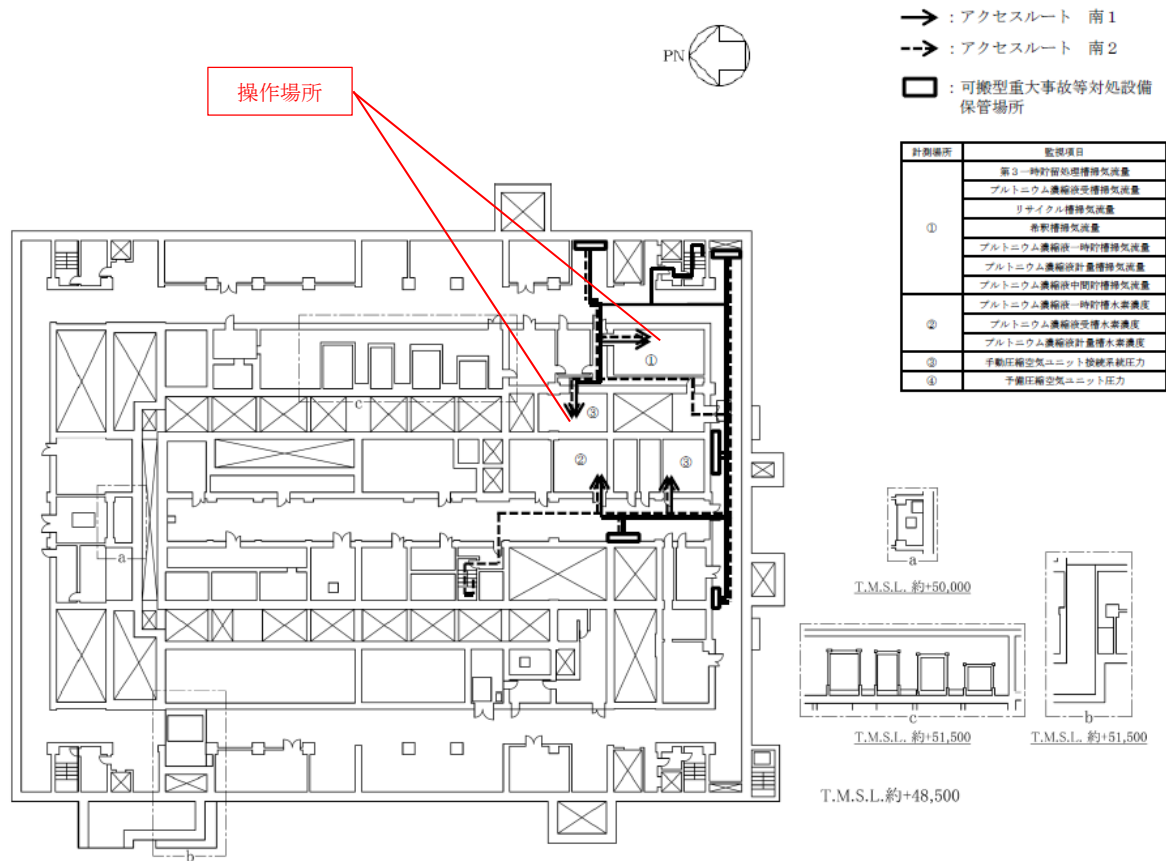


第9図「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上2階)

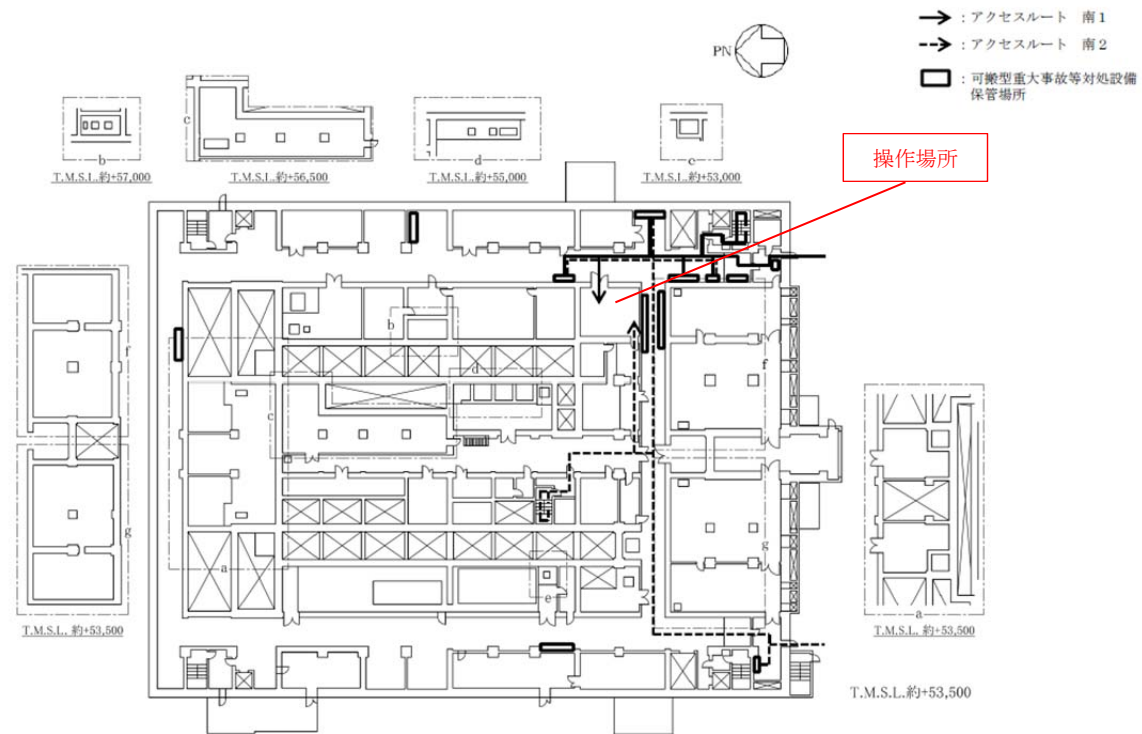
補 8-21-9



第 10 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上 3 階)

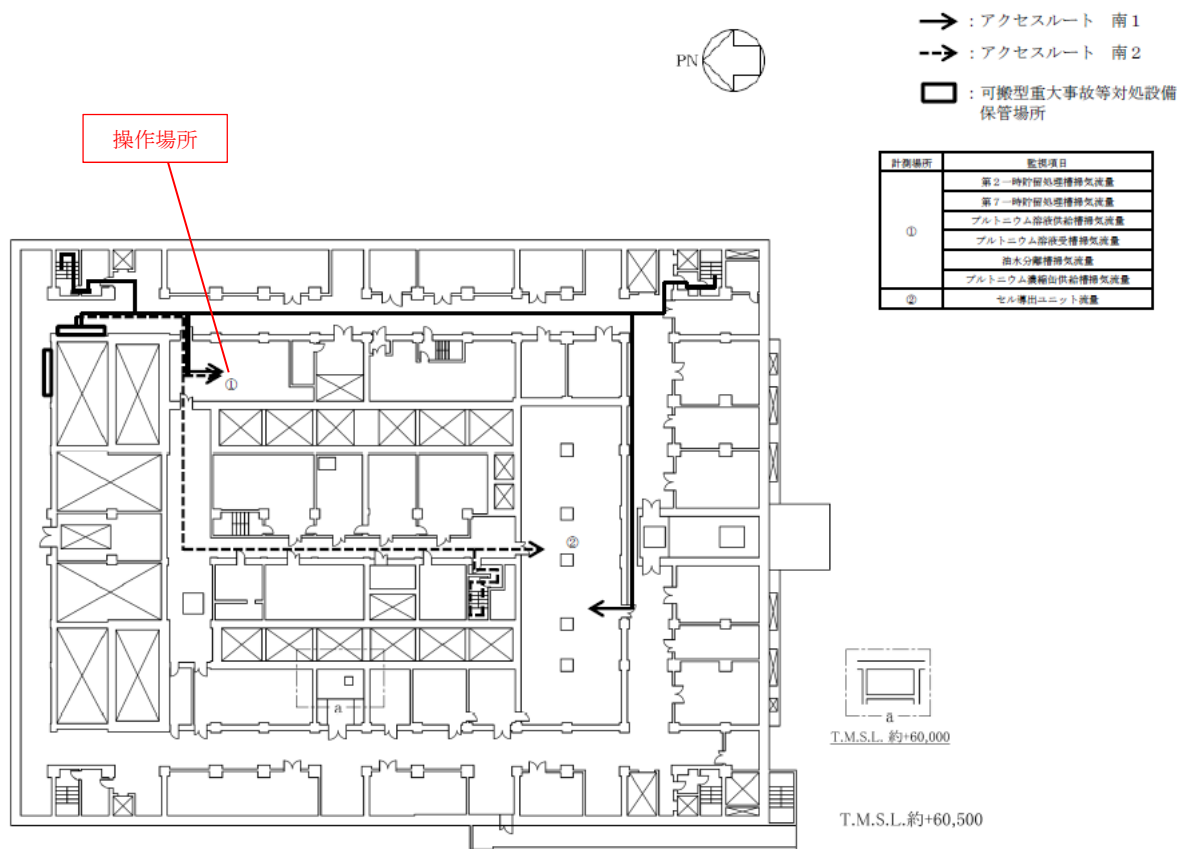


第 11 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下 1 階)

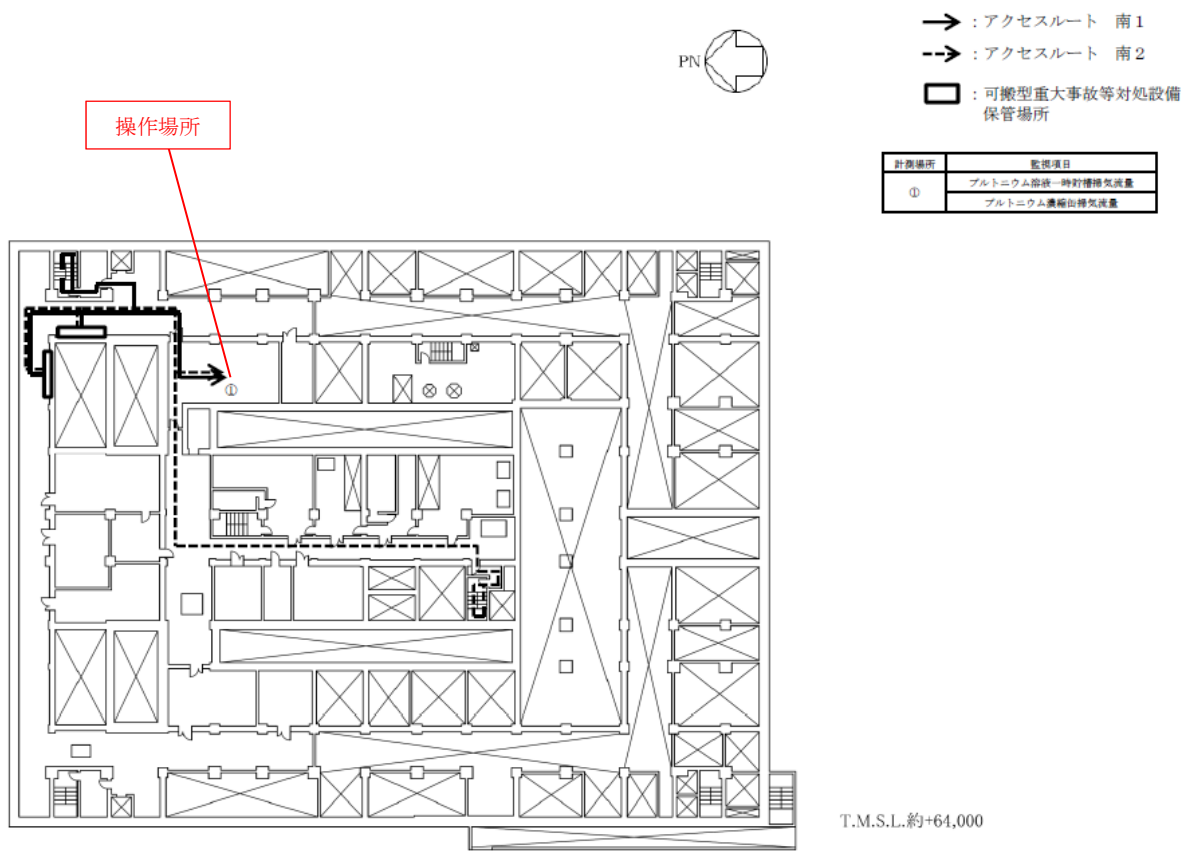


第 12 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)

補 8-21-12

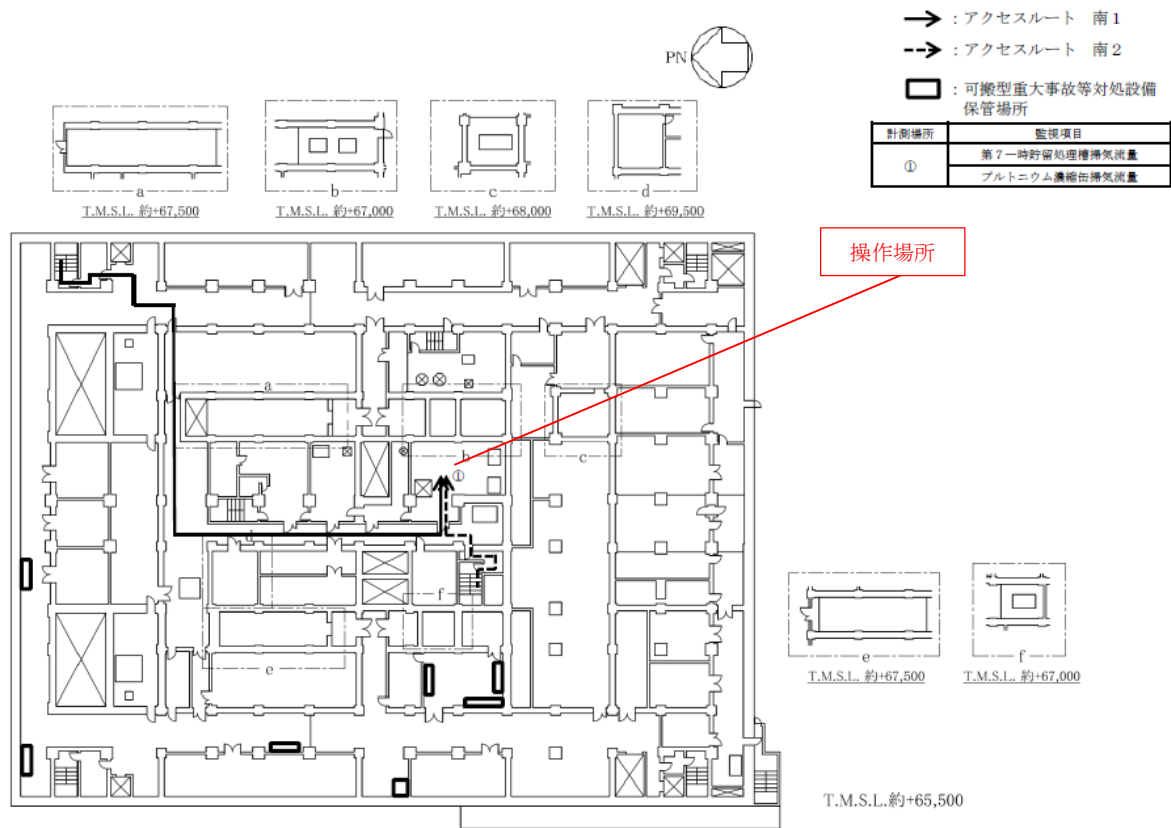


第 13 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 2 階)

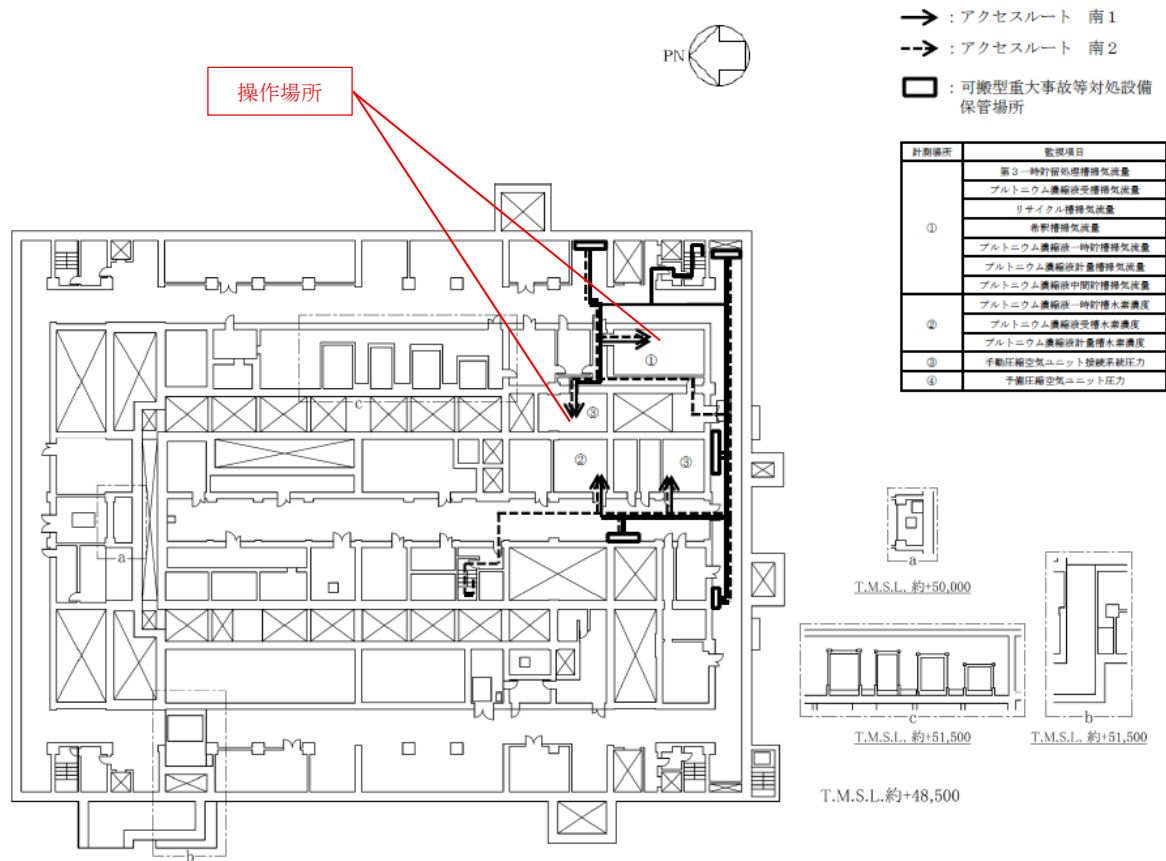


第 14 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 3 階)

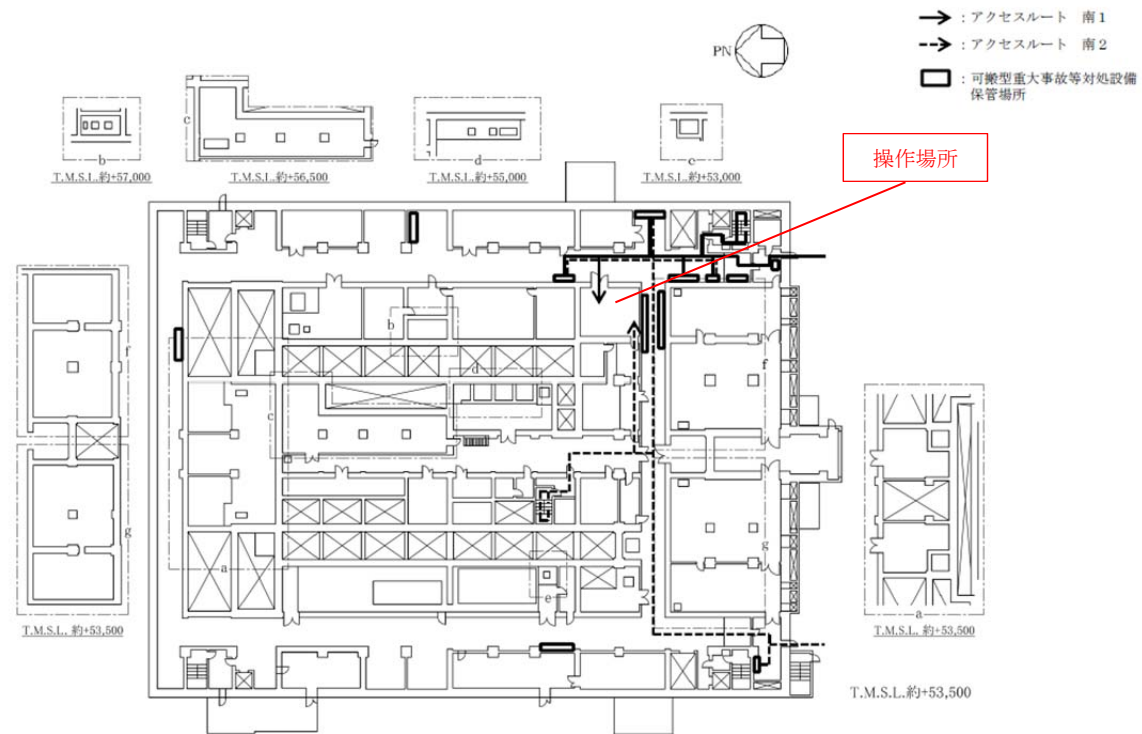
補 8-21-14



第 15 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 4 階)

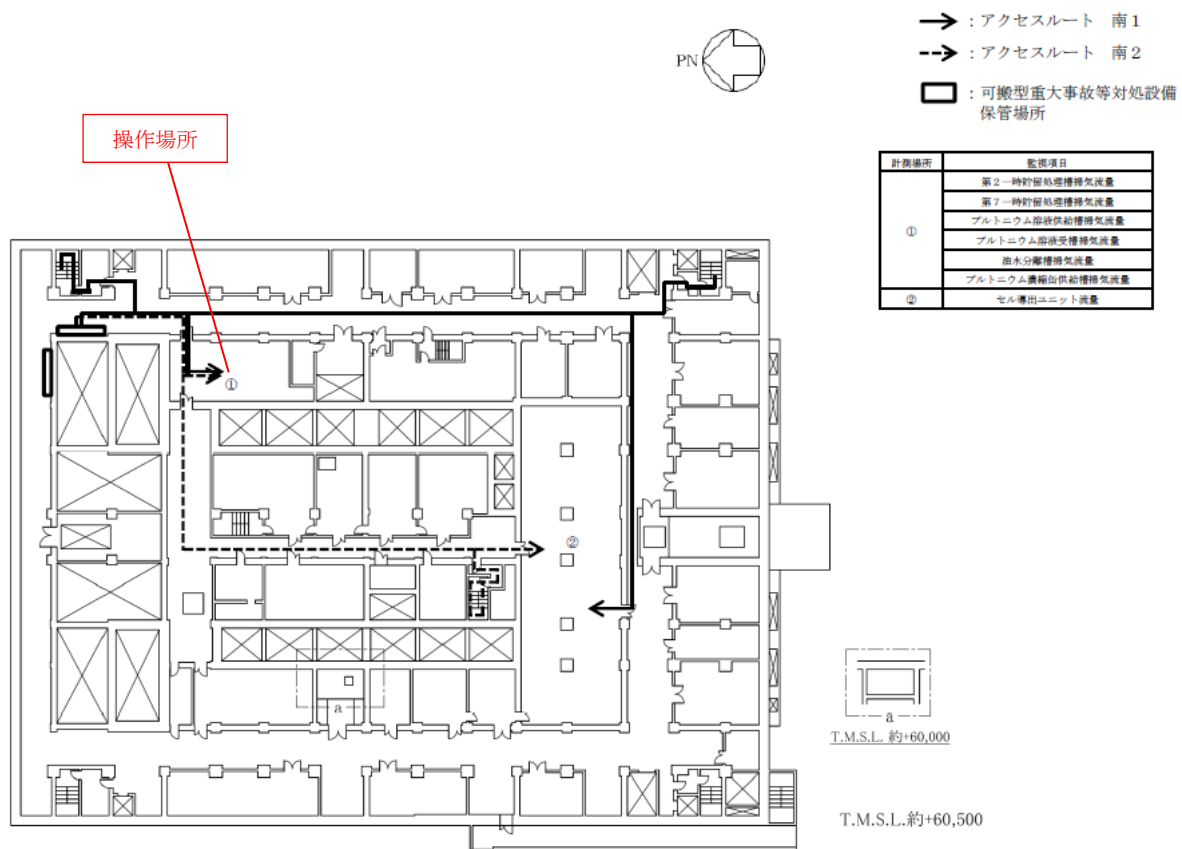


第 16 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下 1 階)



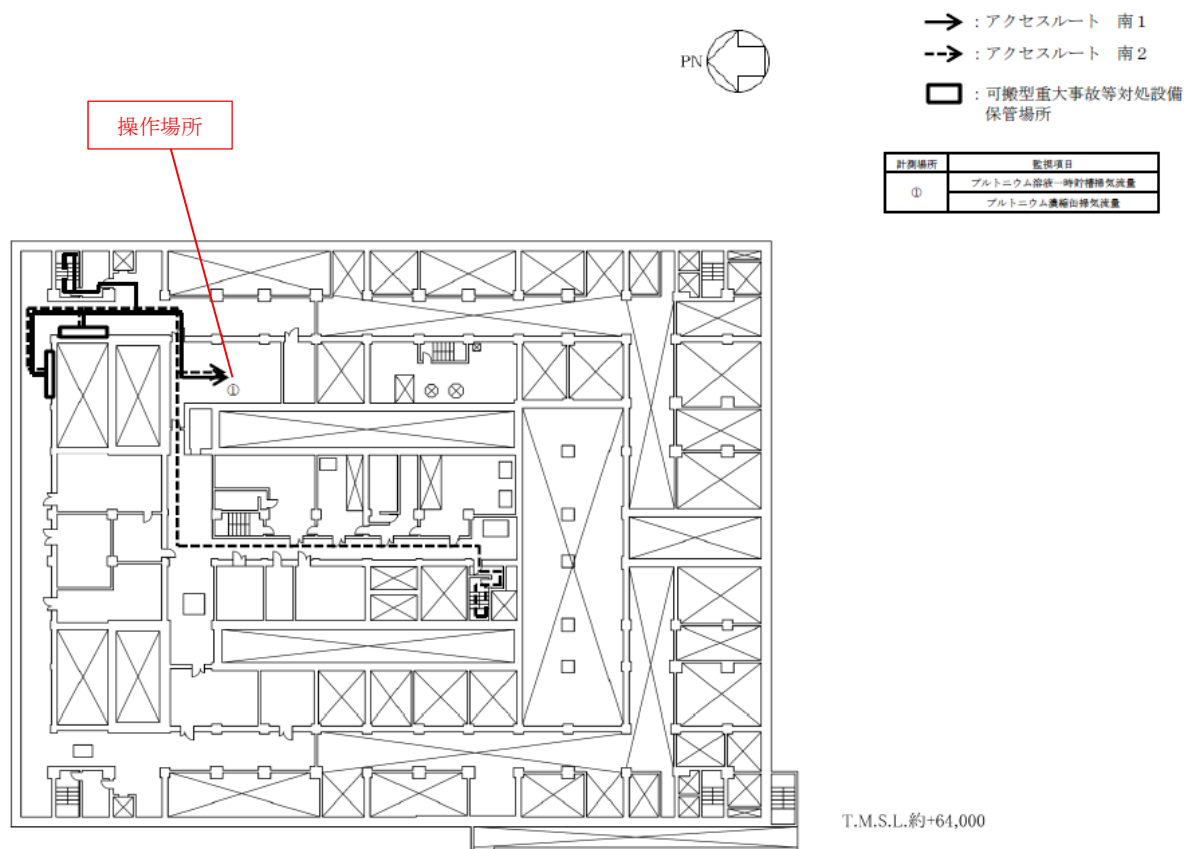
第 17 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)

補 8-21-17

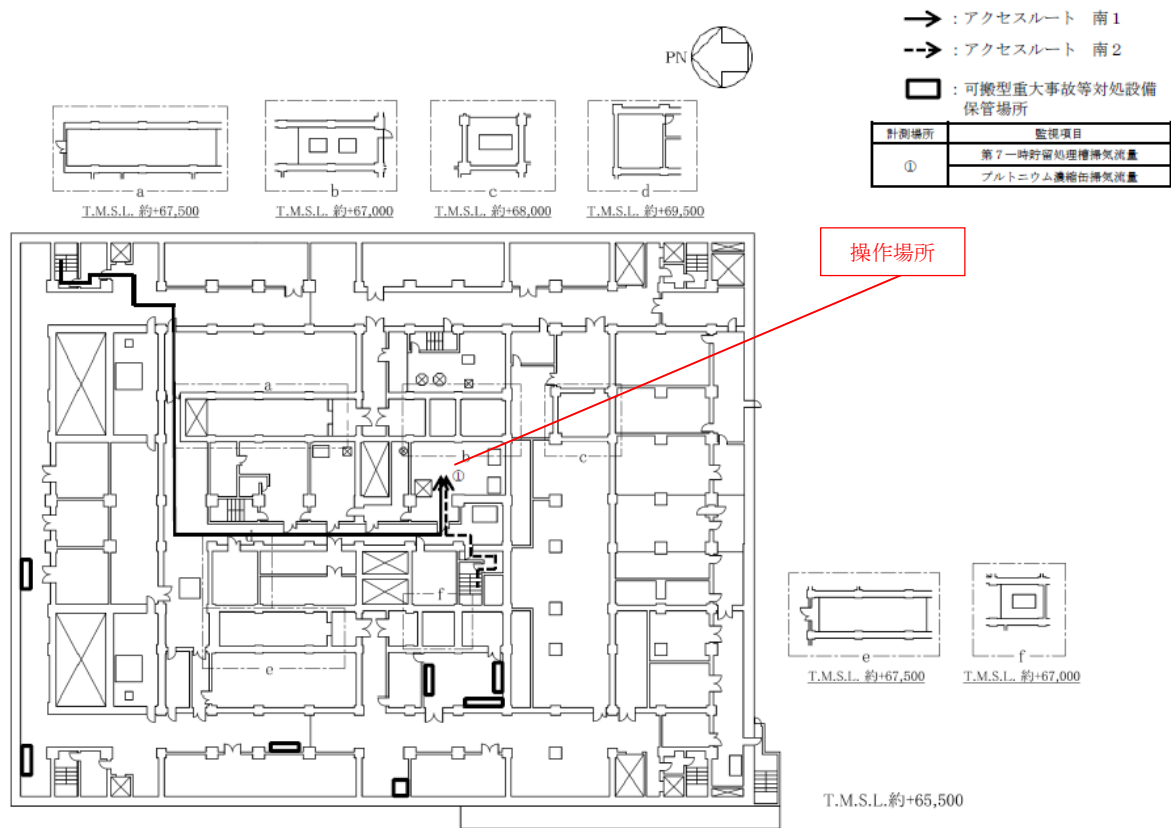


第 18 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 2 階)

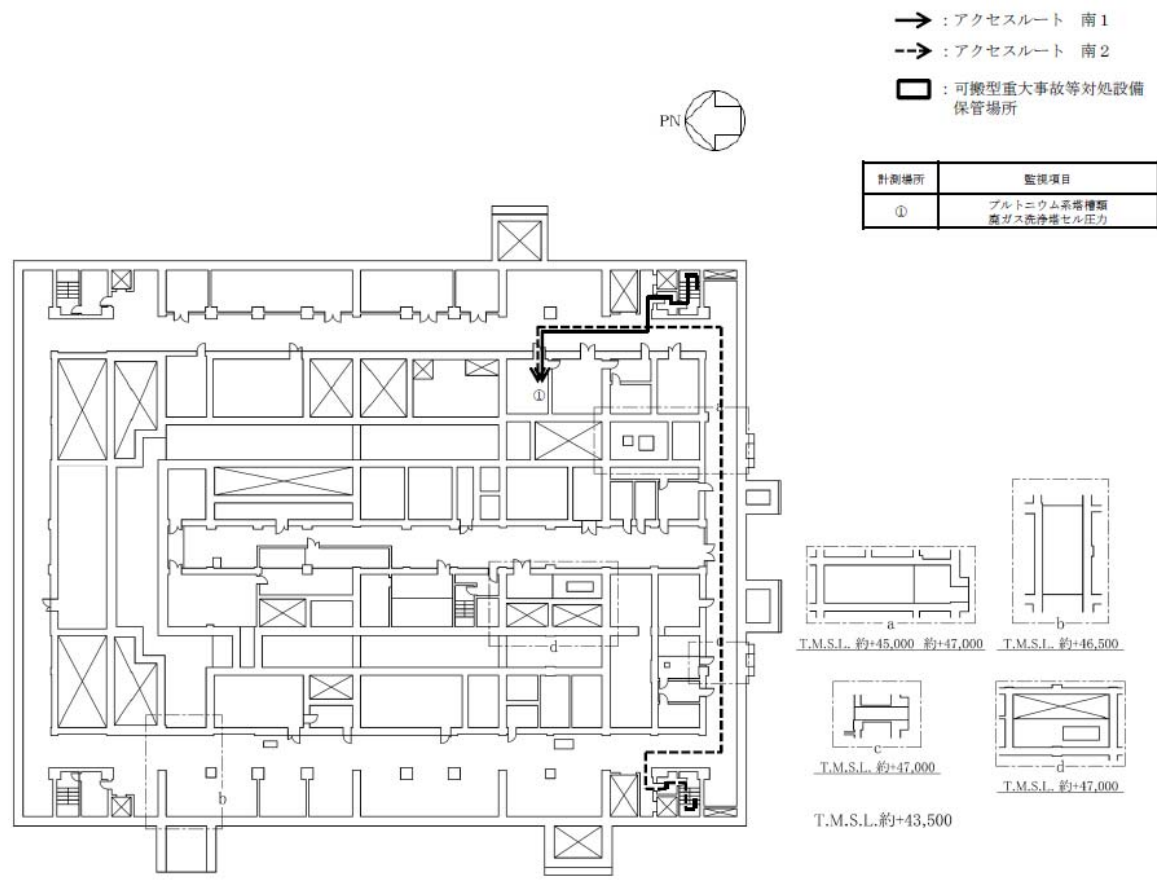
補 8-21-18



第 19 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 3 階)

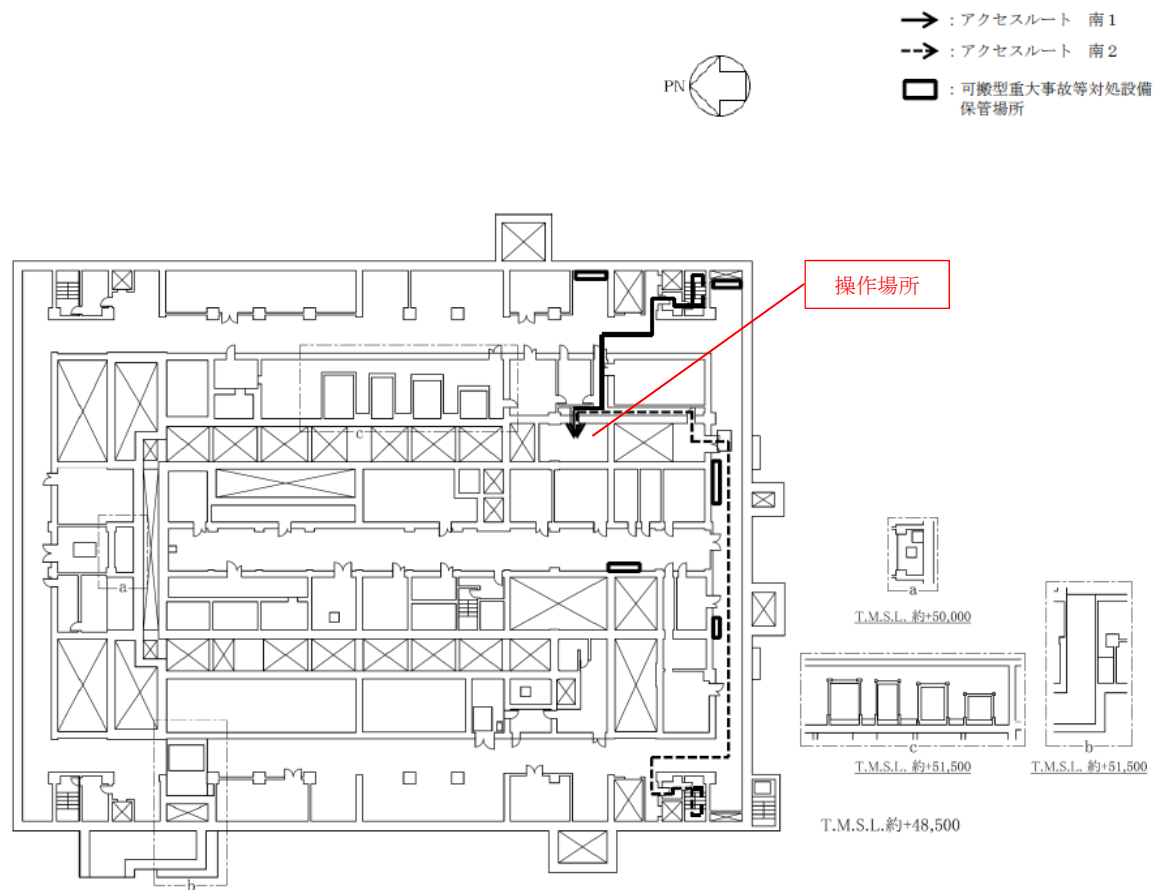


第 20 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 4 階)



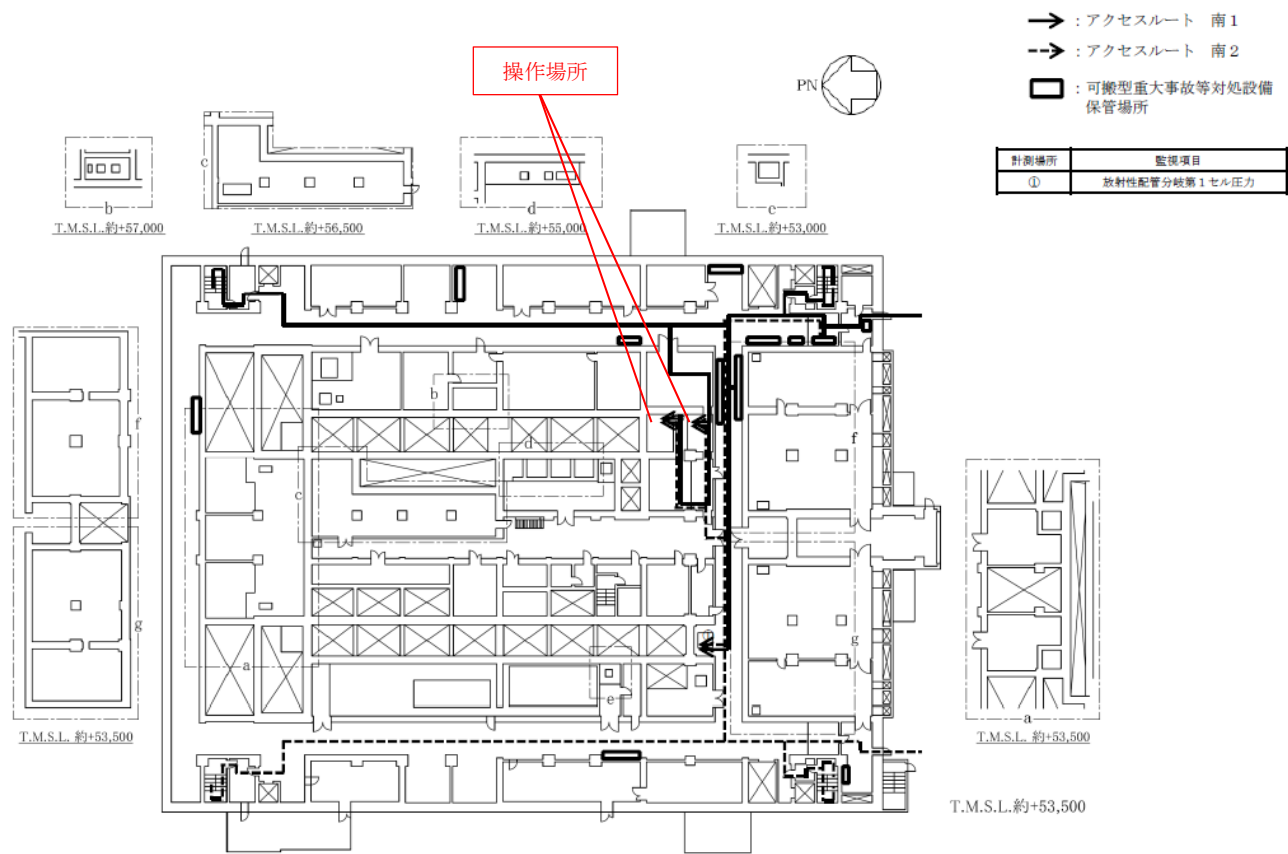
第 21 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地下 2 階)

補 8-21-21



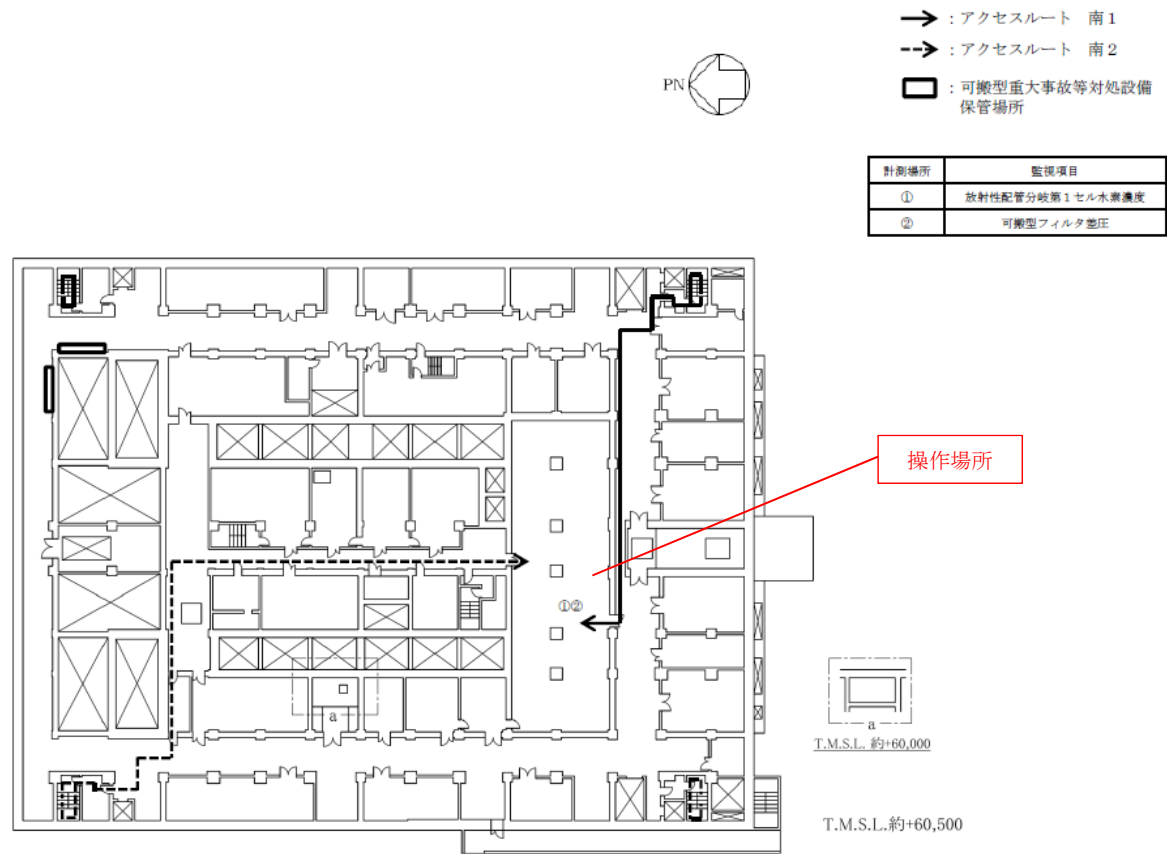
第 22 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(放出低減対策) (地下 1 階)

補 8-21-22



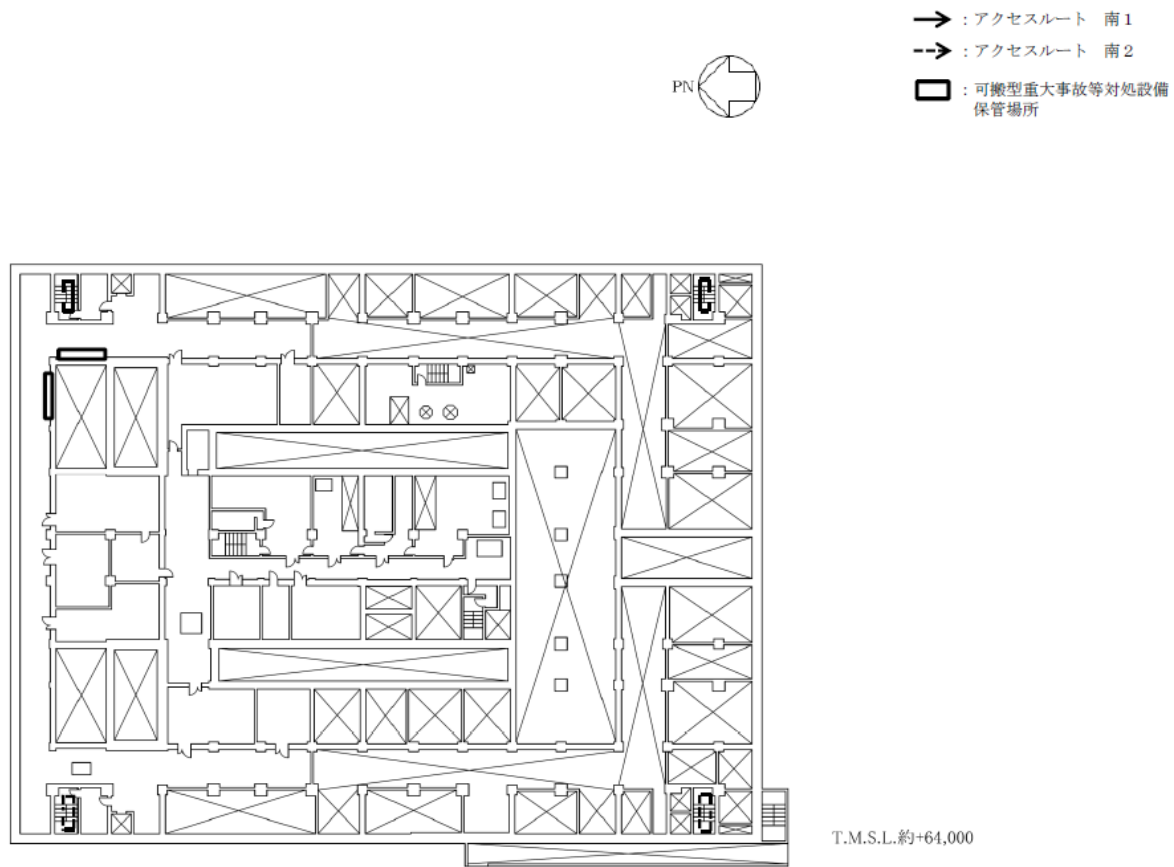
第 23 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地上1階)

補 8-21-23



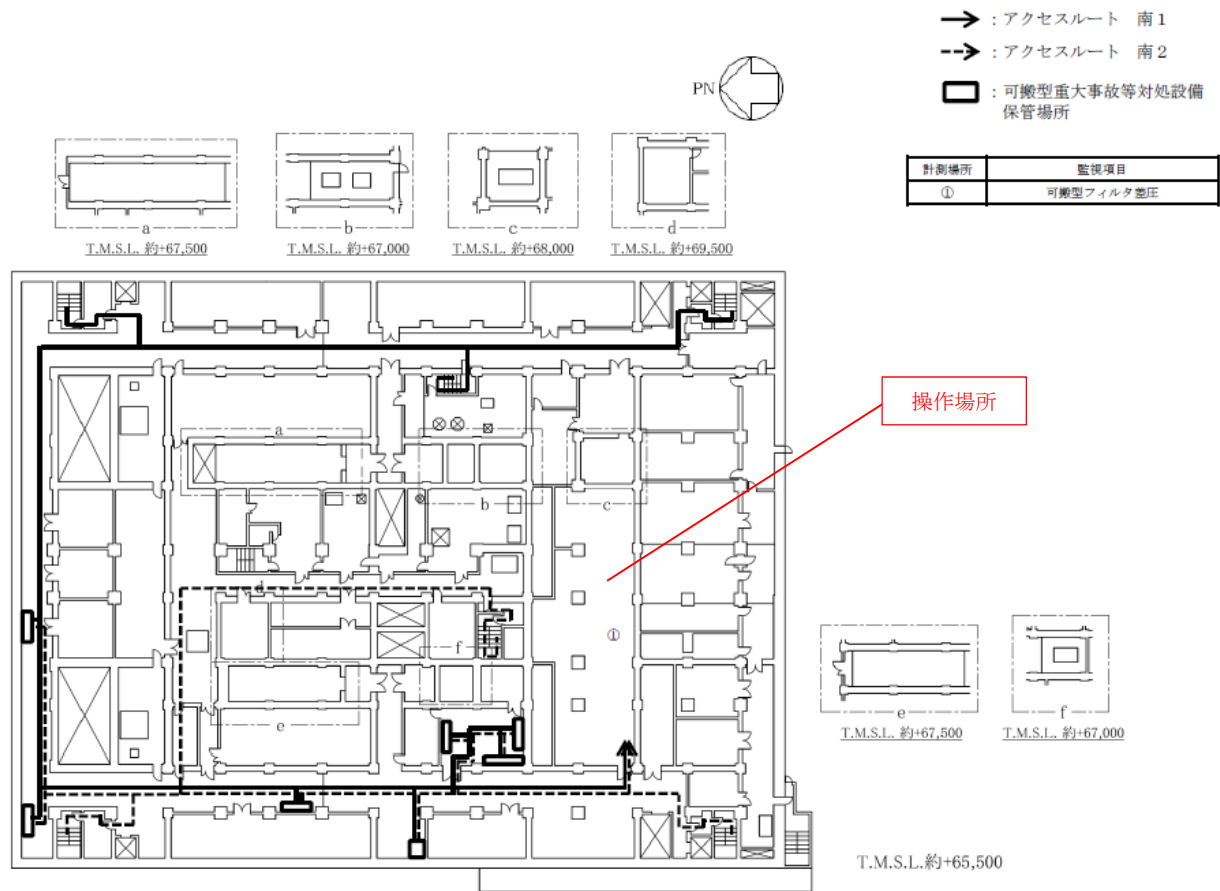
第 24 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地上 2 階)

補 8-21-24



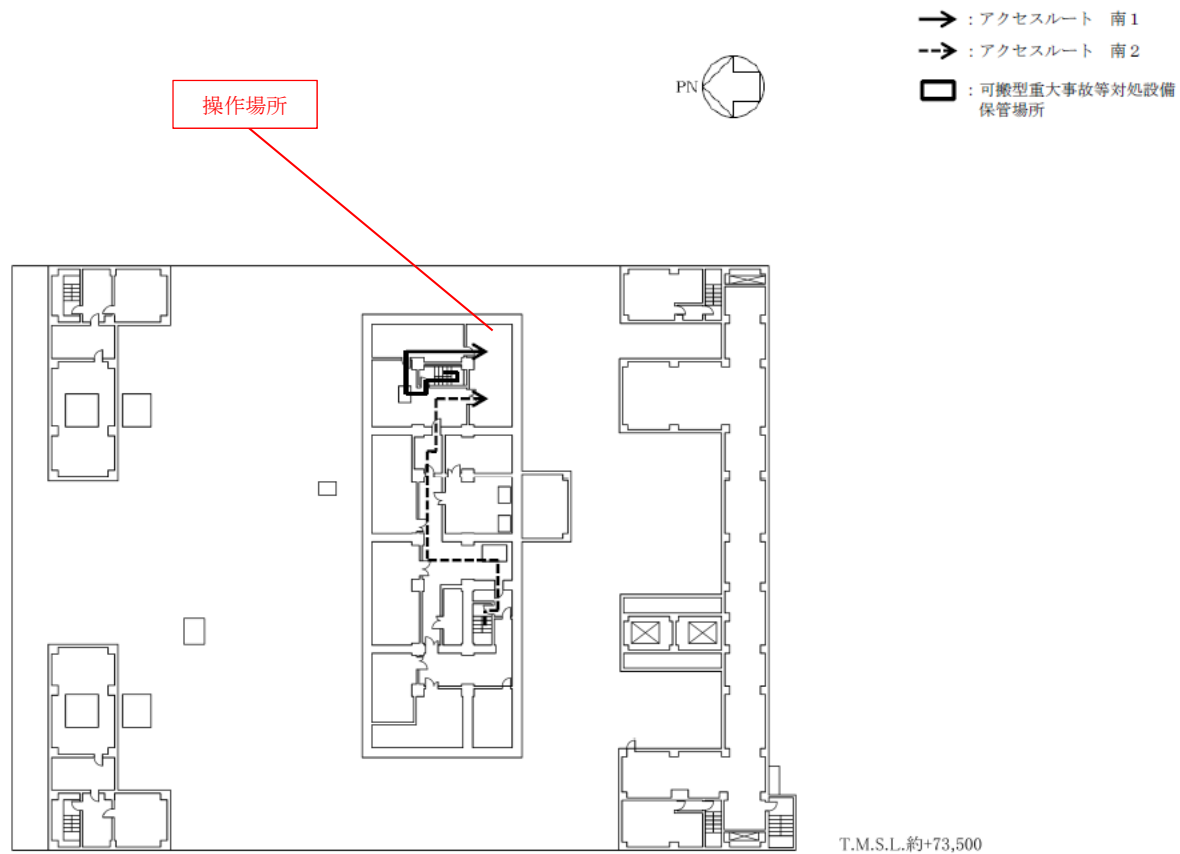
第 25 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地上 3 階)

補 8-21-25



第 26 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地上 4 階)

補 8-21-26

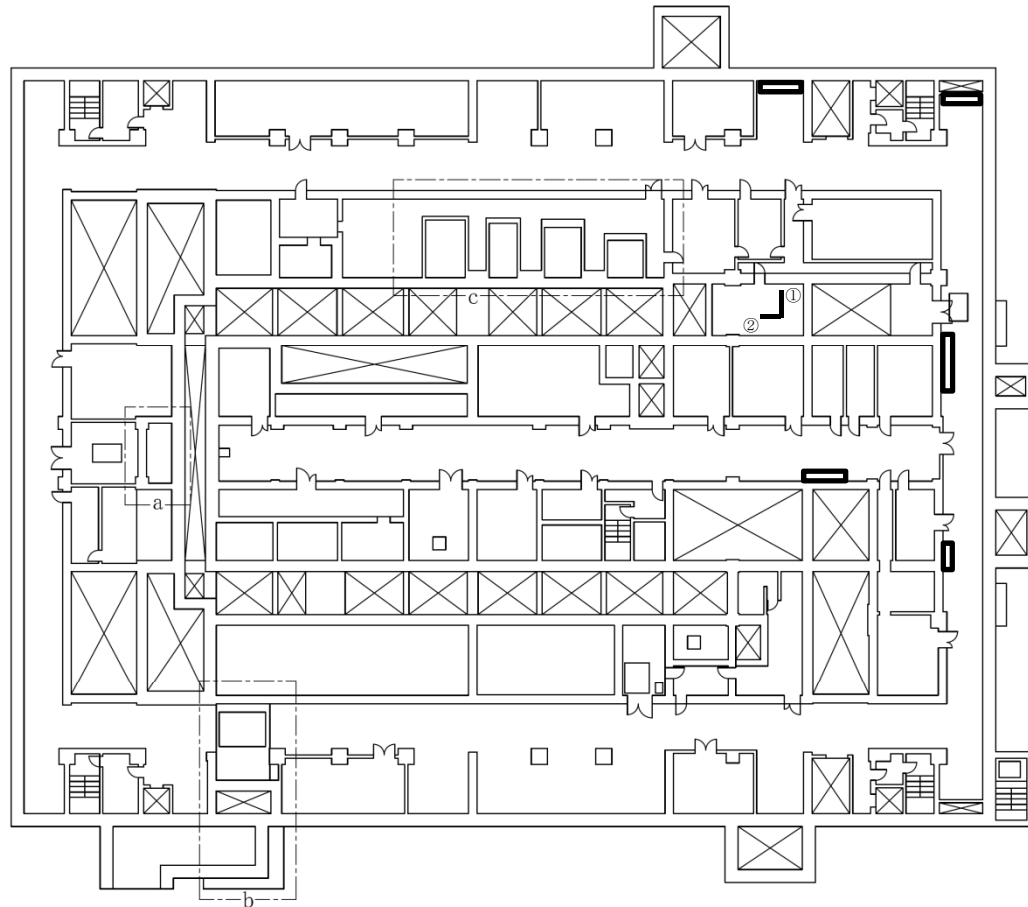


第 27 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
 (放出低減対策) (地上5階)

補 8-21-27

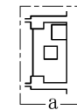


- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

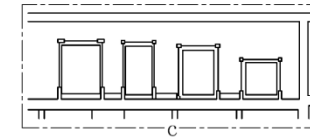


対象機器	接続箇所
—	①

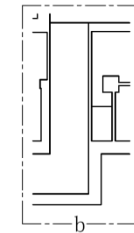
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽	②



T.M.S.L. 約+50,000



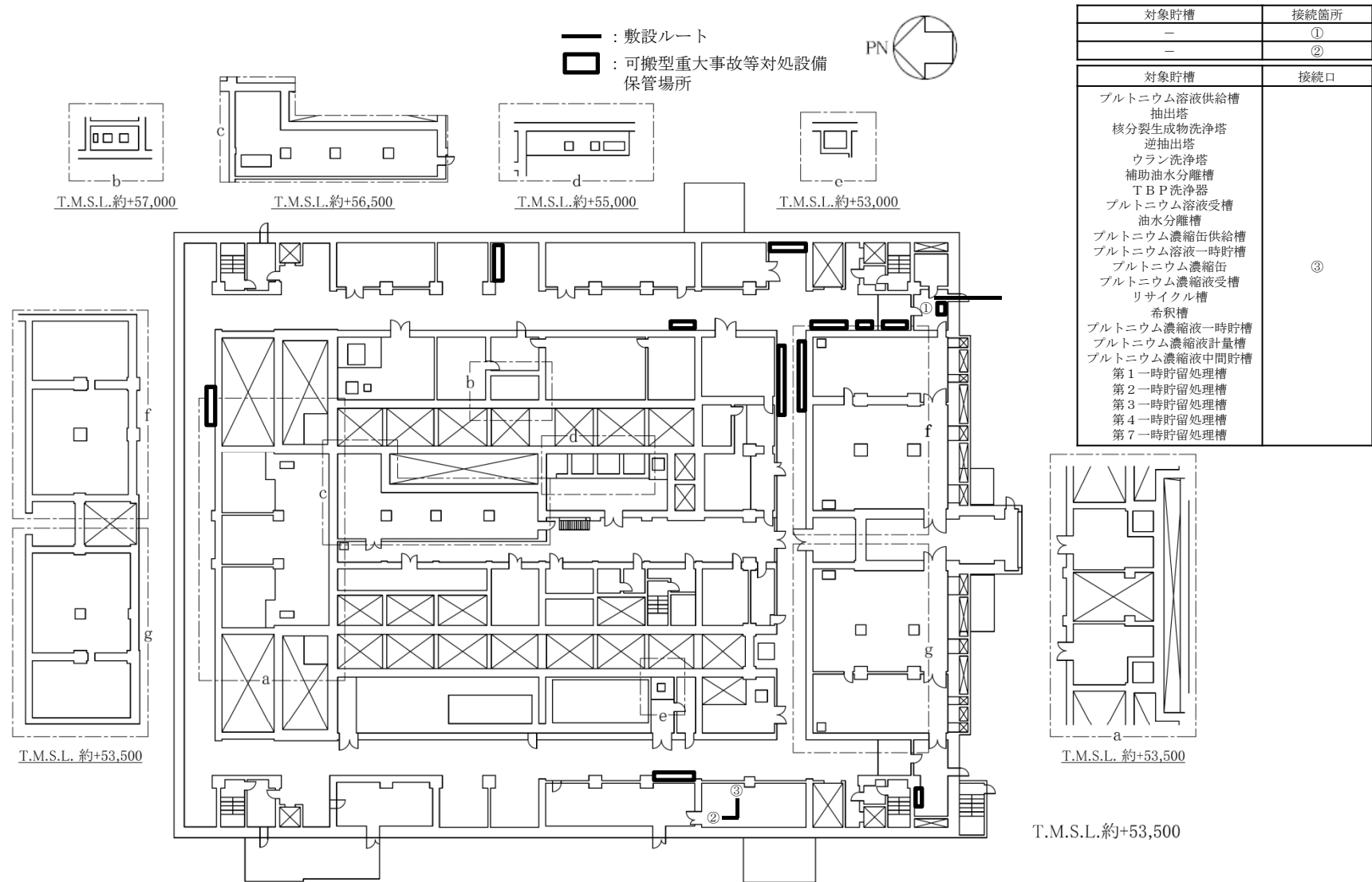
T.M.S.L. 約+51,500



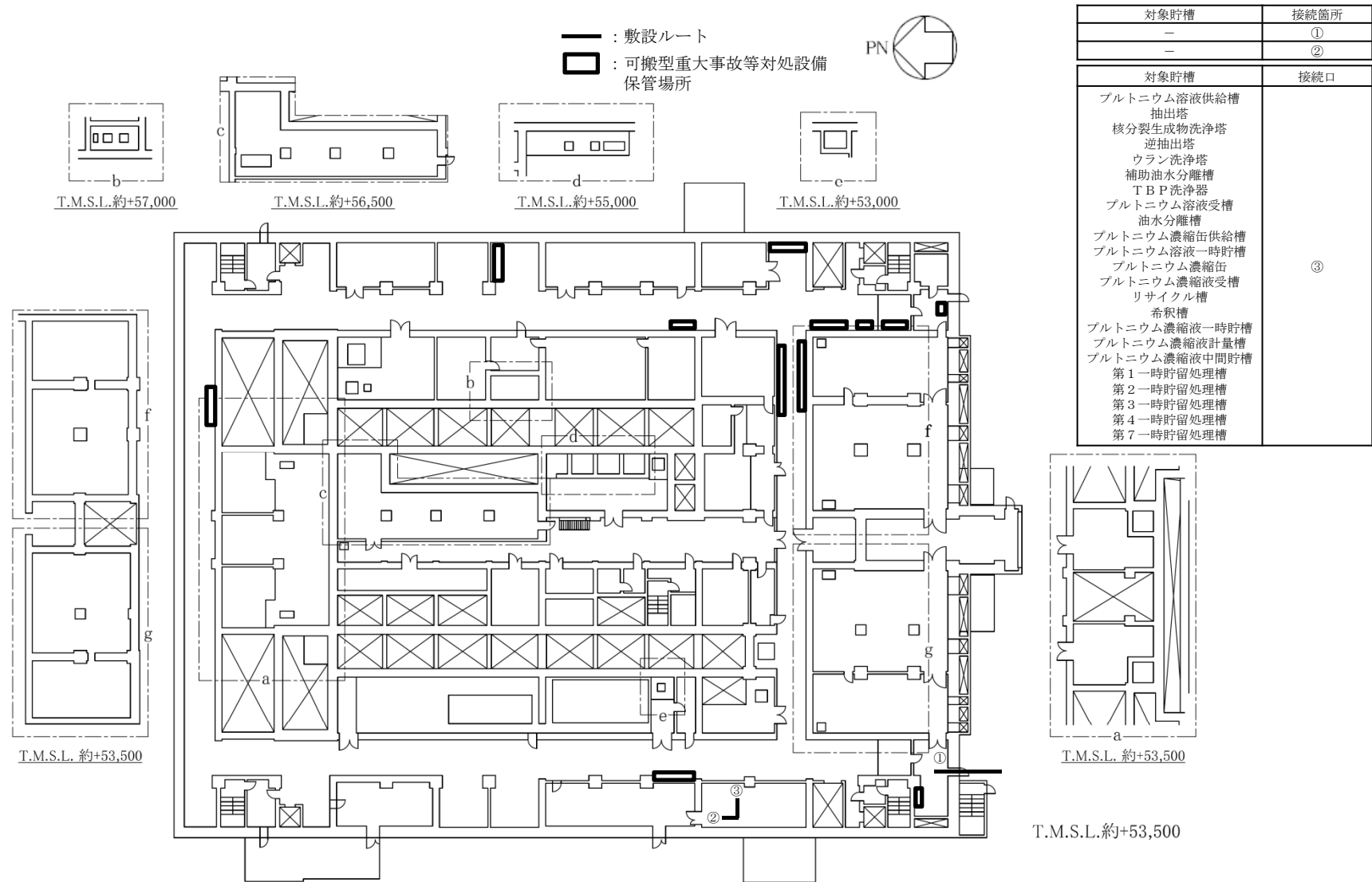
T.M.S.L. 約+51,500

T.M.S.L. 約+48,500

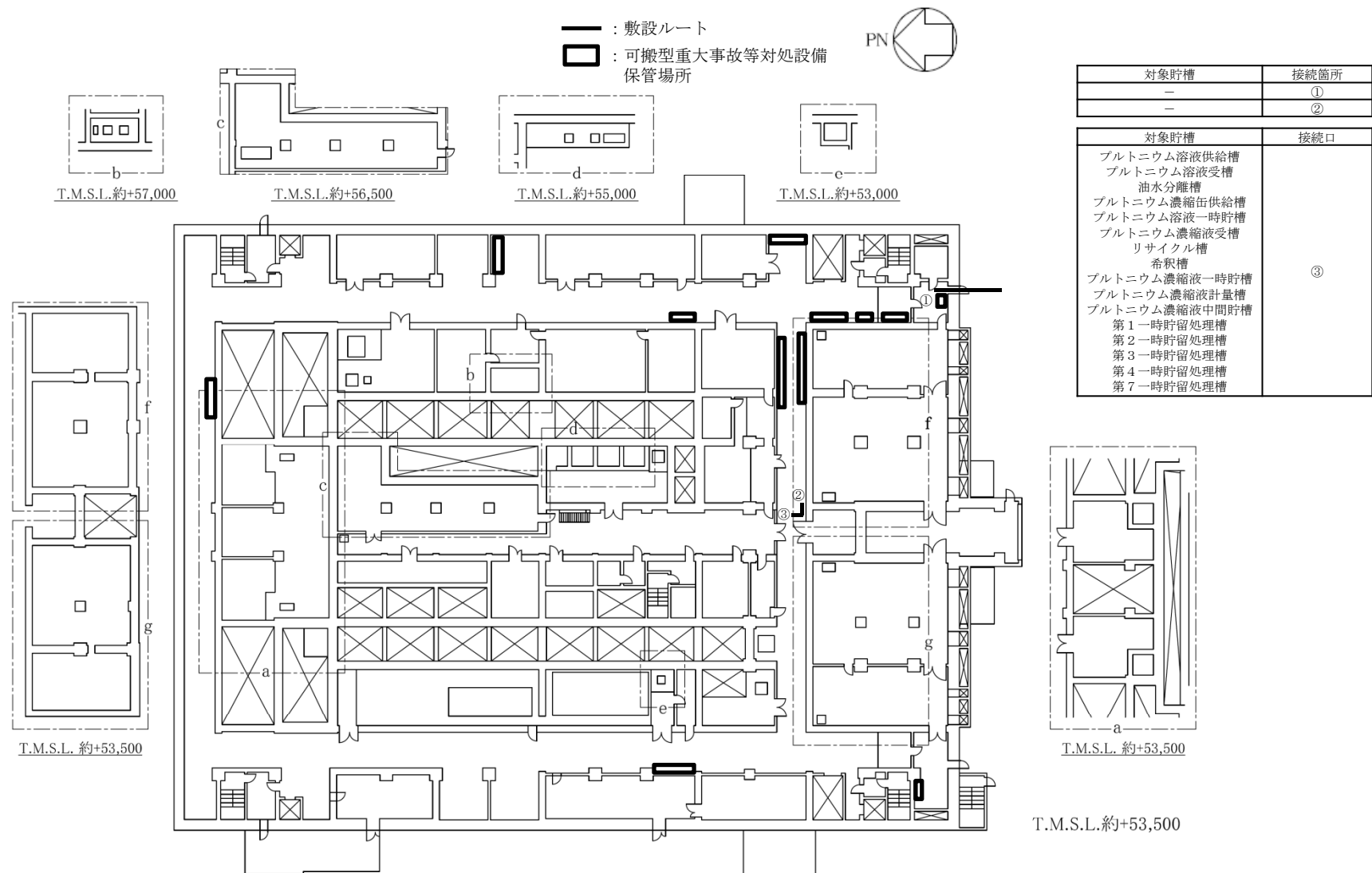
第28図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（手動圧縮空気ユニット供給）の建屋内ホース敷設ルート（南1ルート及び南2ルート）（地下1階）



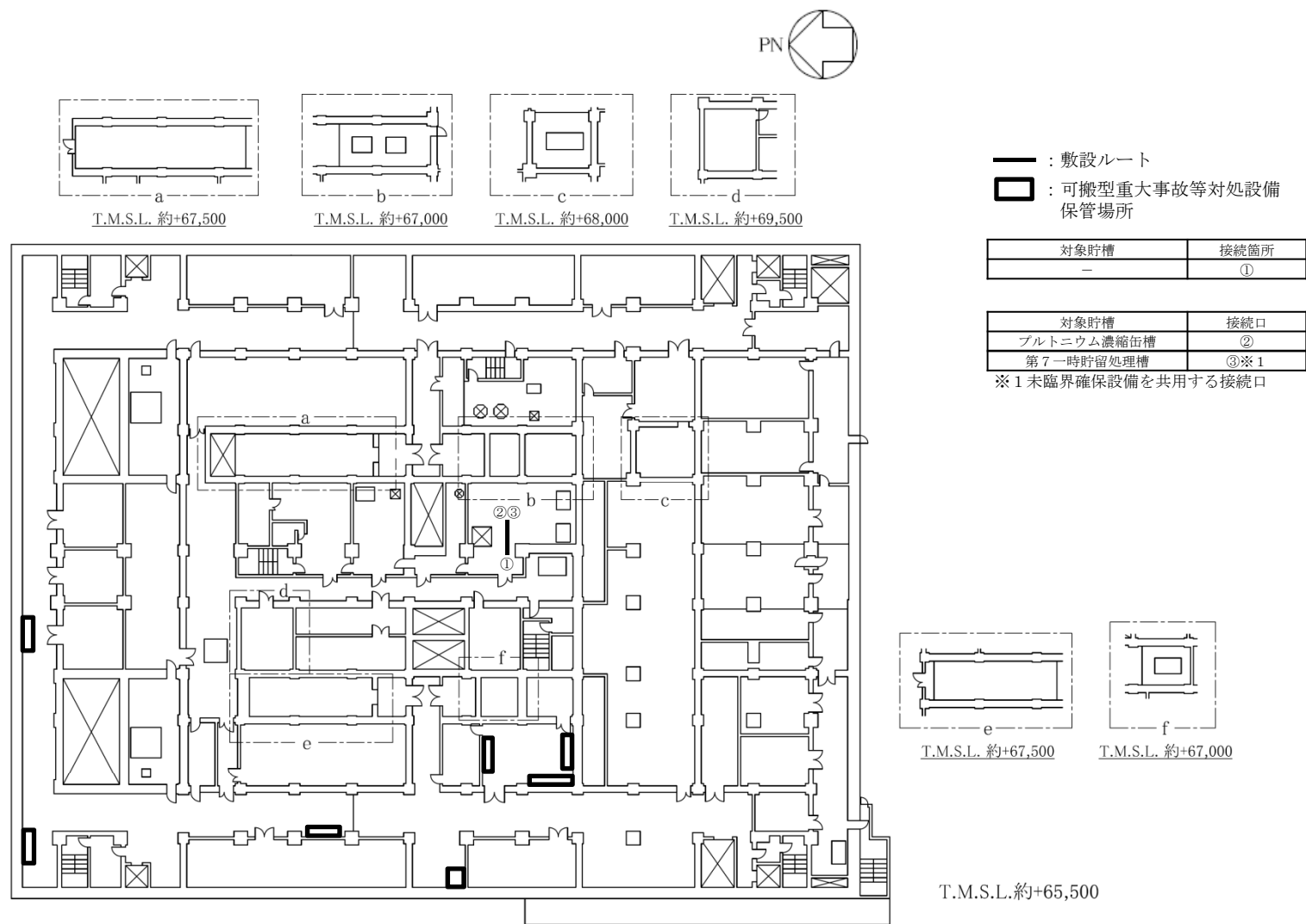
第29図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上1階）



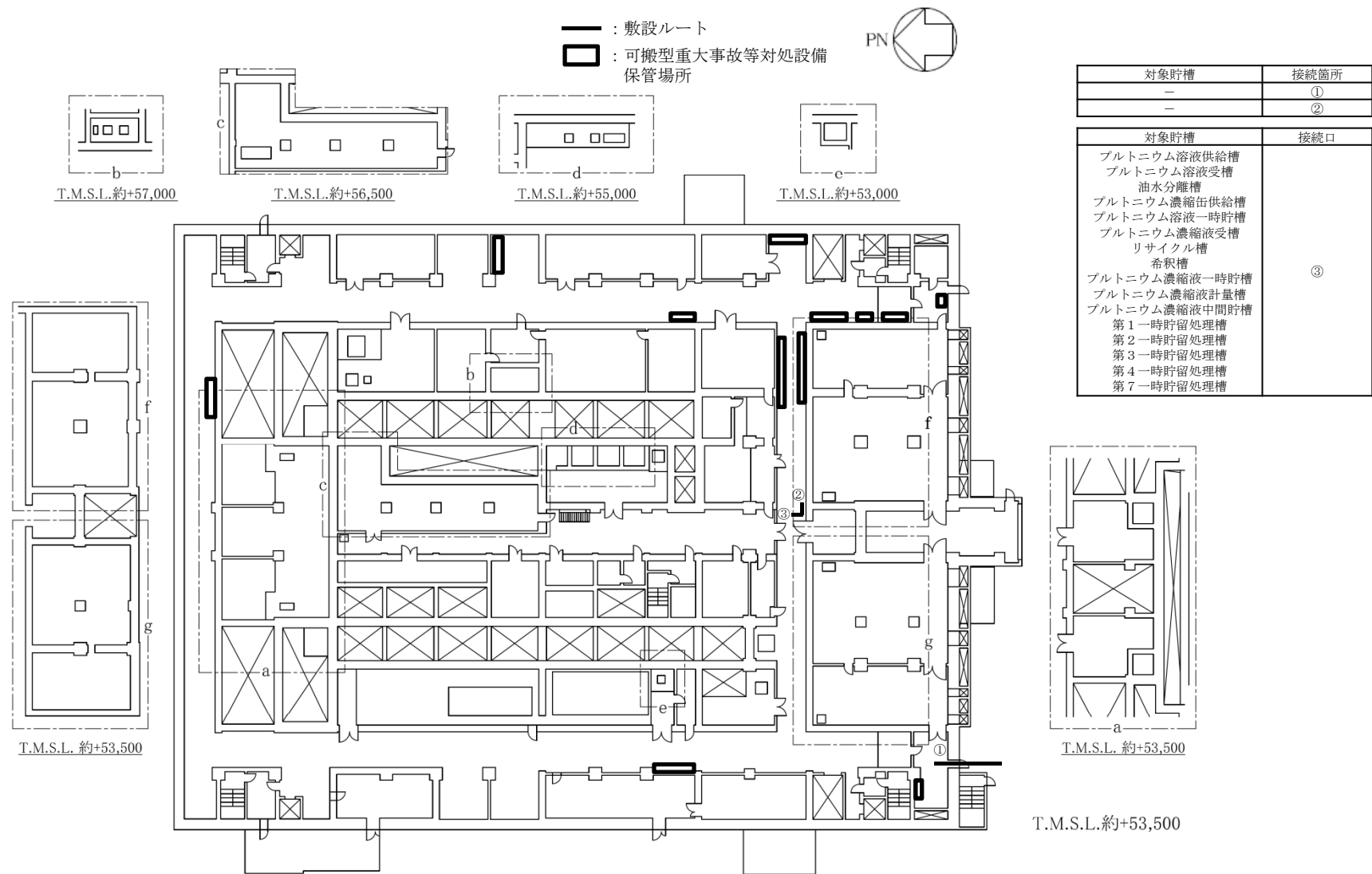
第30図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上1階）



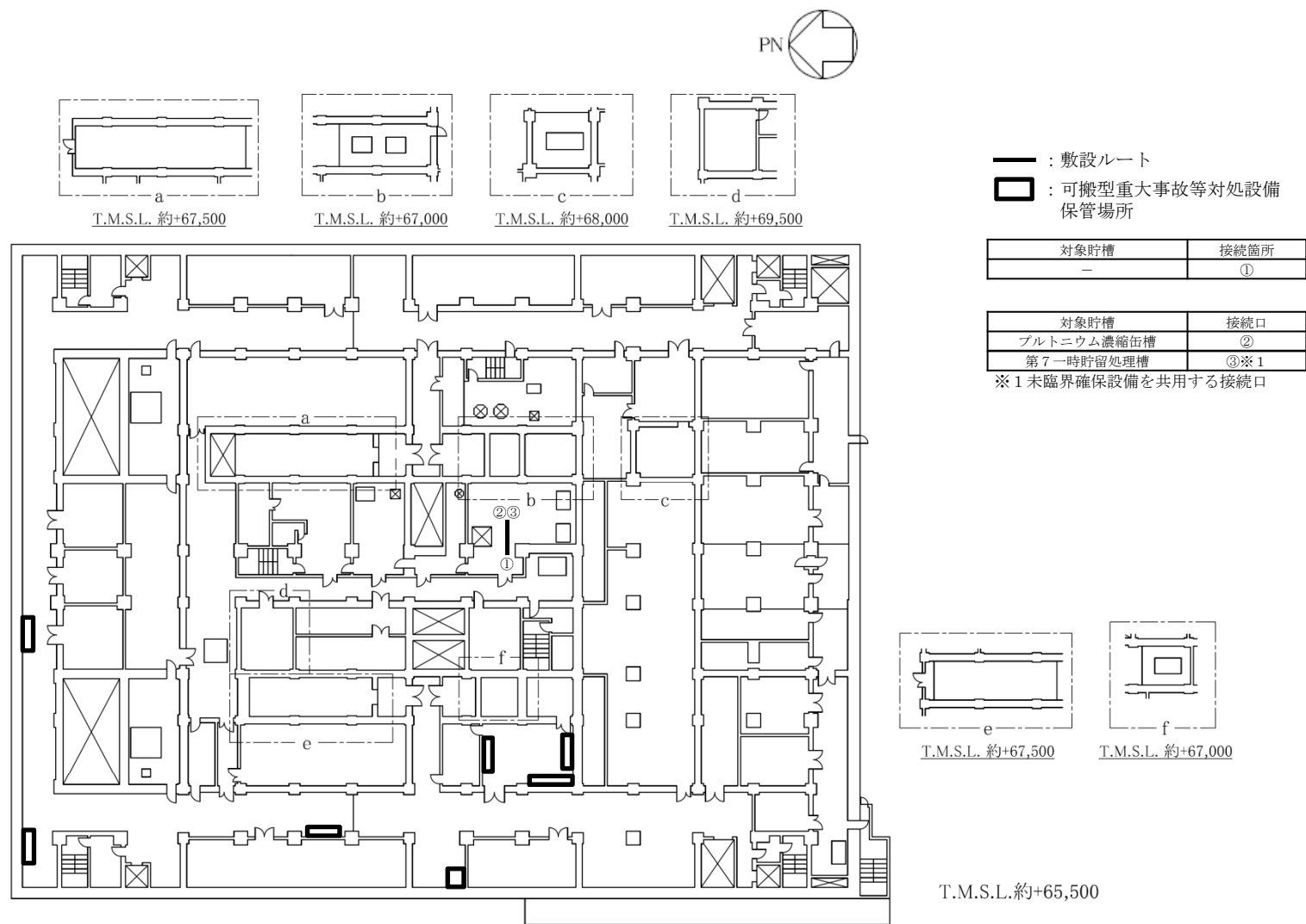
第31図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上1階）



第32図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上4階）



第33図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上1階）

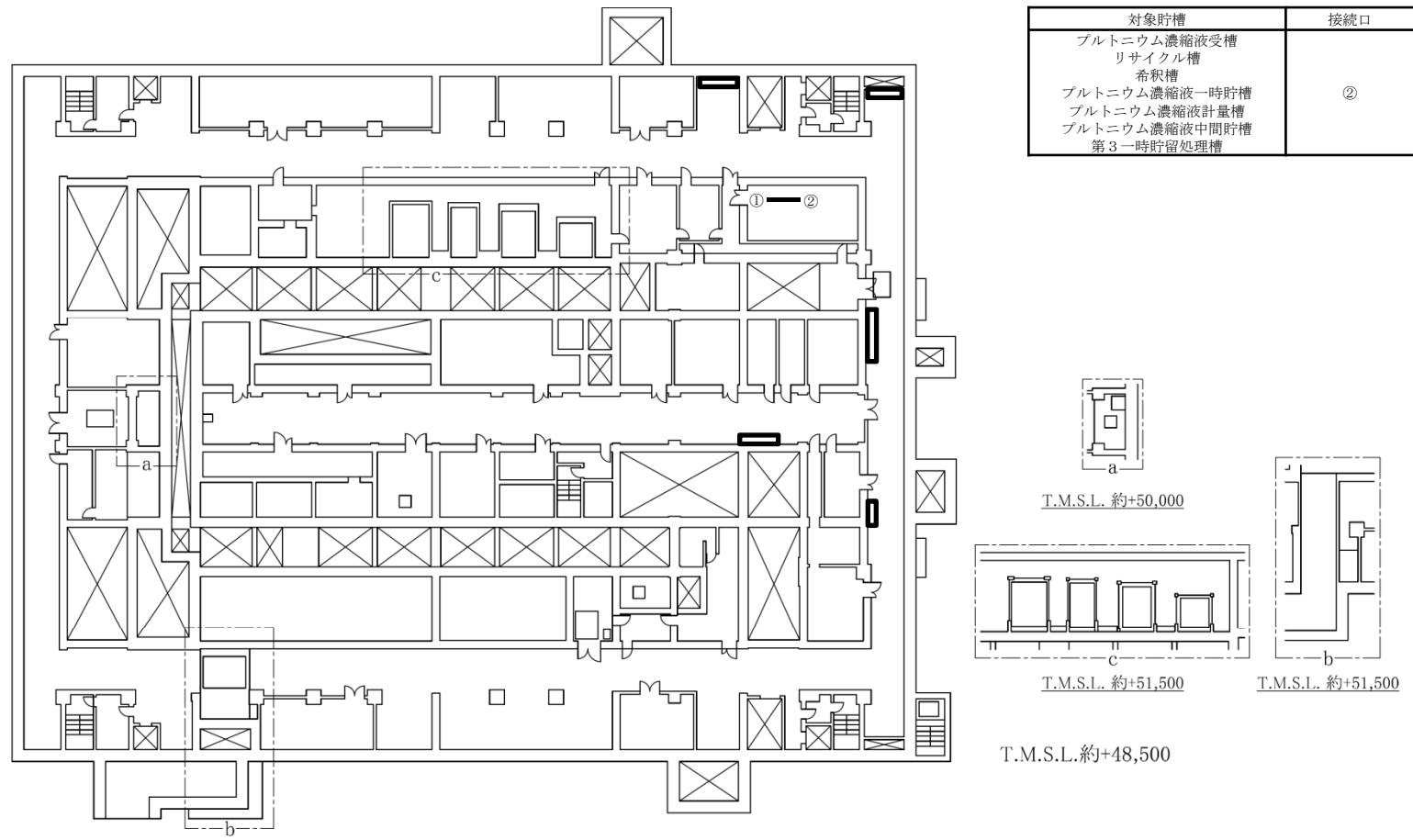


第34図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上4階）

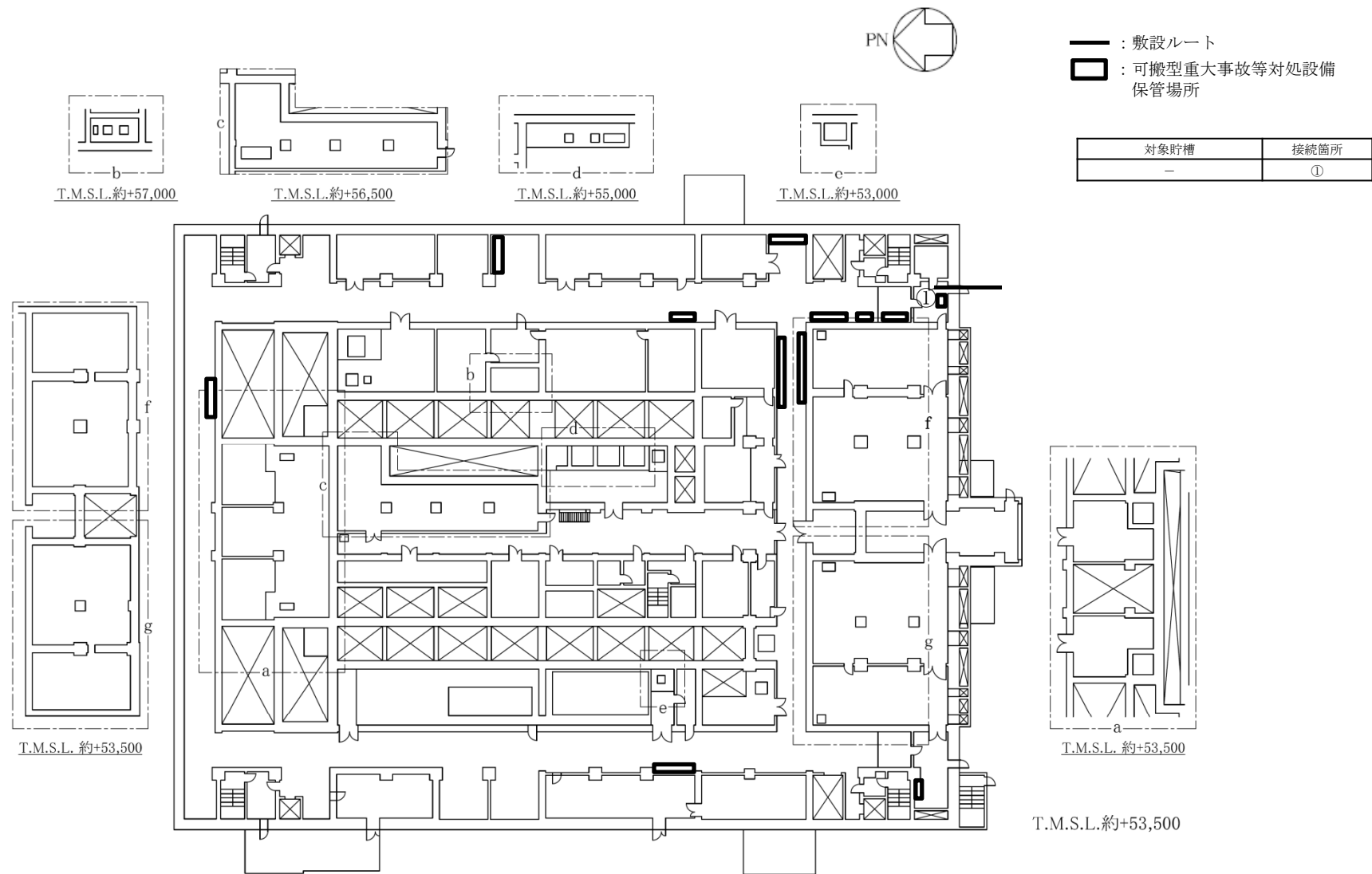


- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	②



第35図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地下1階）



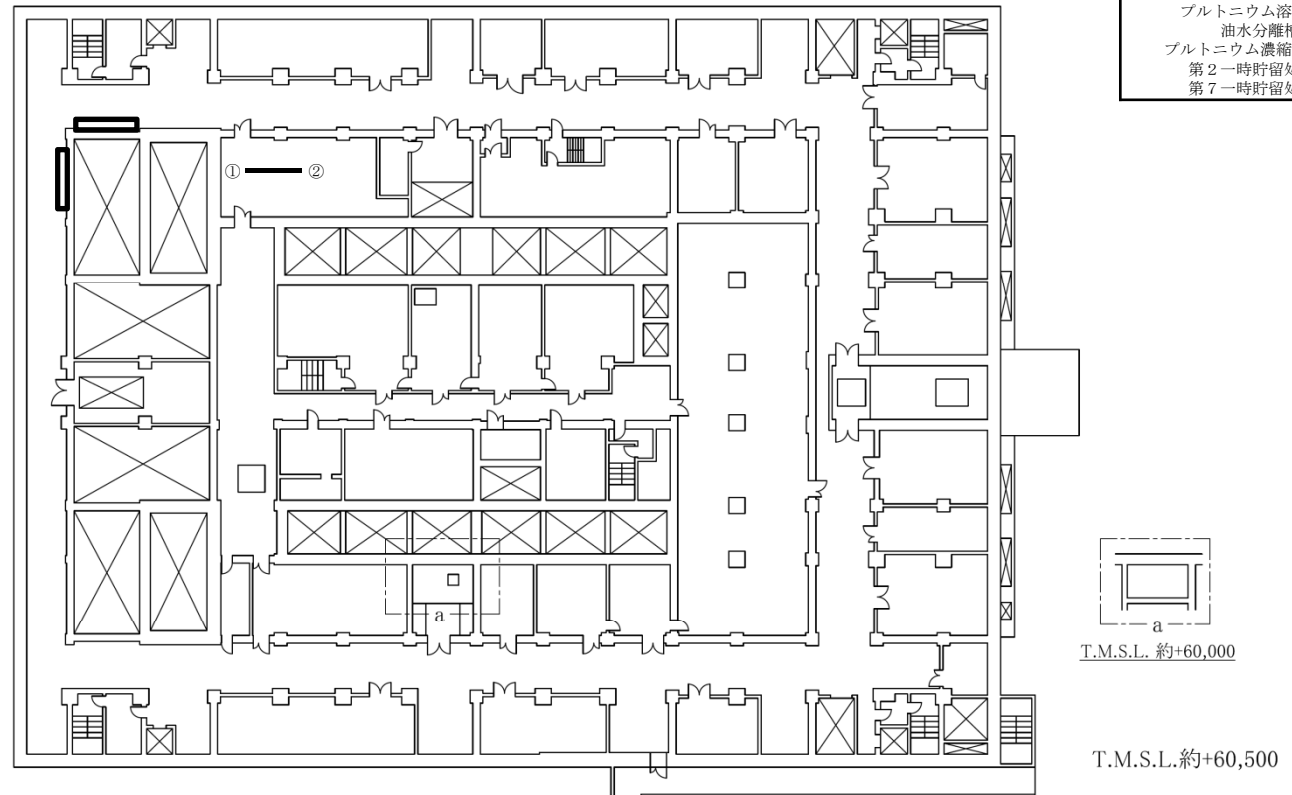
第36図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上1階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	②

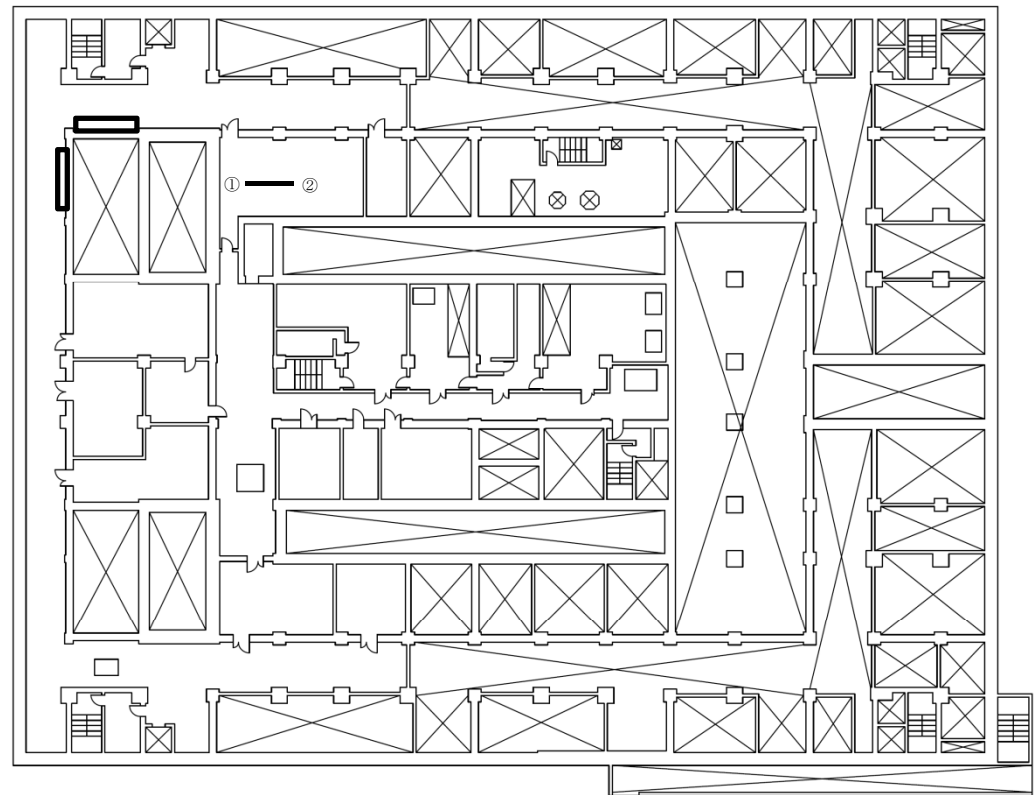


第37図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上2階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶	②



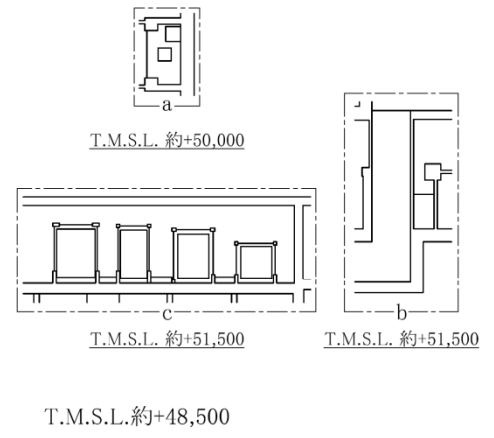
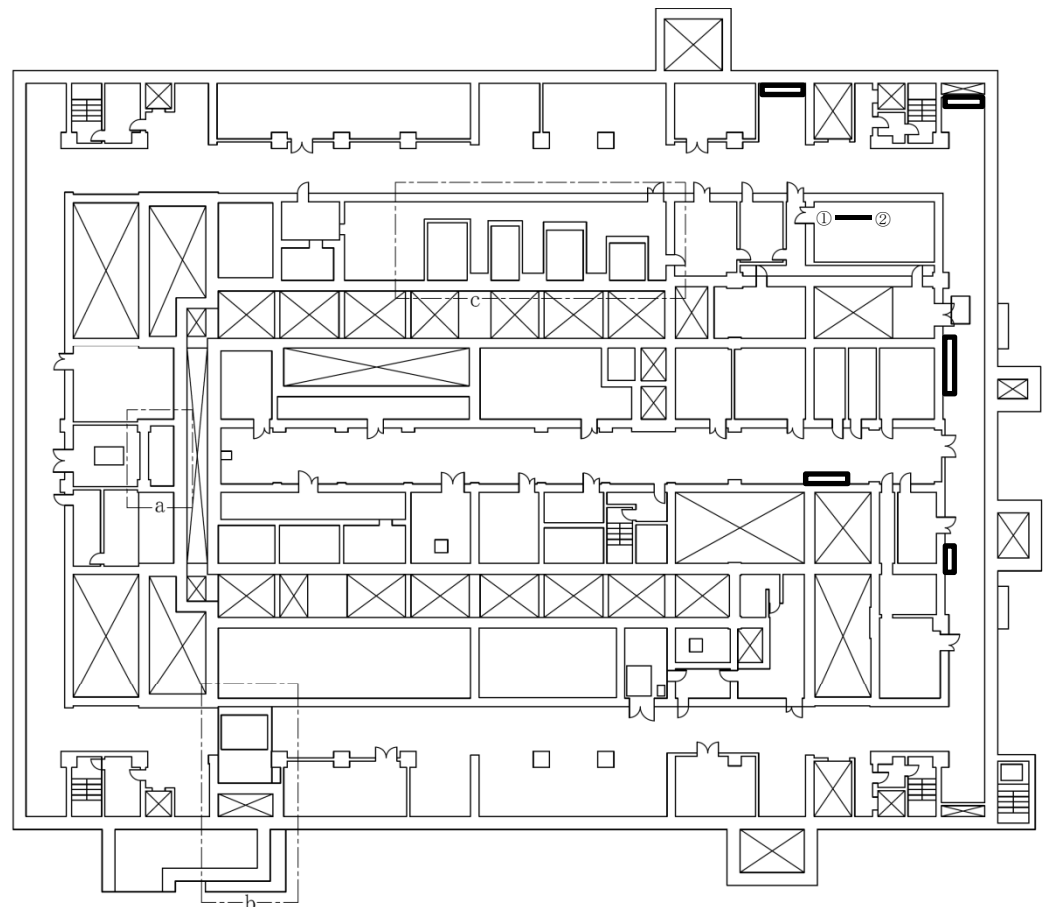
T.M.S.L.約+64,000

第38図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上3階）

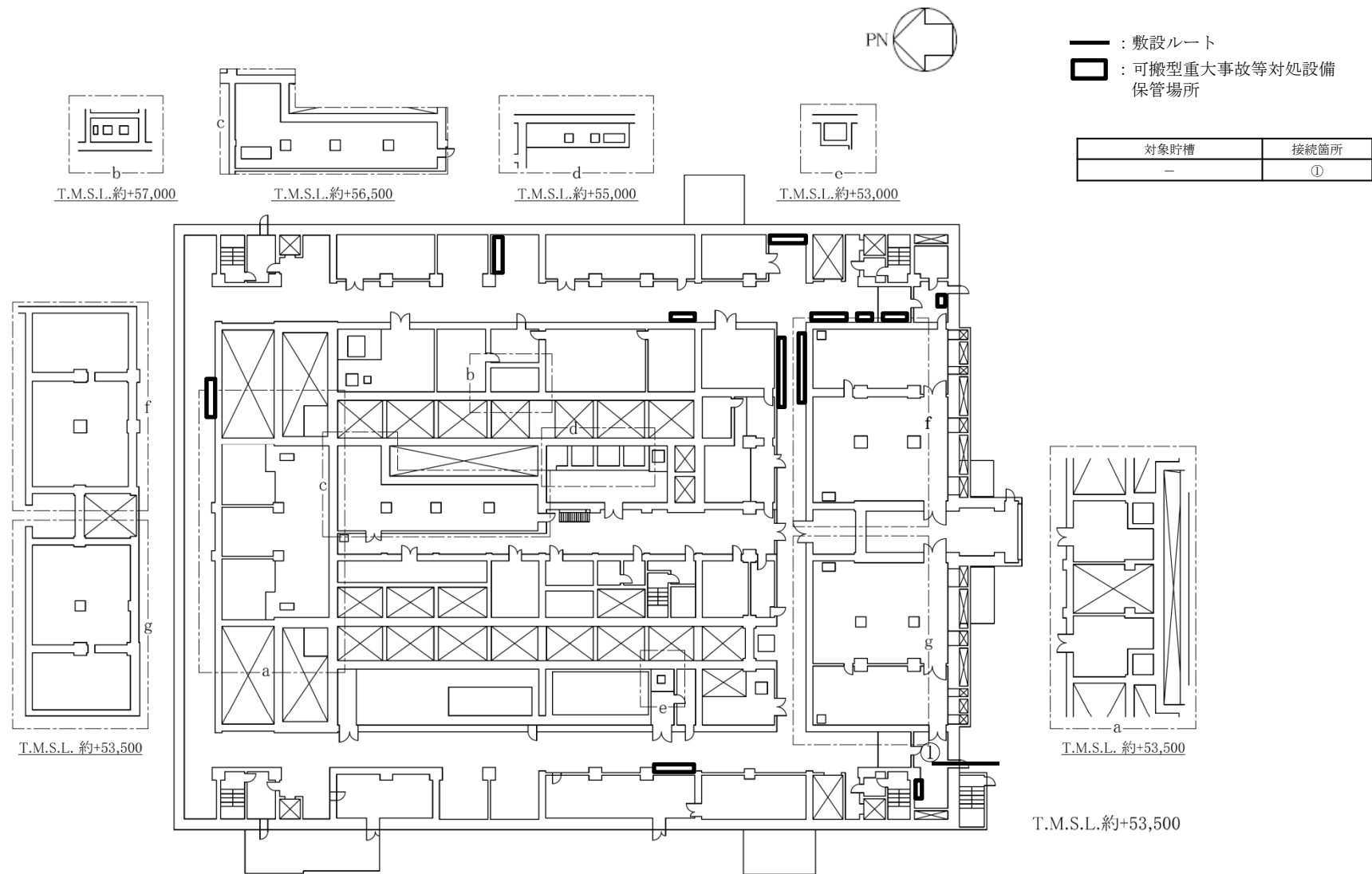


- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	②



第39図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地下1階）



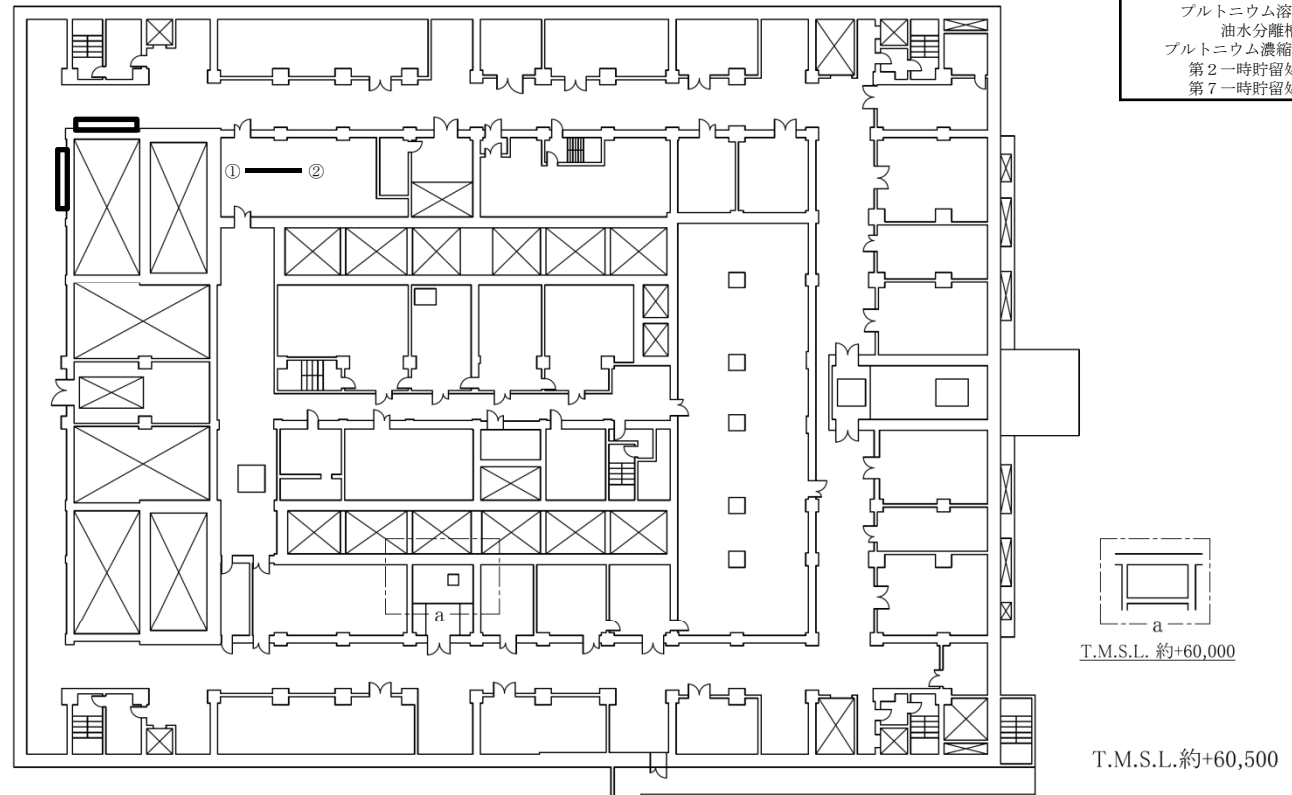
第40図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上1階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	②

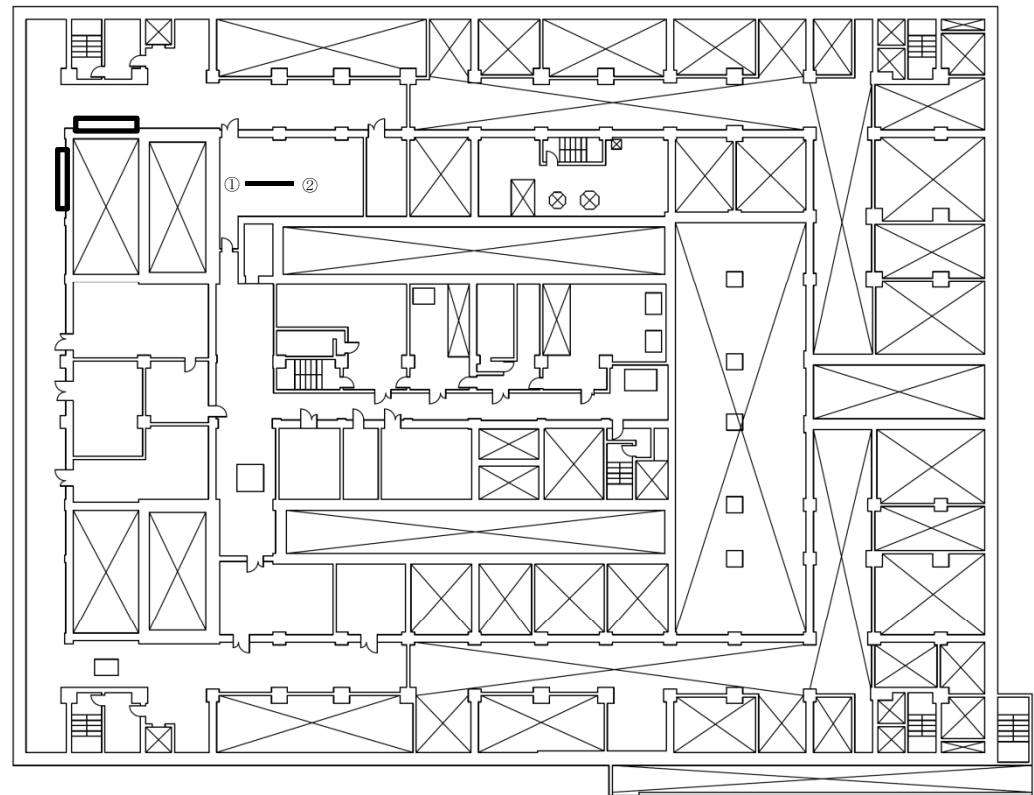


第41図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上2階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶	②



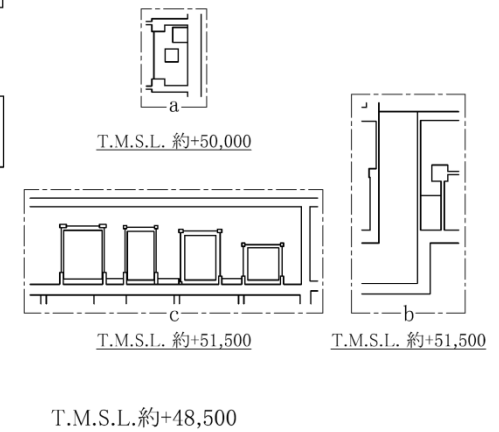
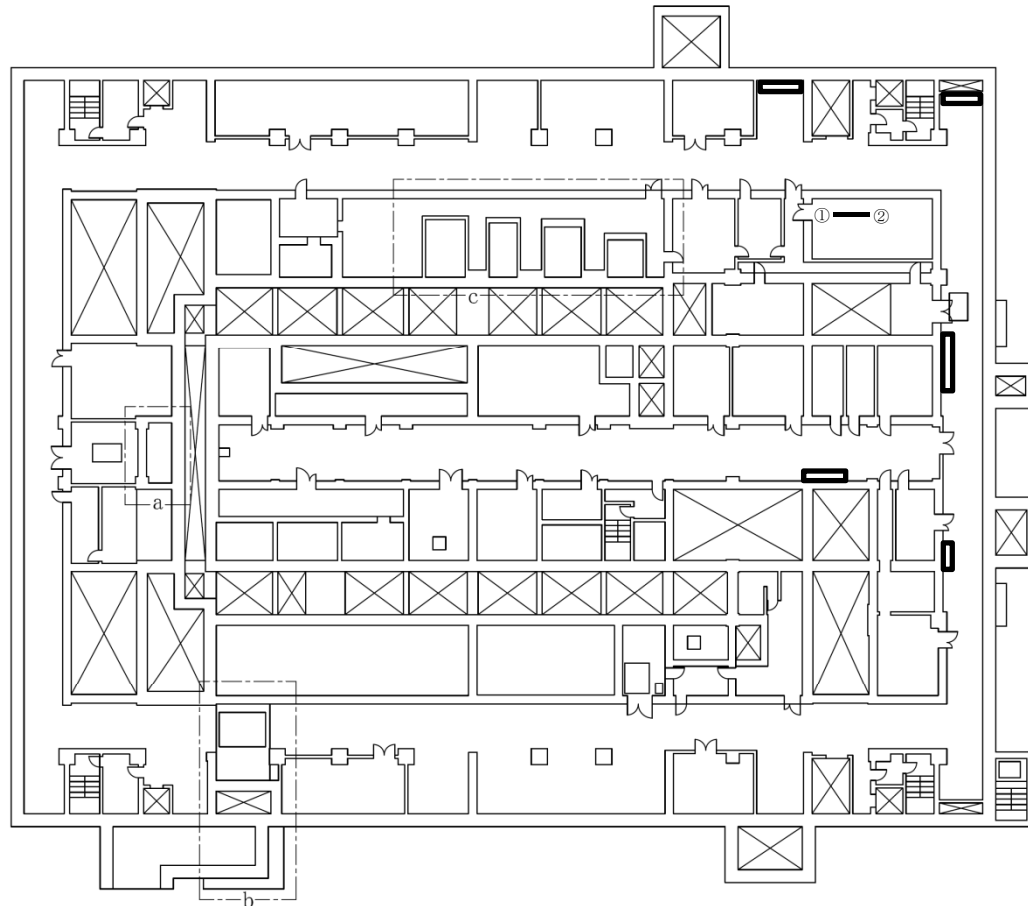
T.M.S.L.約+64,000

第42図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上3階）

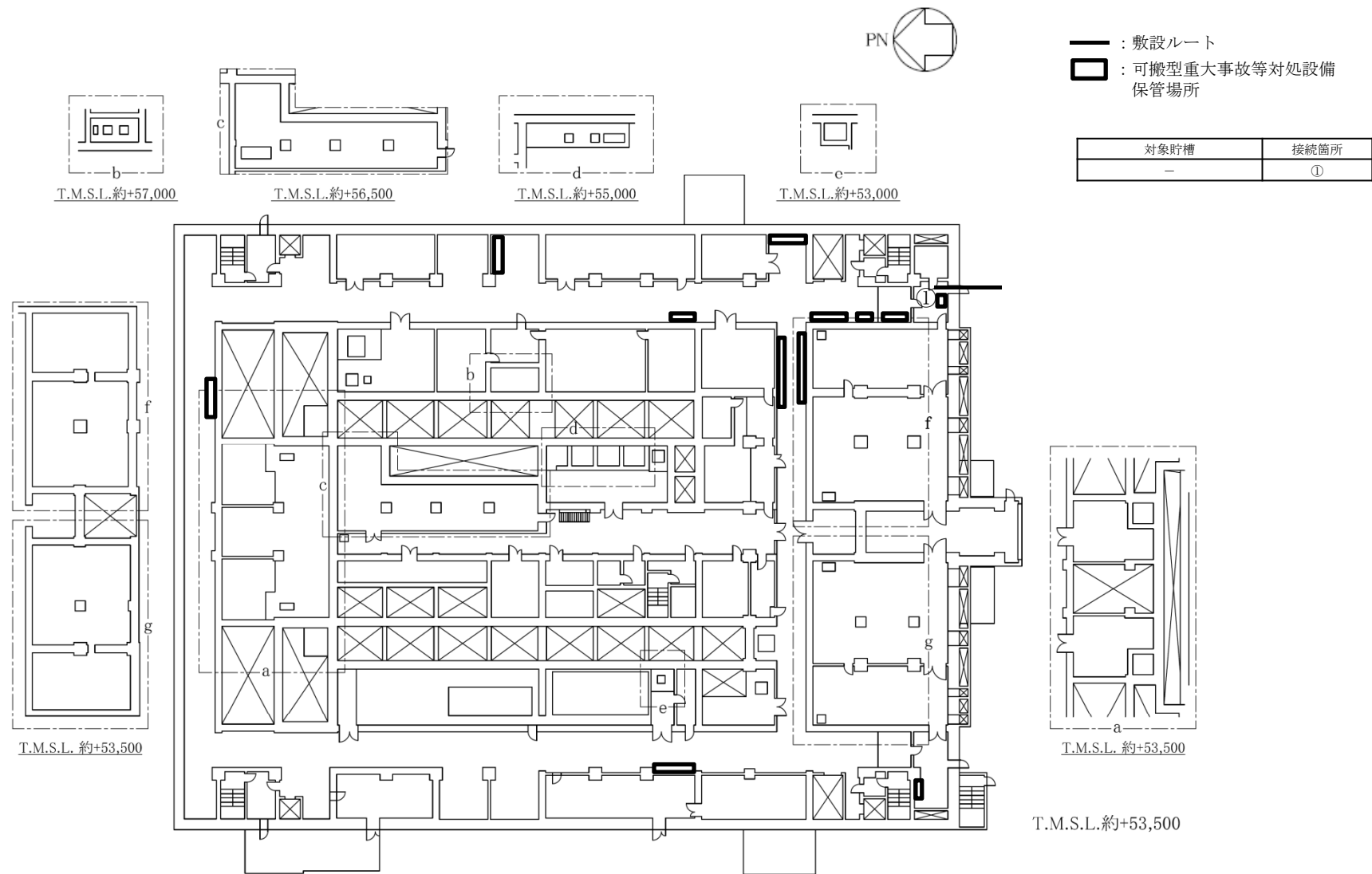


- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	②



第43図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地下1階）



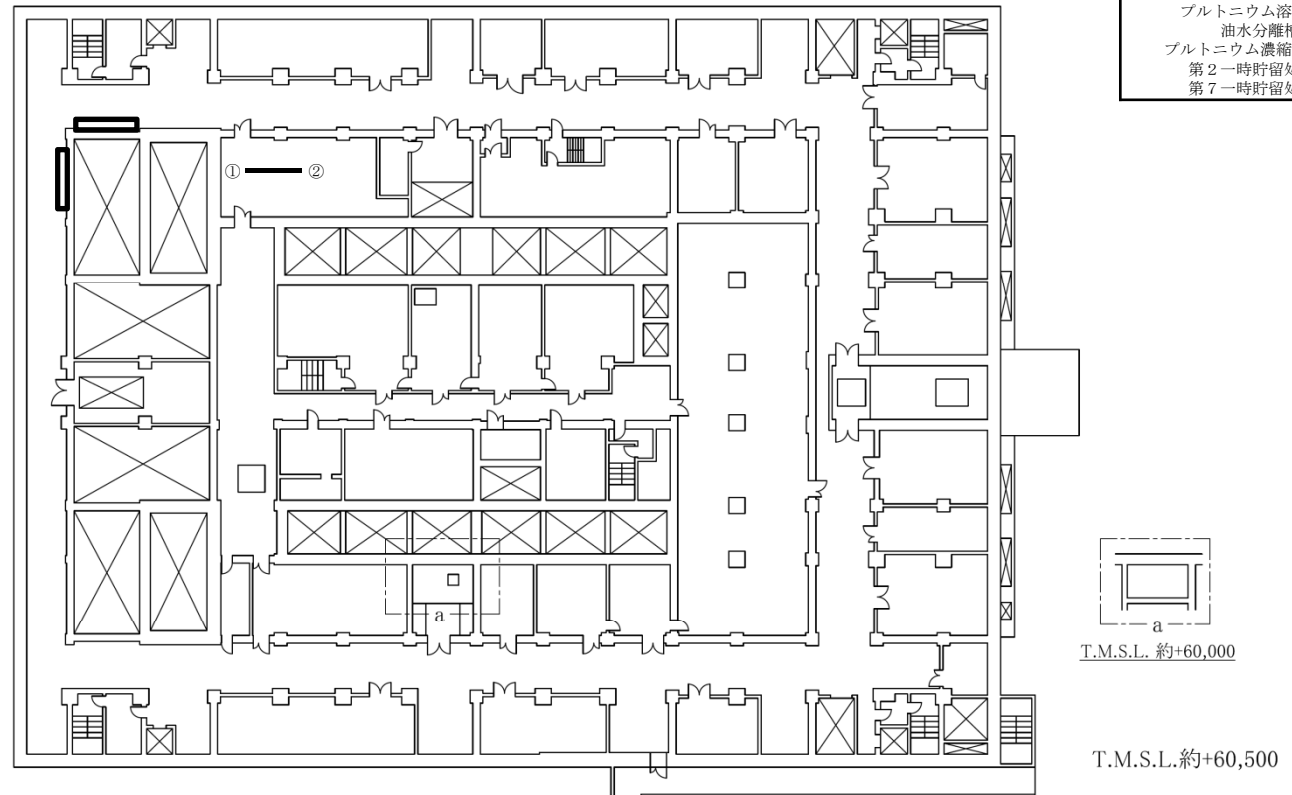
第44図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上1階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	②



T.M.S.L. 約+60,000

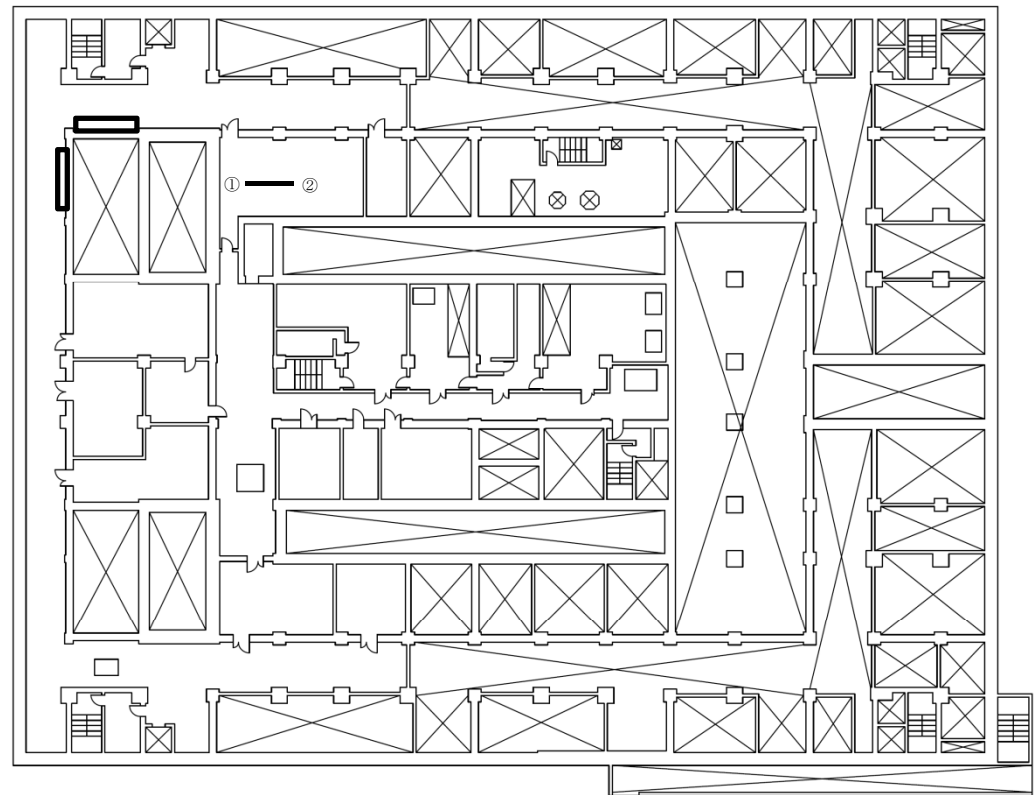
T.M.S.L. 約+60,500

第45図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上2階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶	②



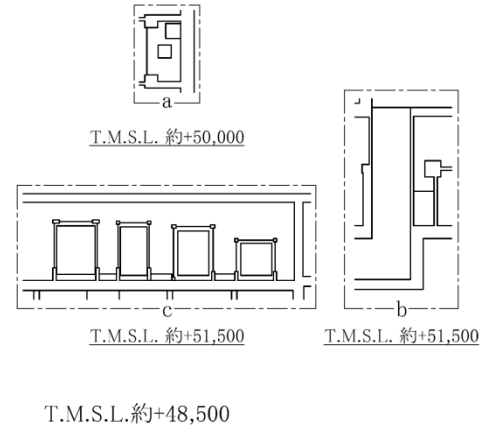
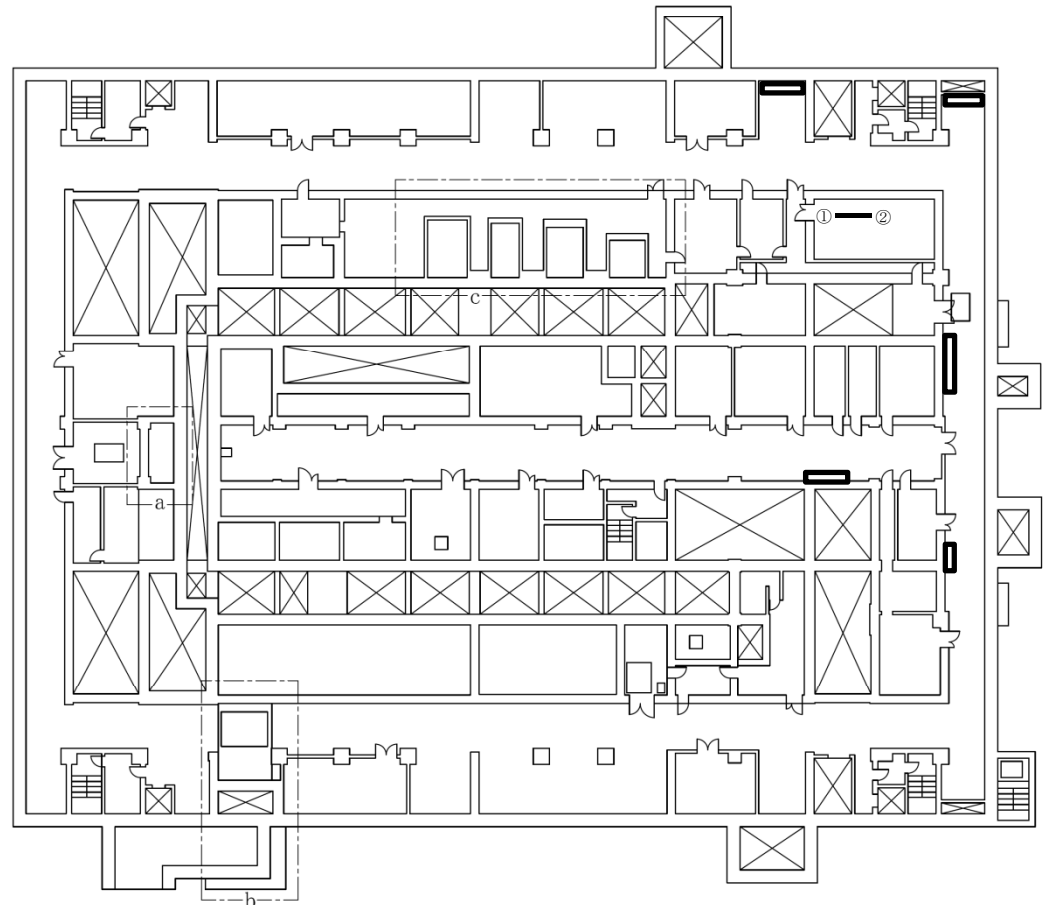
T.M.S.L.約+64,000

第46図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上3階）

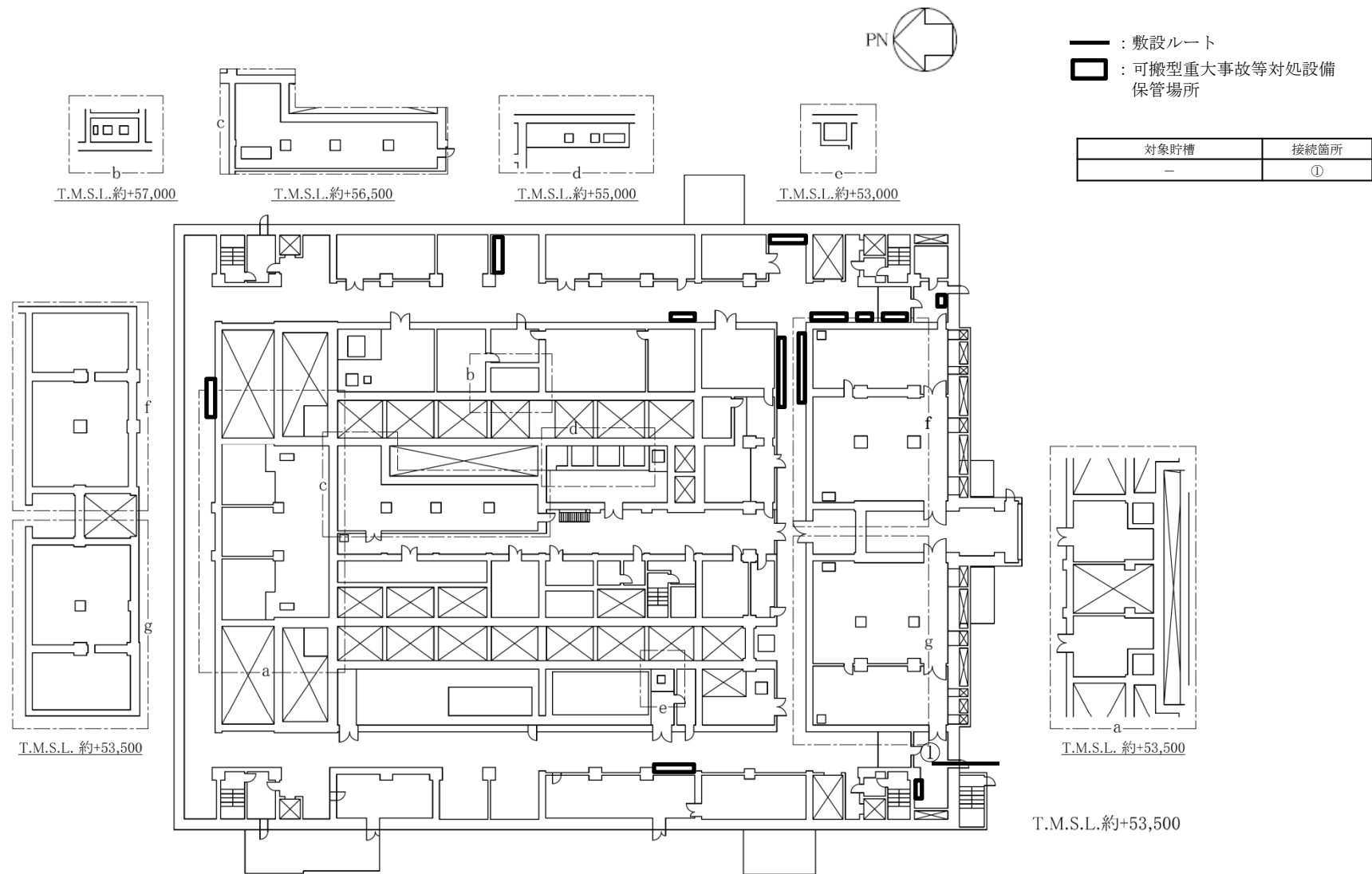


— : 敷設ルート
 □ : 可搬型重大事故等対処設備
 保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	②



第47図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地下1階）



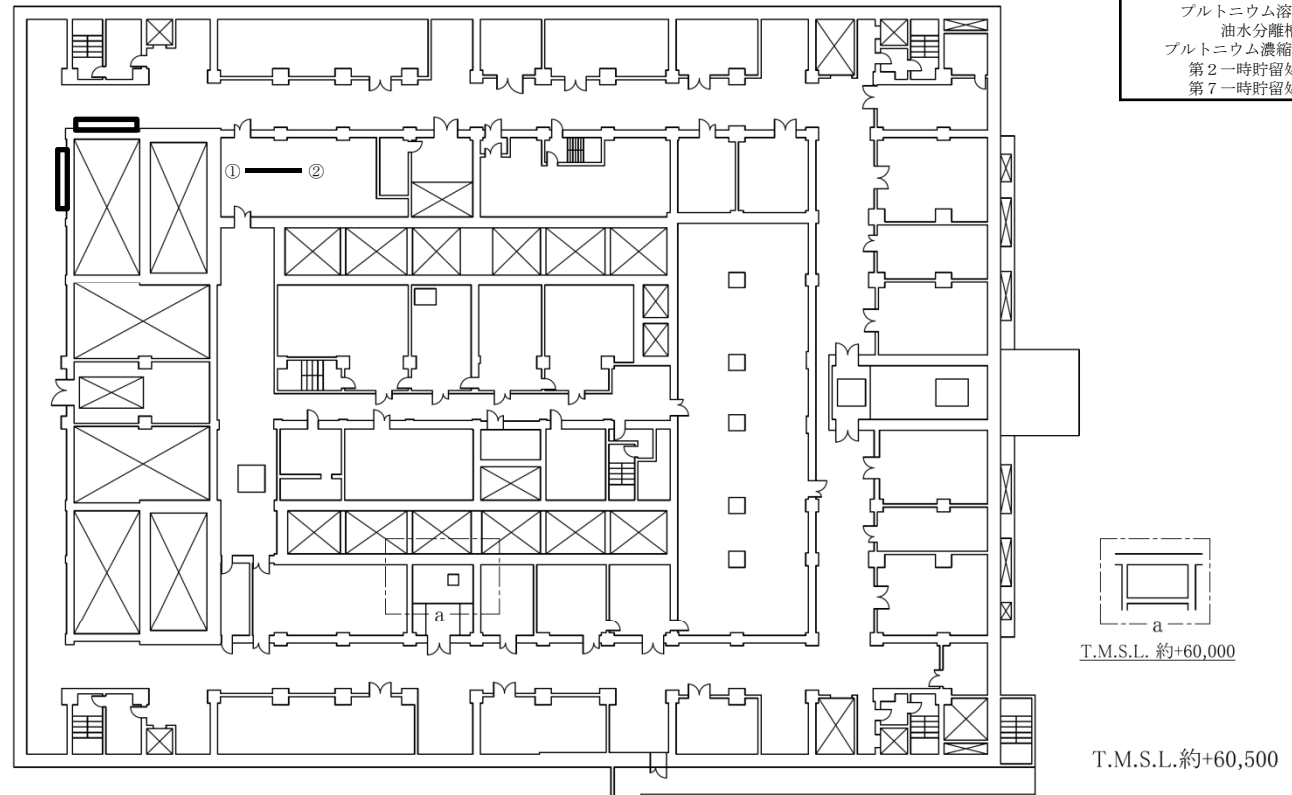
第48図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上1階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	②

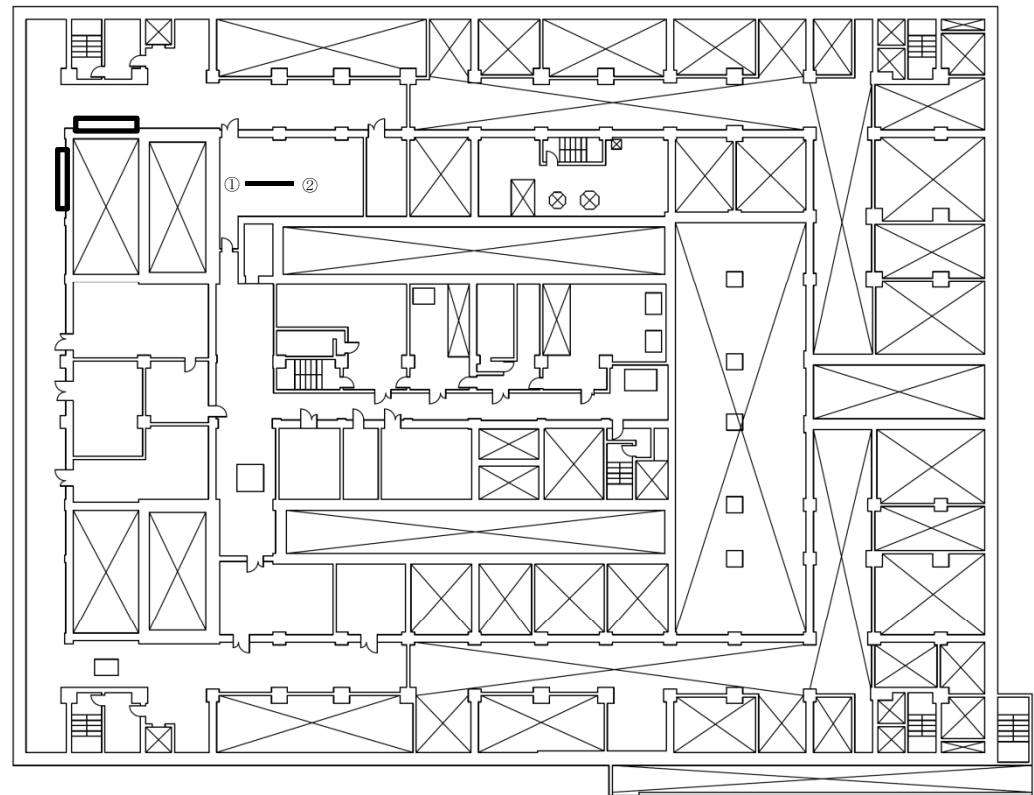


第49図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上2階）



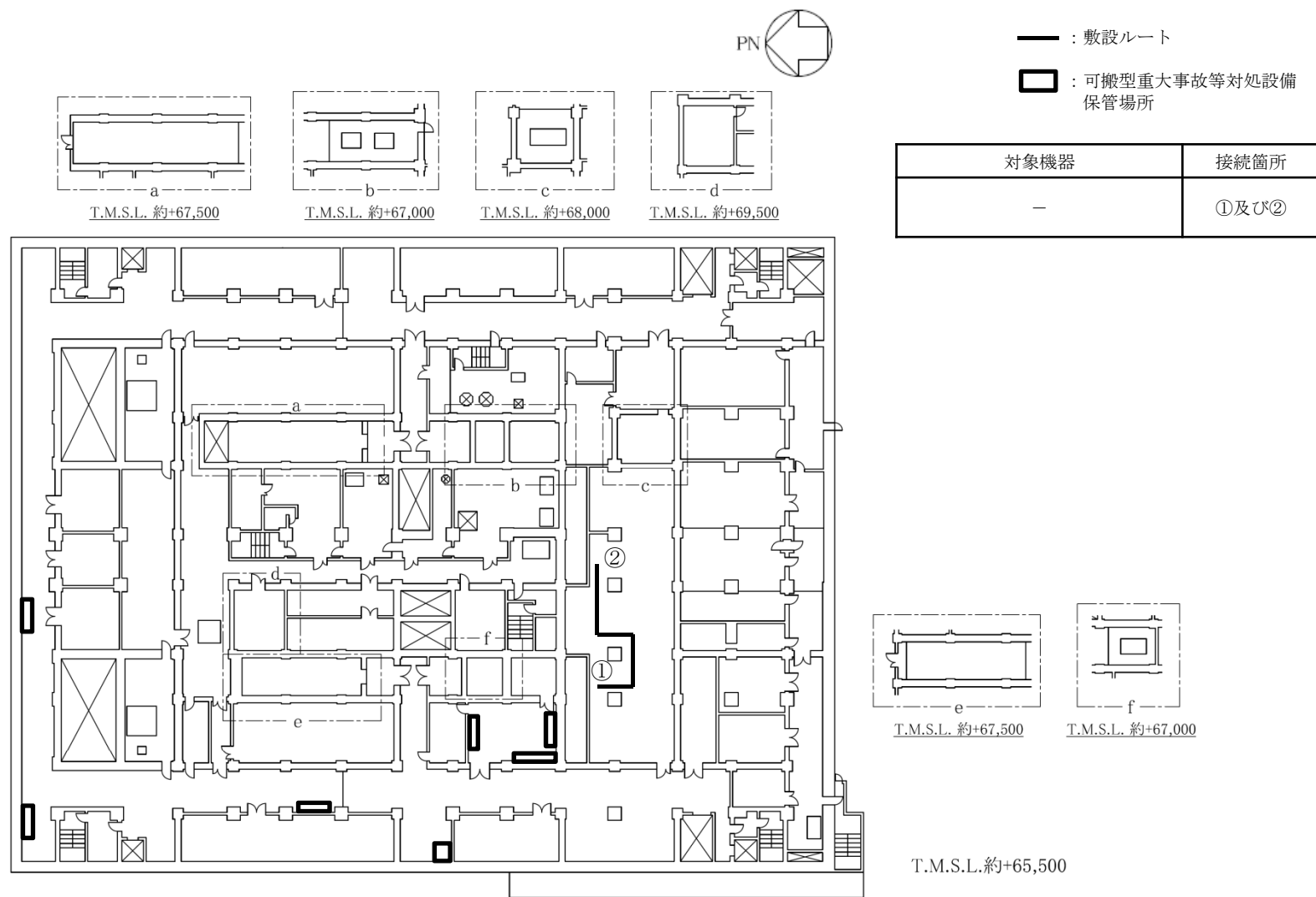
- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶	②

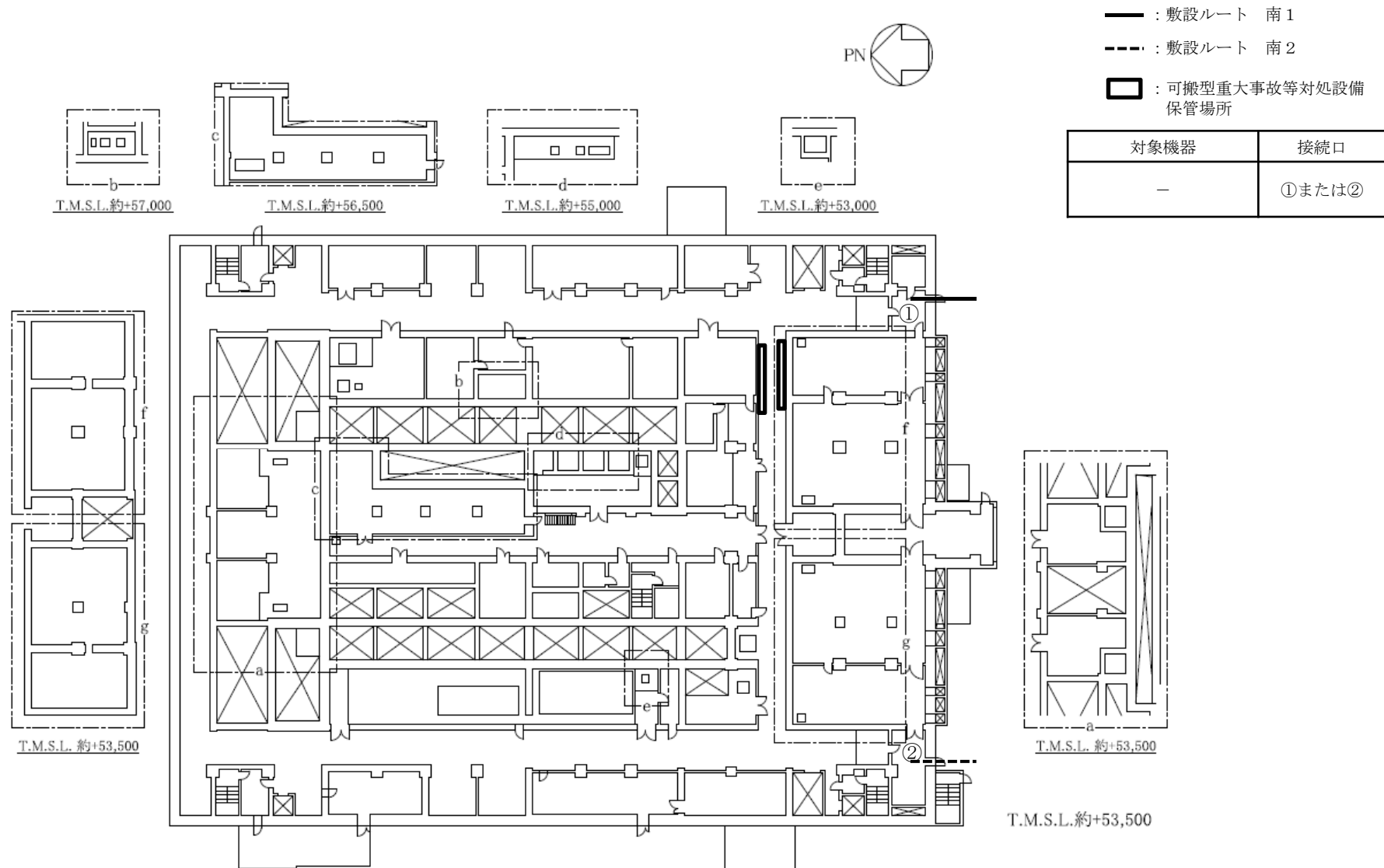


T.M.S.L.約+64,000

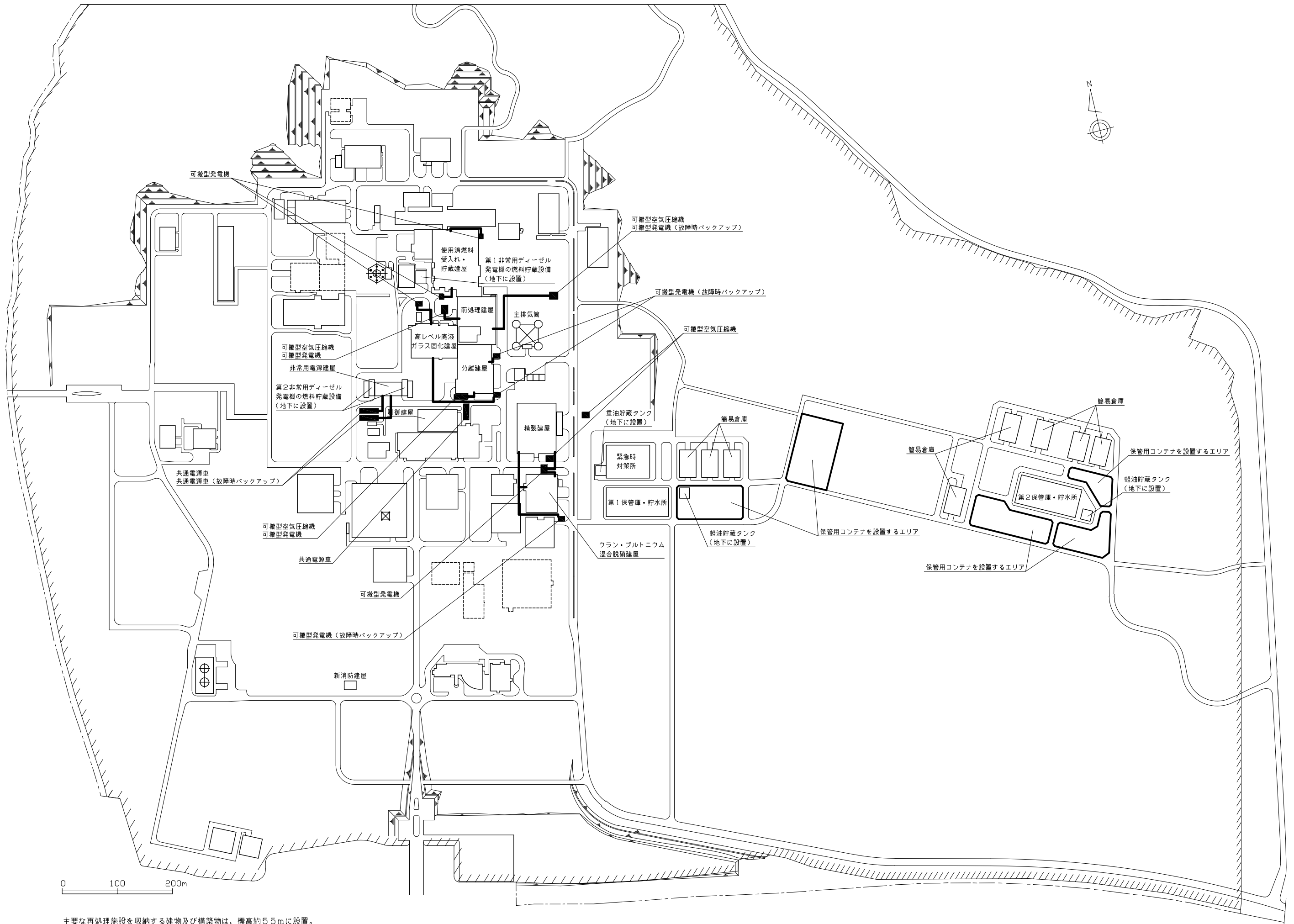
第50図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上3階）



第51図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の異常な水準の放出防止対策の可搬型ダクト敷設ルート（南1ルート及び南2ルート）（地上4階）

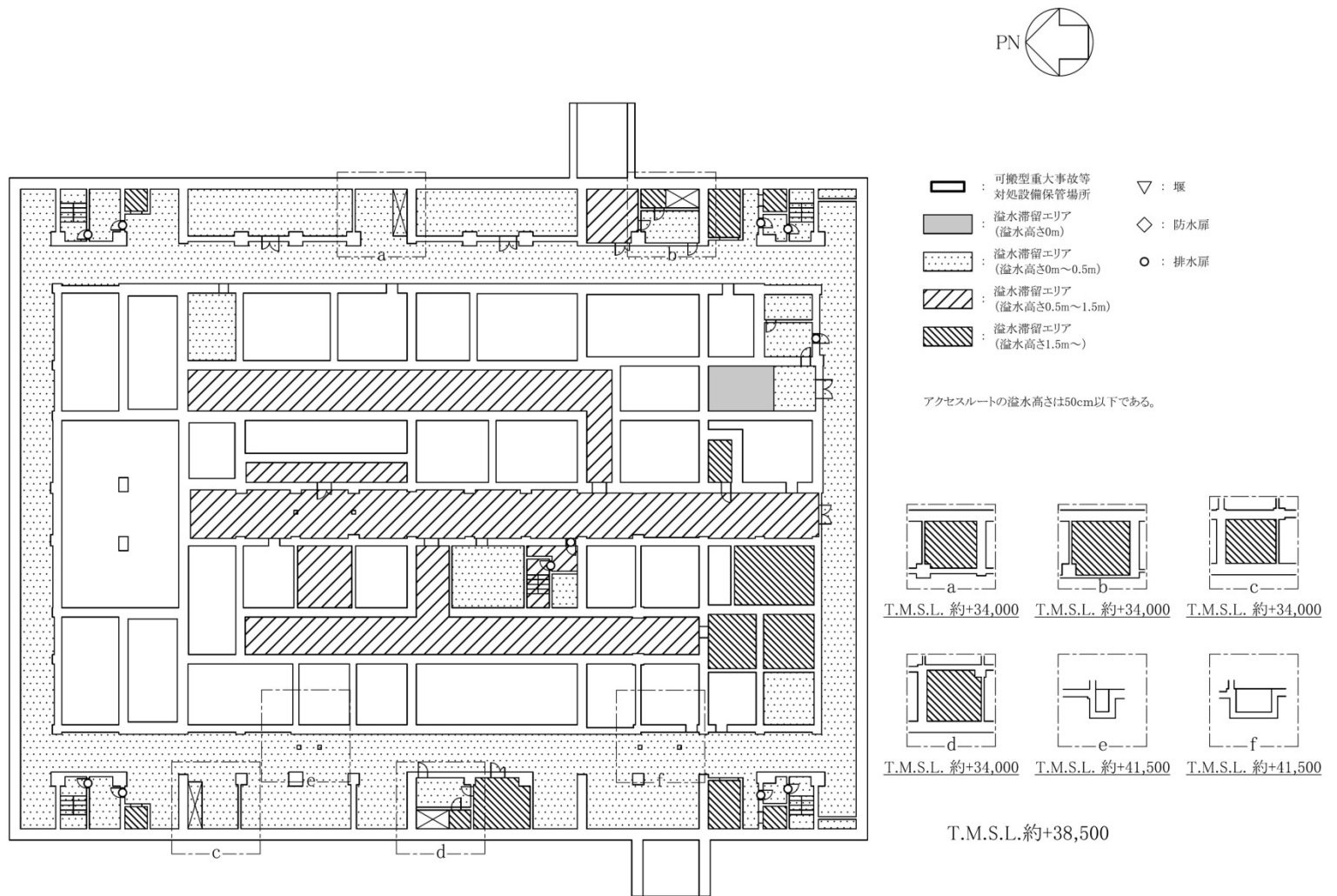


第52図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機からの給電に係る精製建屋内可搬型電源ケーブル敷設ルート（第1接続口及び第2接続口）（地上1階）

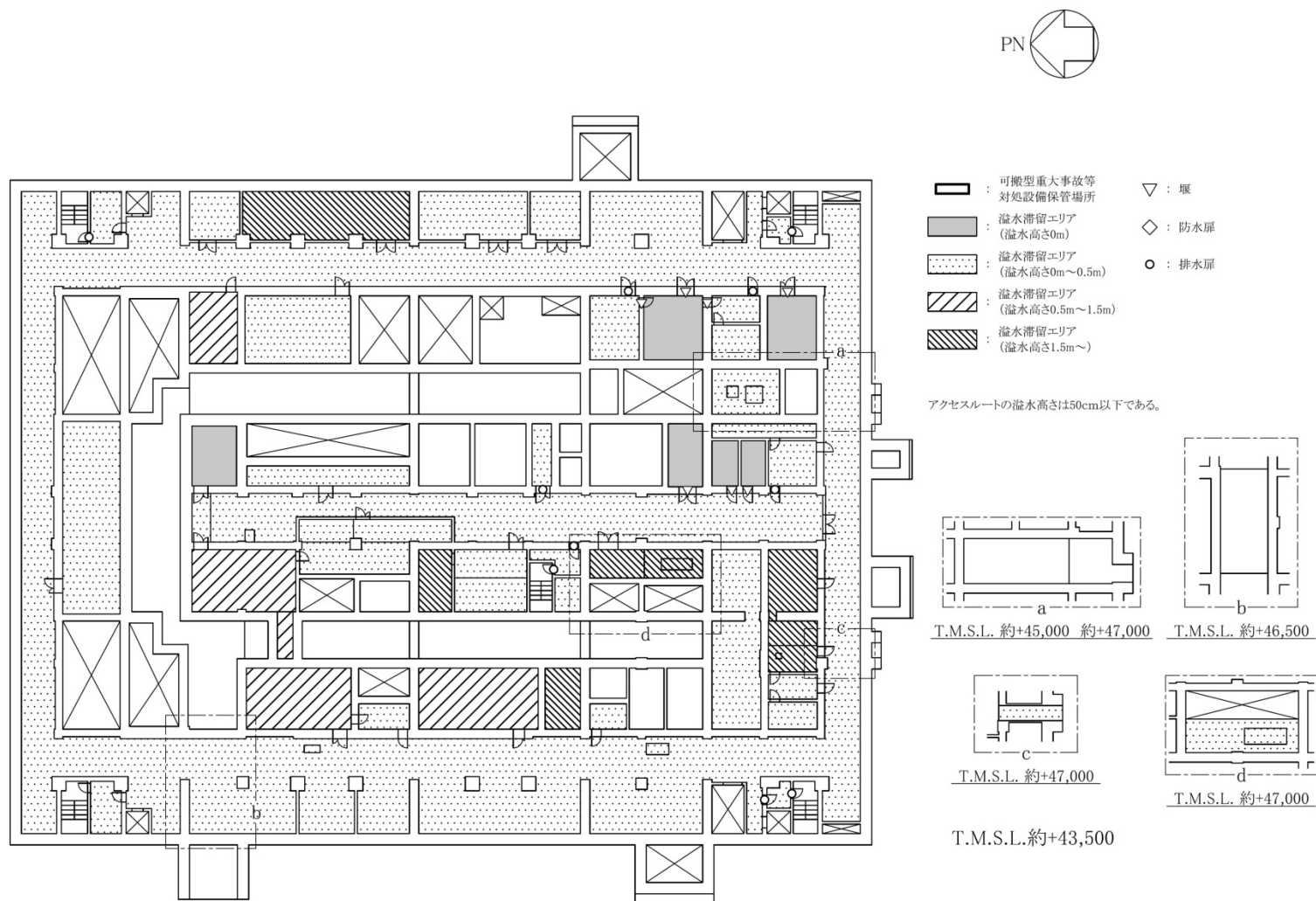


主要な再処理施設を収納する建物及び構築物は、標高約5.5mに設置。

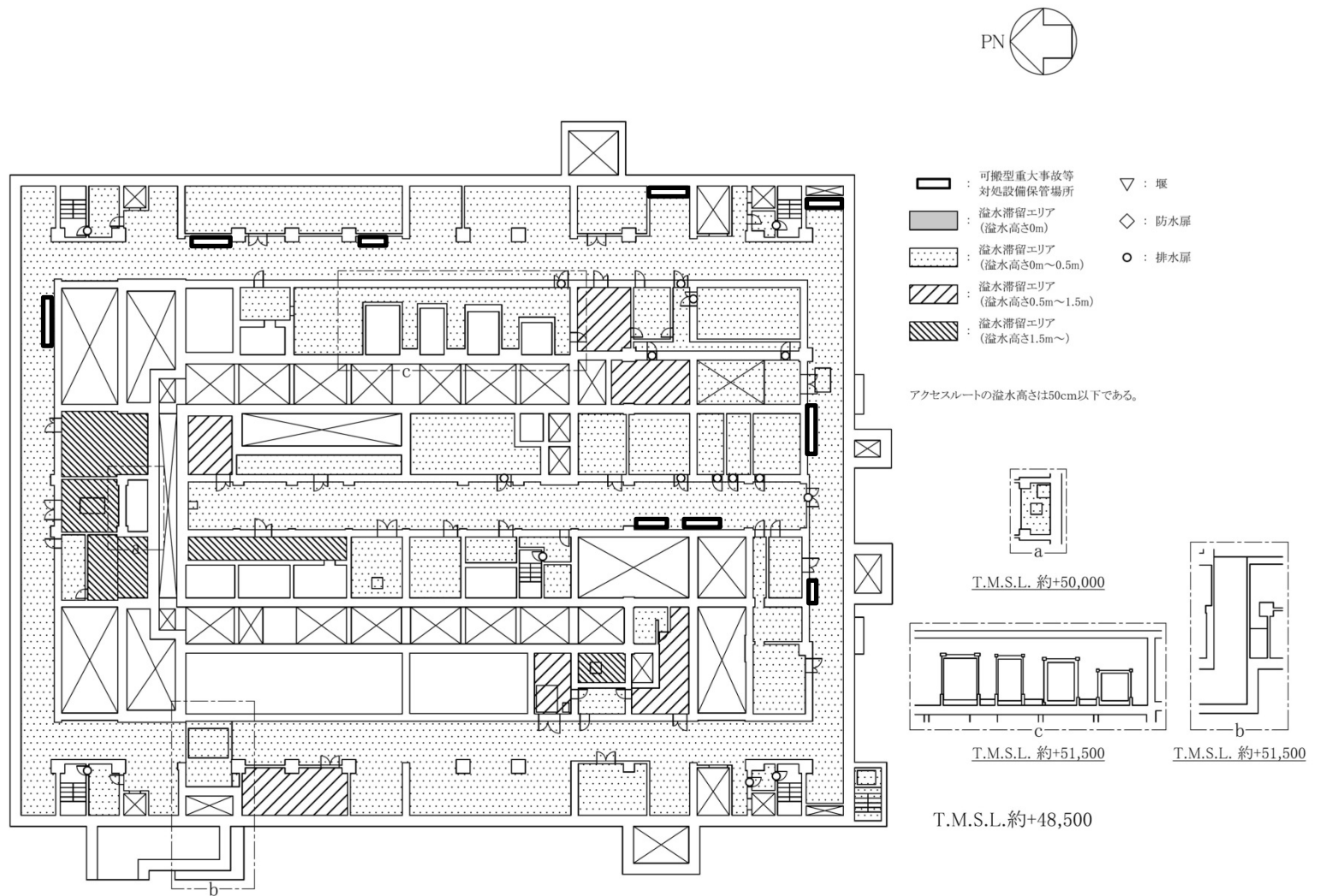
第53図 可搬型電源ケーブル敷設ルート 屋外（第1接続口及び第2接続口）
補8-21-53



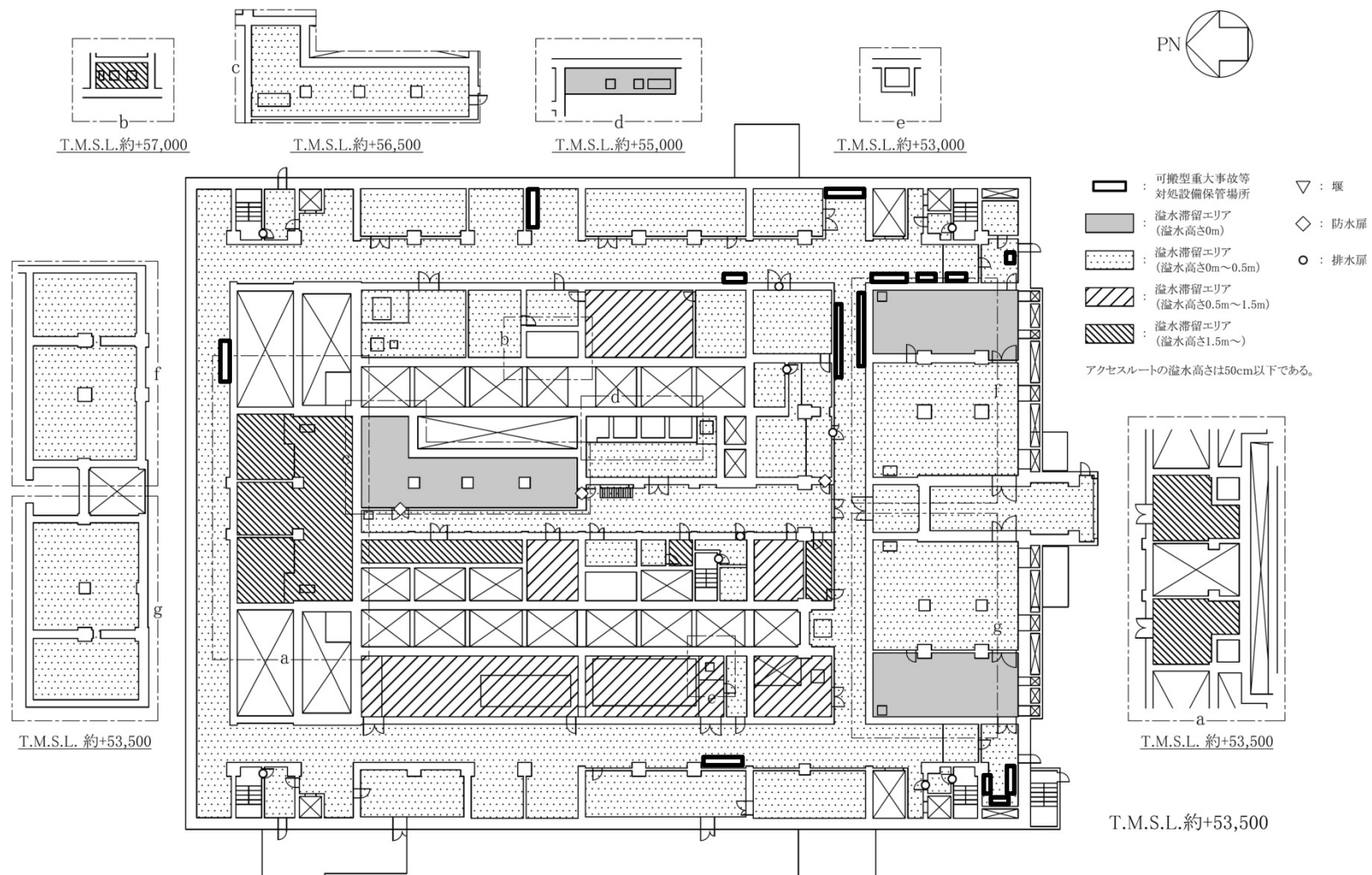
第54図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地下3階）



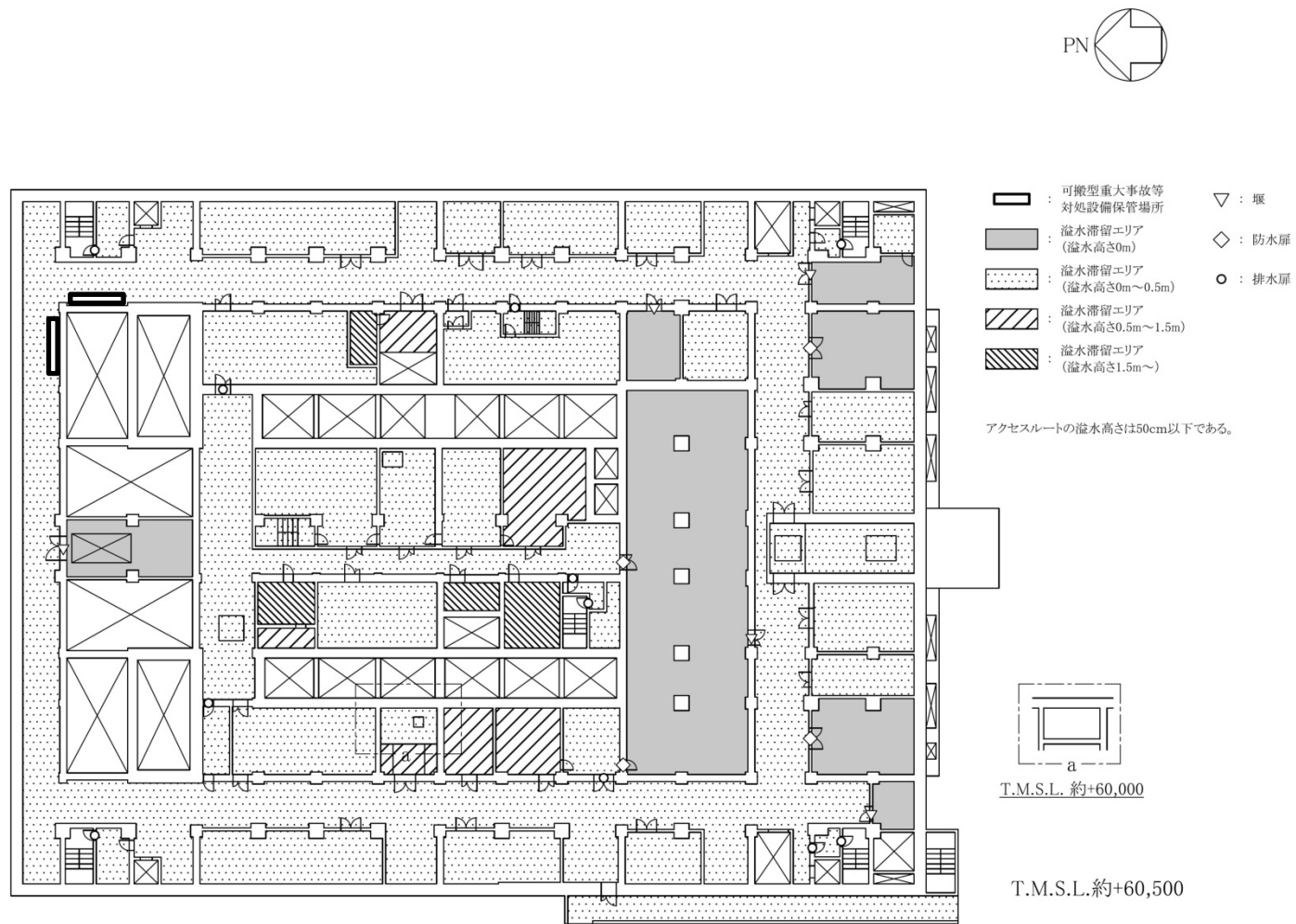
第55図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地下2階）



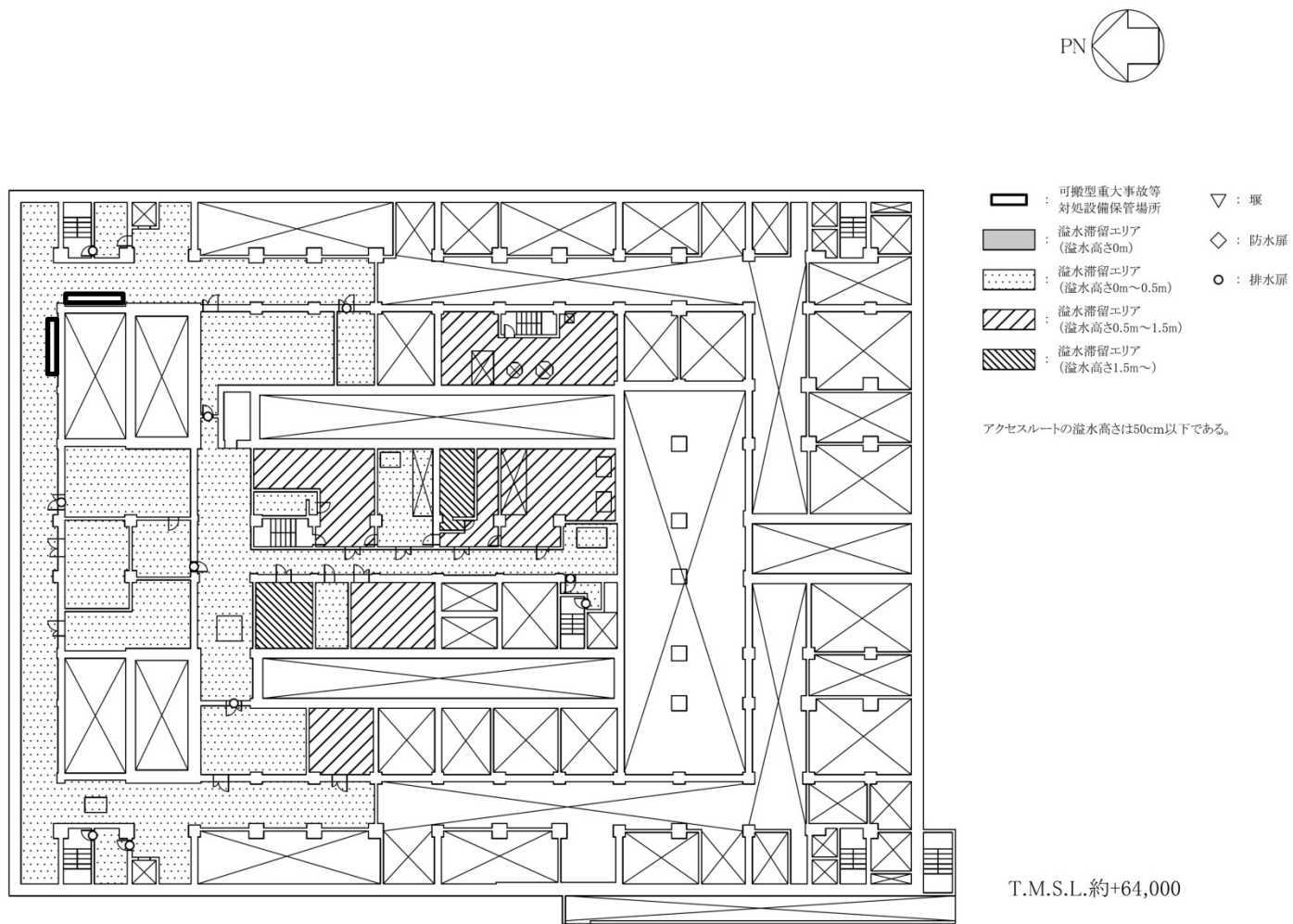
第56図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地下1階）



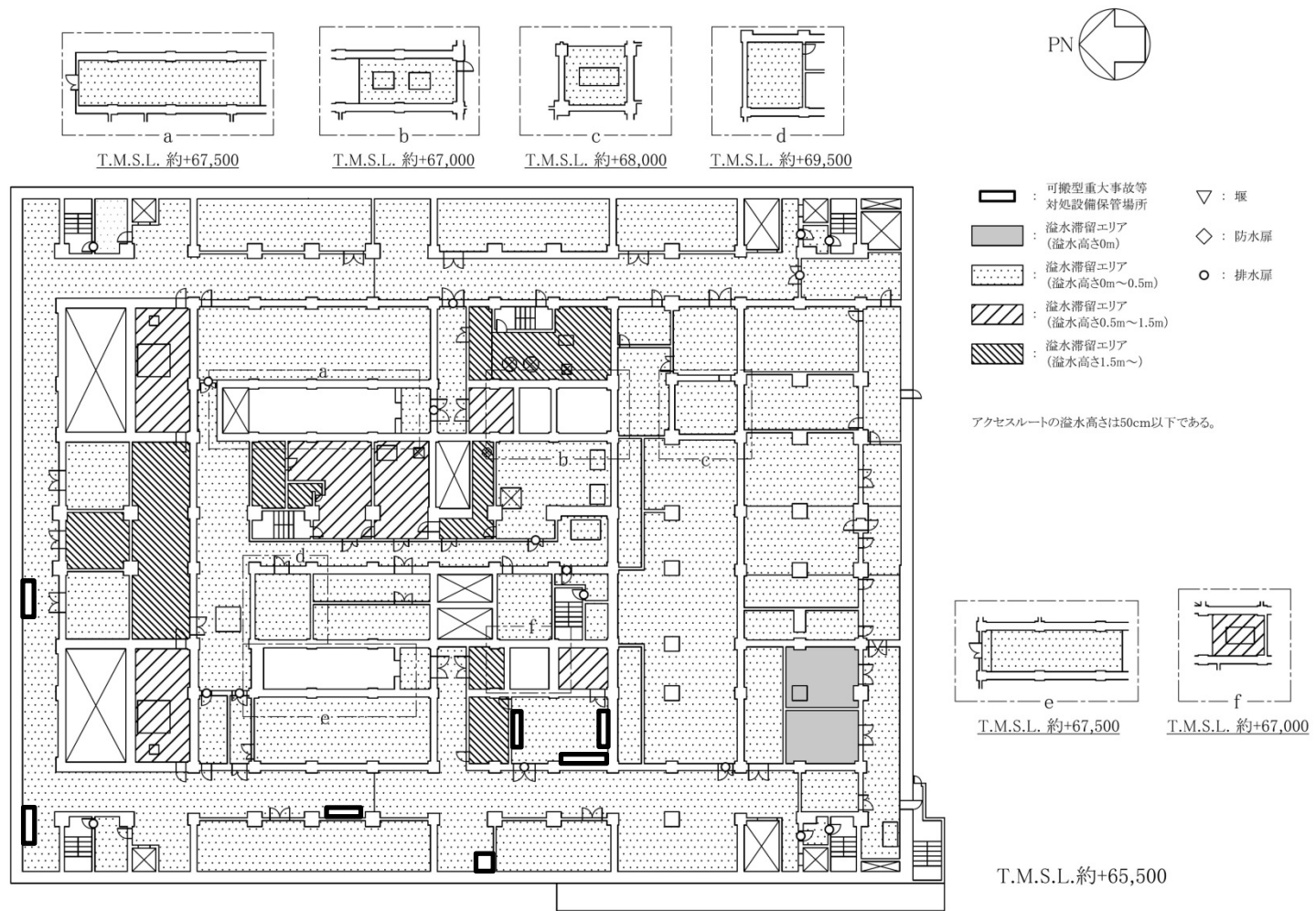
第57図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



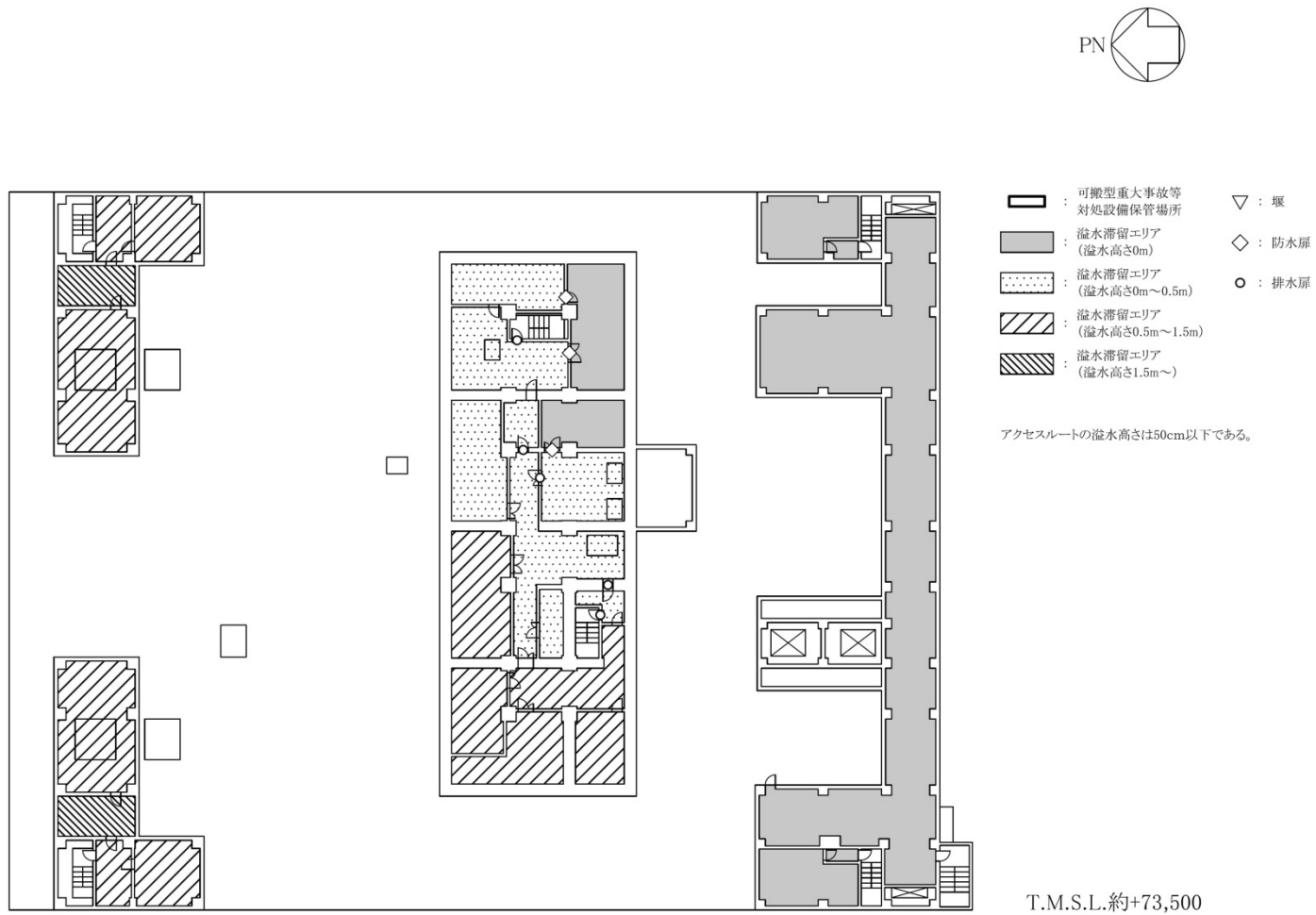
第58図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上2階）



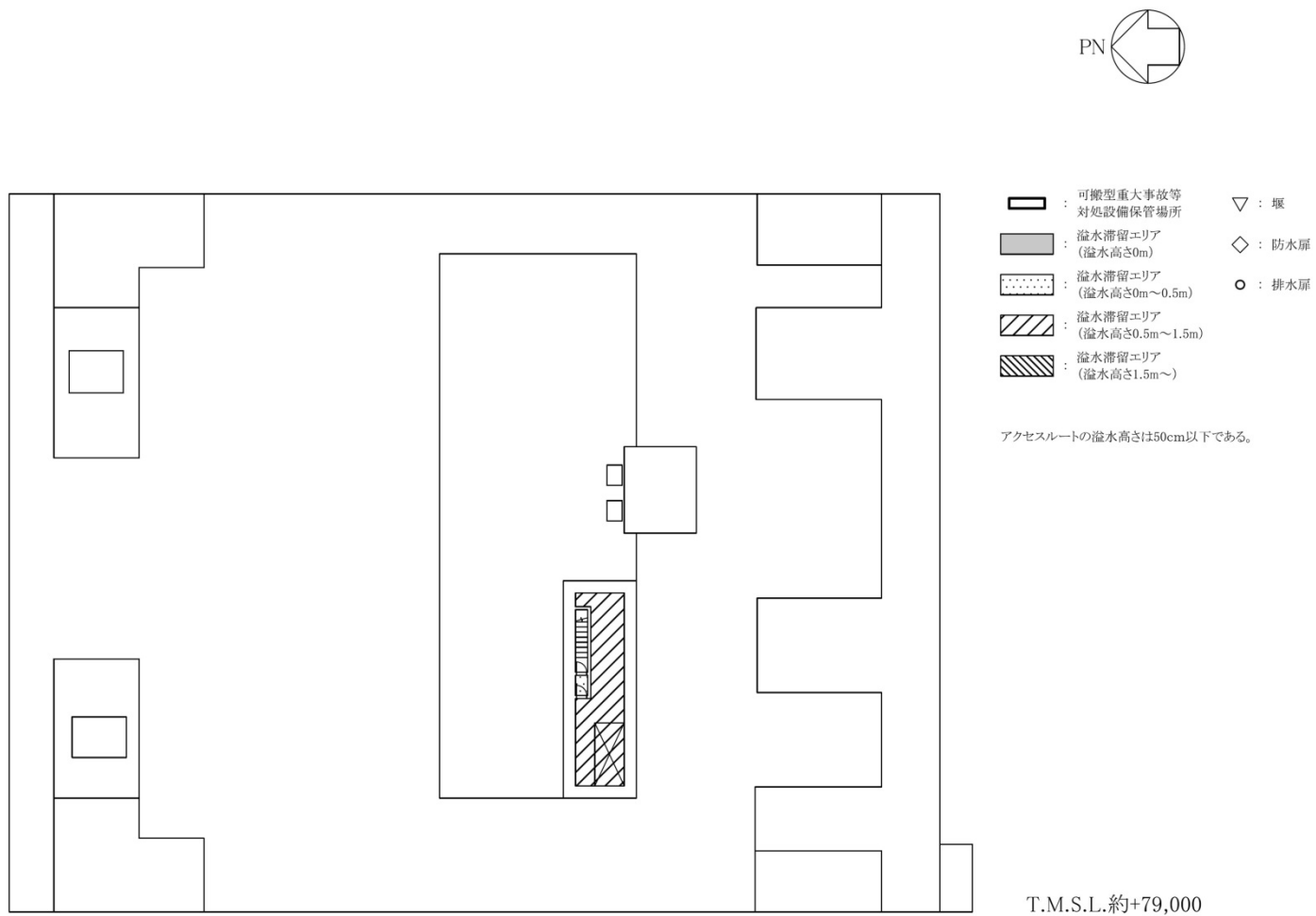
第59図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上3階）



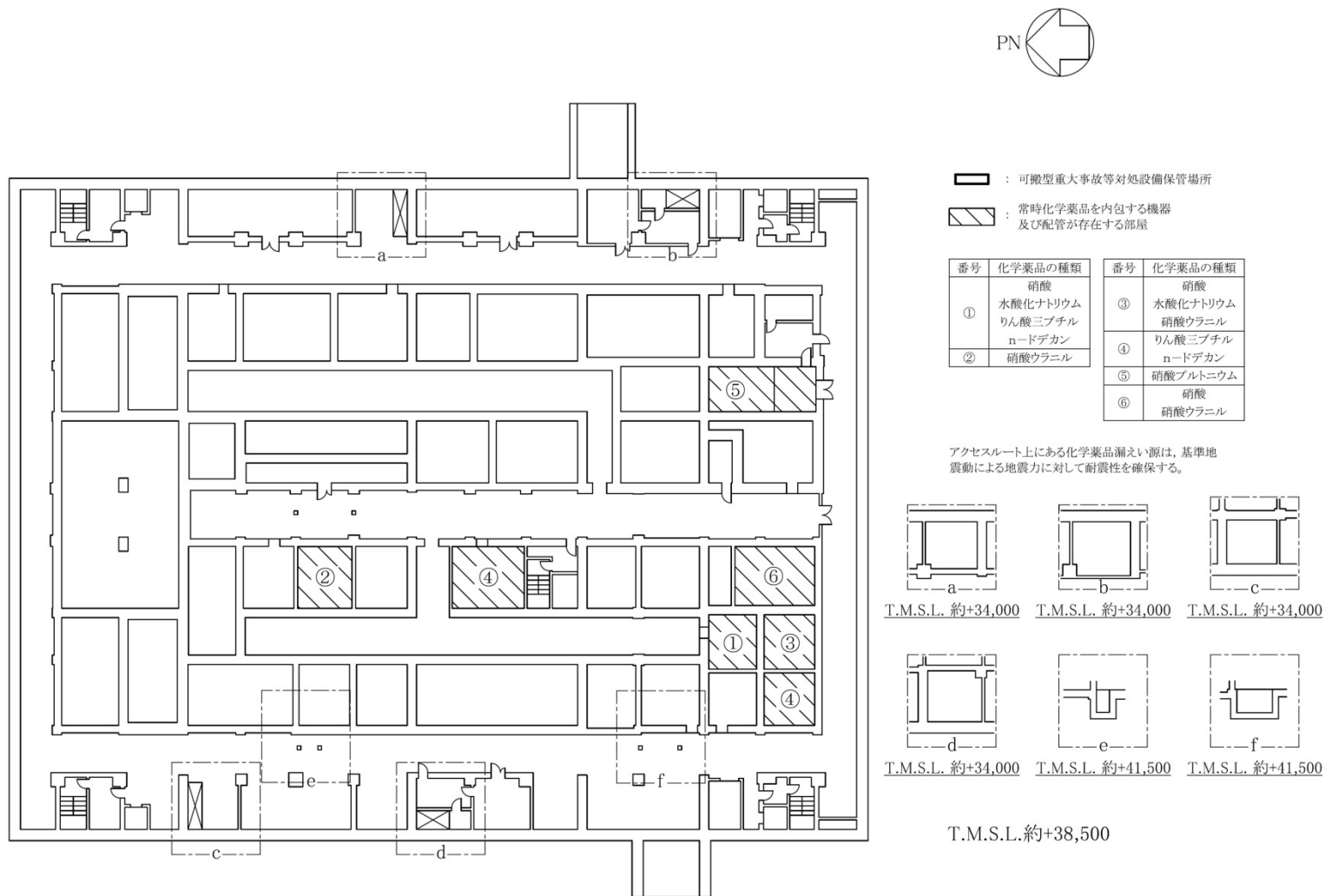
第60図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



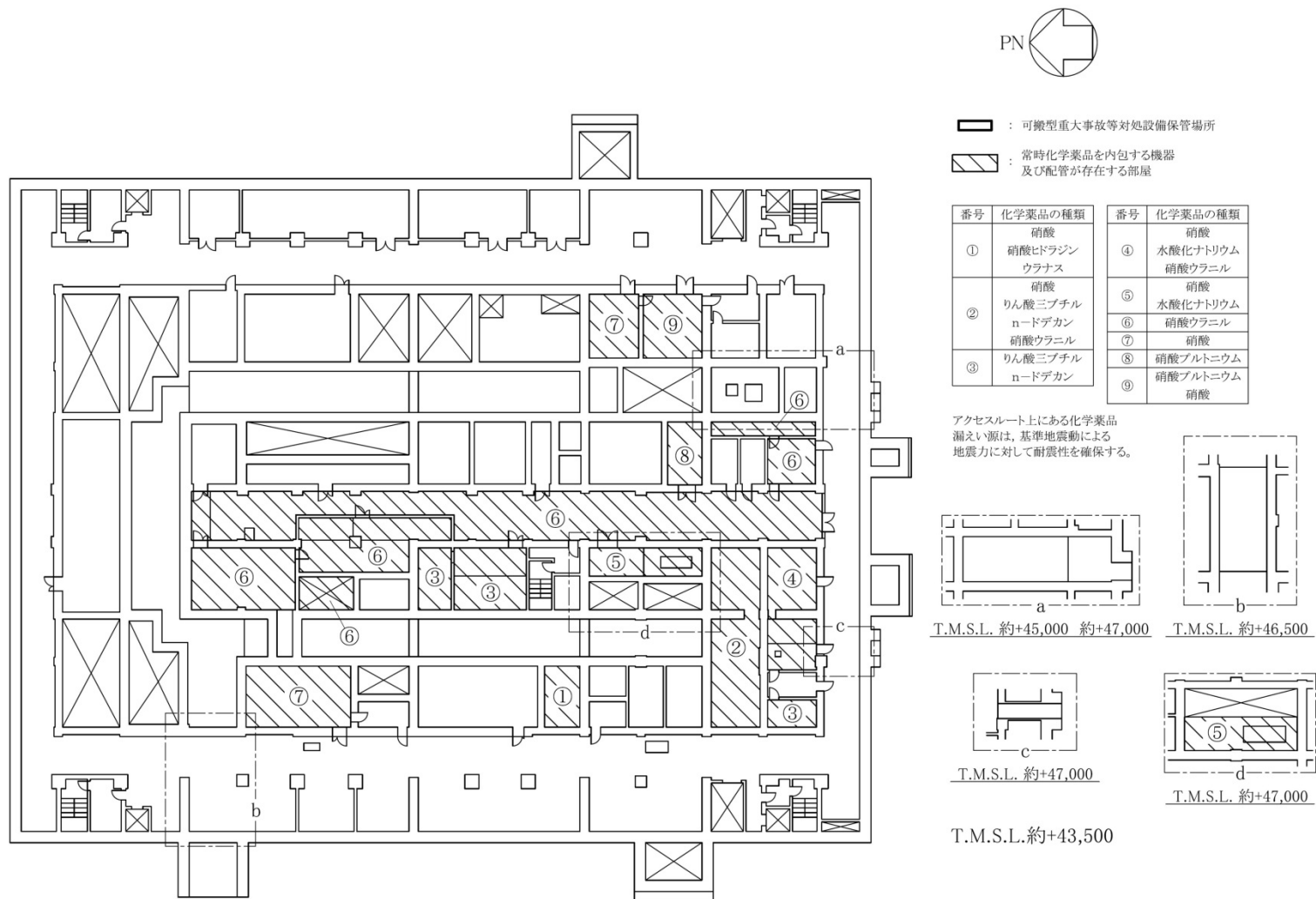
第61図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



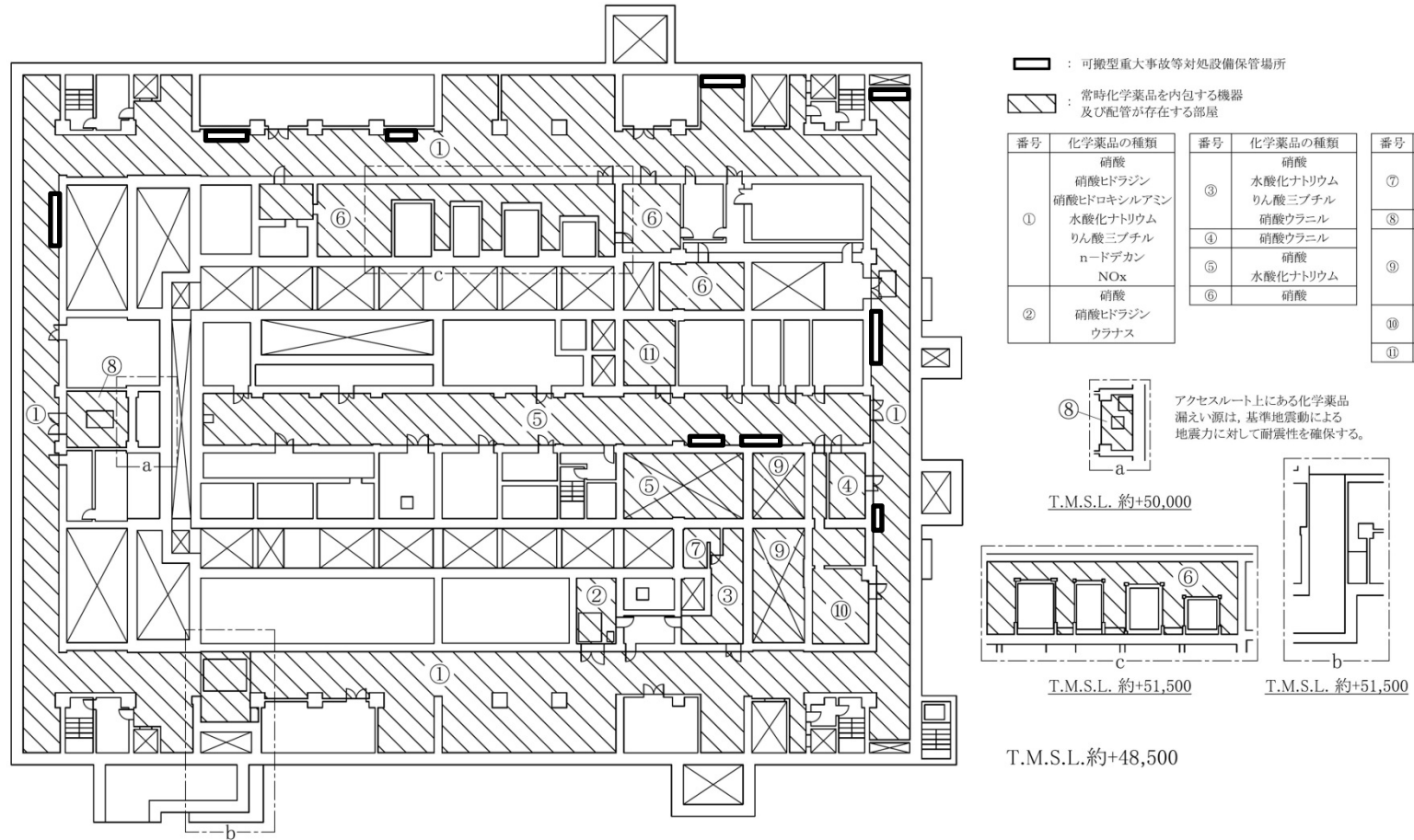
第62図 溢水ハザードマップ 精製建屋（屋上階）



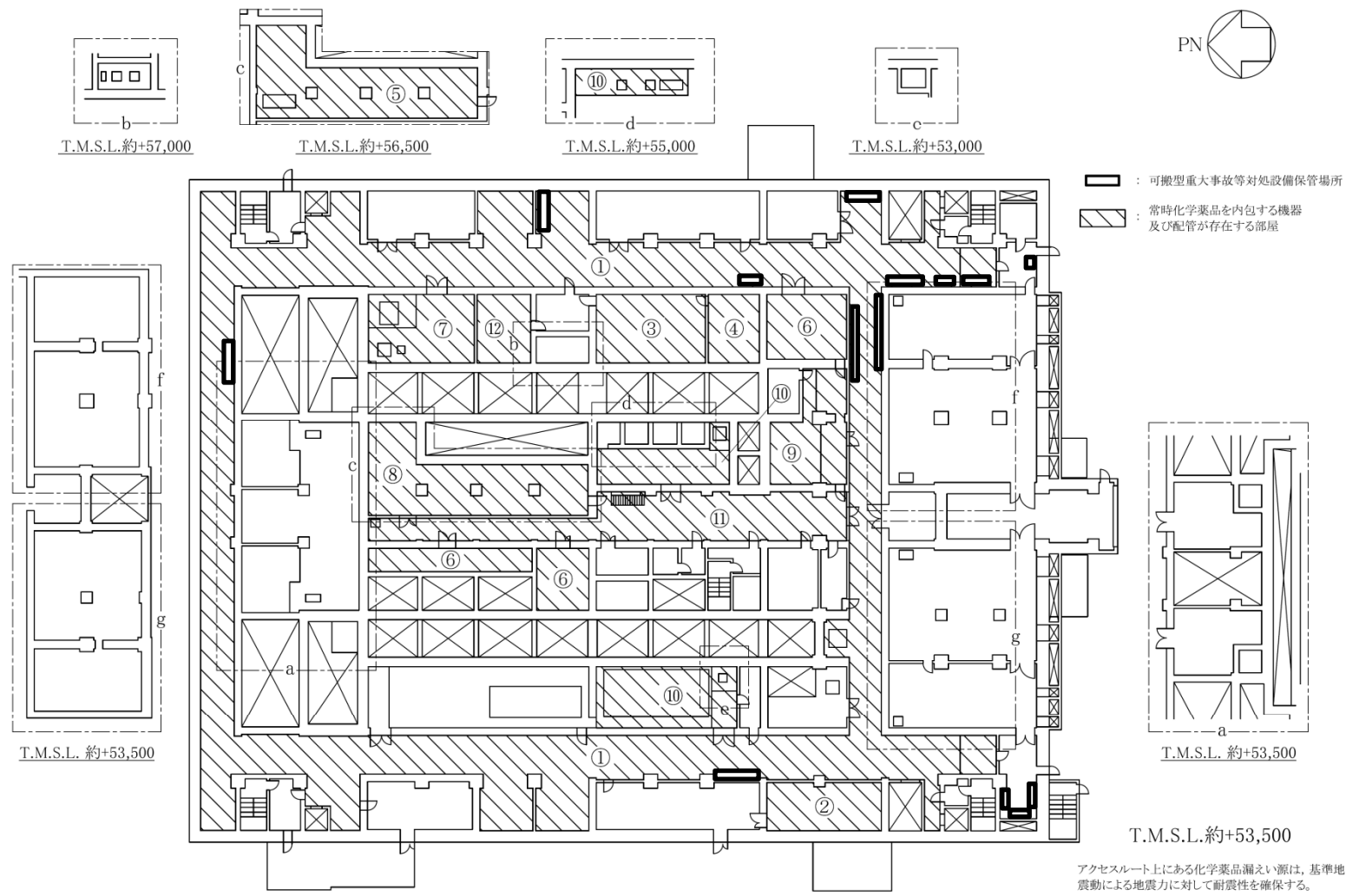
第63図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下3階）



第64図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下2階）

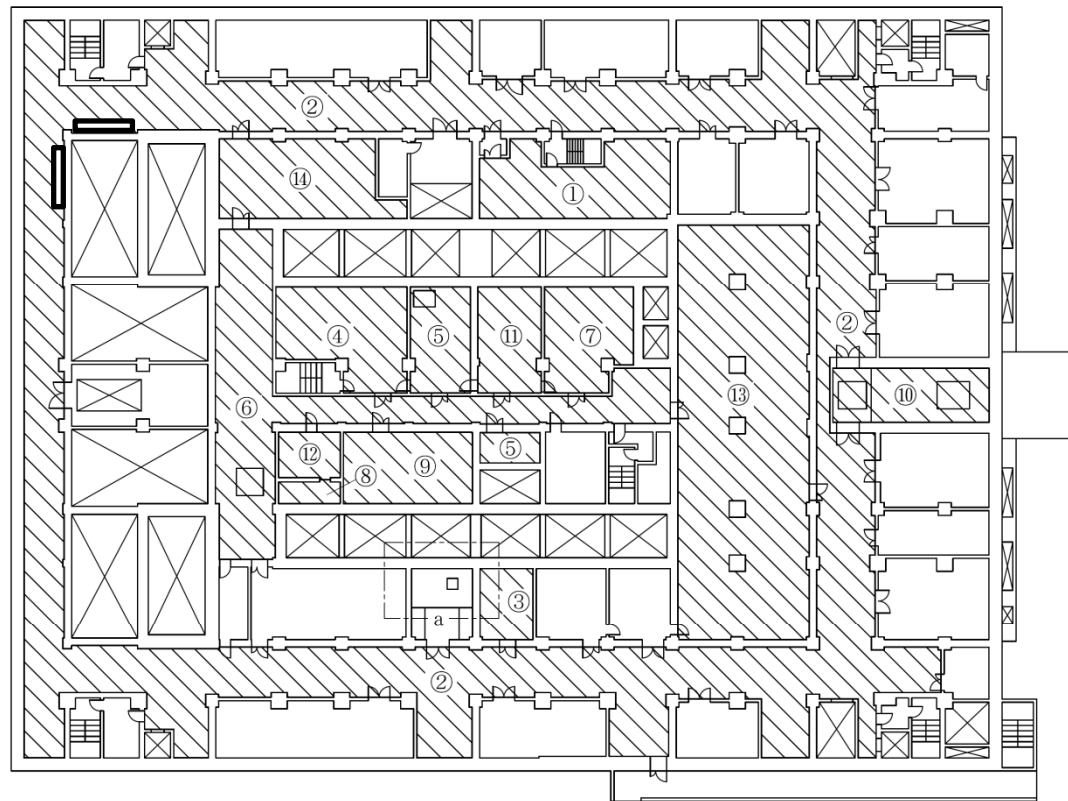


第65図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下1階）



番号	化学薬品の種類
①	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル n-ドデカン NOx
②	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル n-ドデカン
③	硝酸
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン ウラナス NOx
④	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
	NOx
⑤	硝酸
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン ウラナス
⑥	NOx
⑦	硝酸 水酸化ナトリウム
⑧	硝酸
	りん酸三ブチル
	ウラナス
⑨	硝酸 NOx
⑩	硝酸
⑪	硝酸
	水酸化ナトリウム NOx
⑫	硝酸ガドリニウム

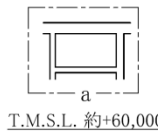
第66図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
- : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
②	n-ドデカン
	NOx
	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
③	水酸化ナトリウム
	NOx
	硝酸ガドリニウム
④	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
⑤	硝酸
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
	ウラナス

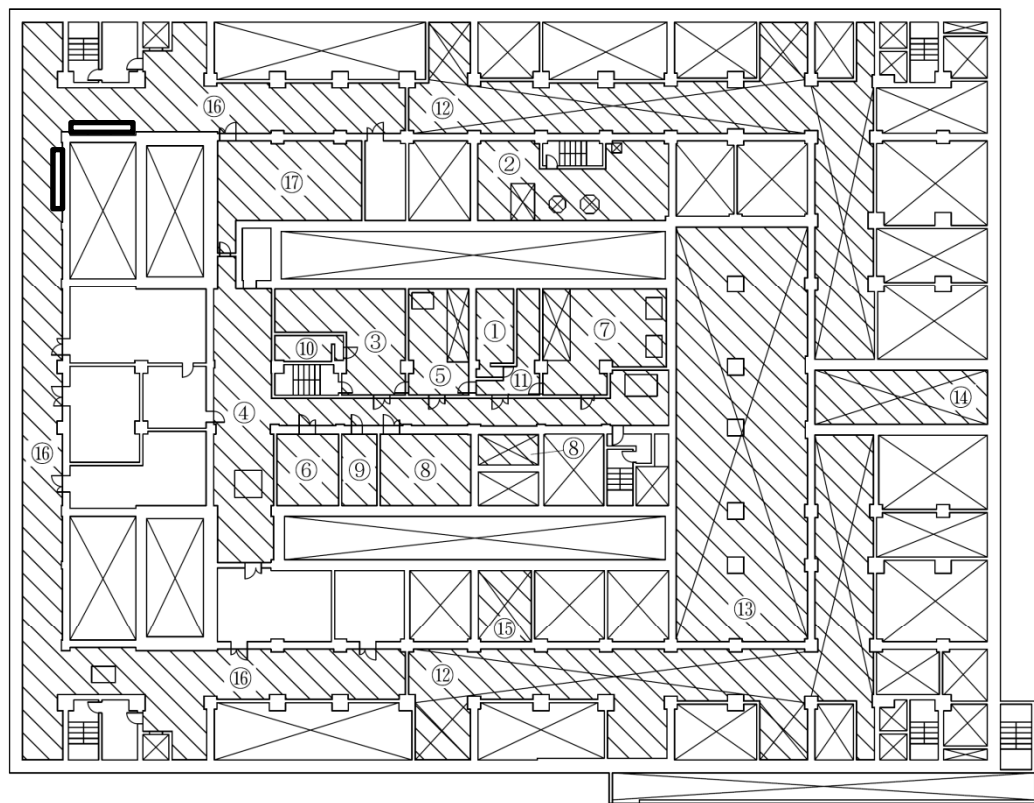
番号	化学薬品の種類
⑤	硝酸
	りん酸三ブチル
⑥	n-ドデカン
	硝酸
	水酸化ナトリウム
⑦	りん酸三ブチル
	ウラナス
	NOx
⑧	硝酸
	りん酸三ブチル
⑨	硝酸
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
	硝酸ウラニル
⑩	ウラナス
	硝酸ヒドラジン
⑪	水酸化ナトリウム
	硝酸
⑫	りん酸三ブチル
	ウラナス
⑬	NOx
	水酸化ナトリウム
⑭	硝酸ガドリニウム



アクセスルート上にある化学薬品
漏えい源は、基準地震動による
地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L. 約+60,500

第67図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上2階）



: 可搬型重大事故等対処設備保管場所
 : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
	硝酸ウラニル ウラナス
②	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン NOx
③	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ウラニル ウラナス
④	硝酸
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
	硝酸ウラニル ウラナス NOx

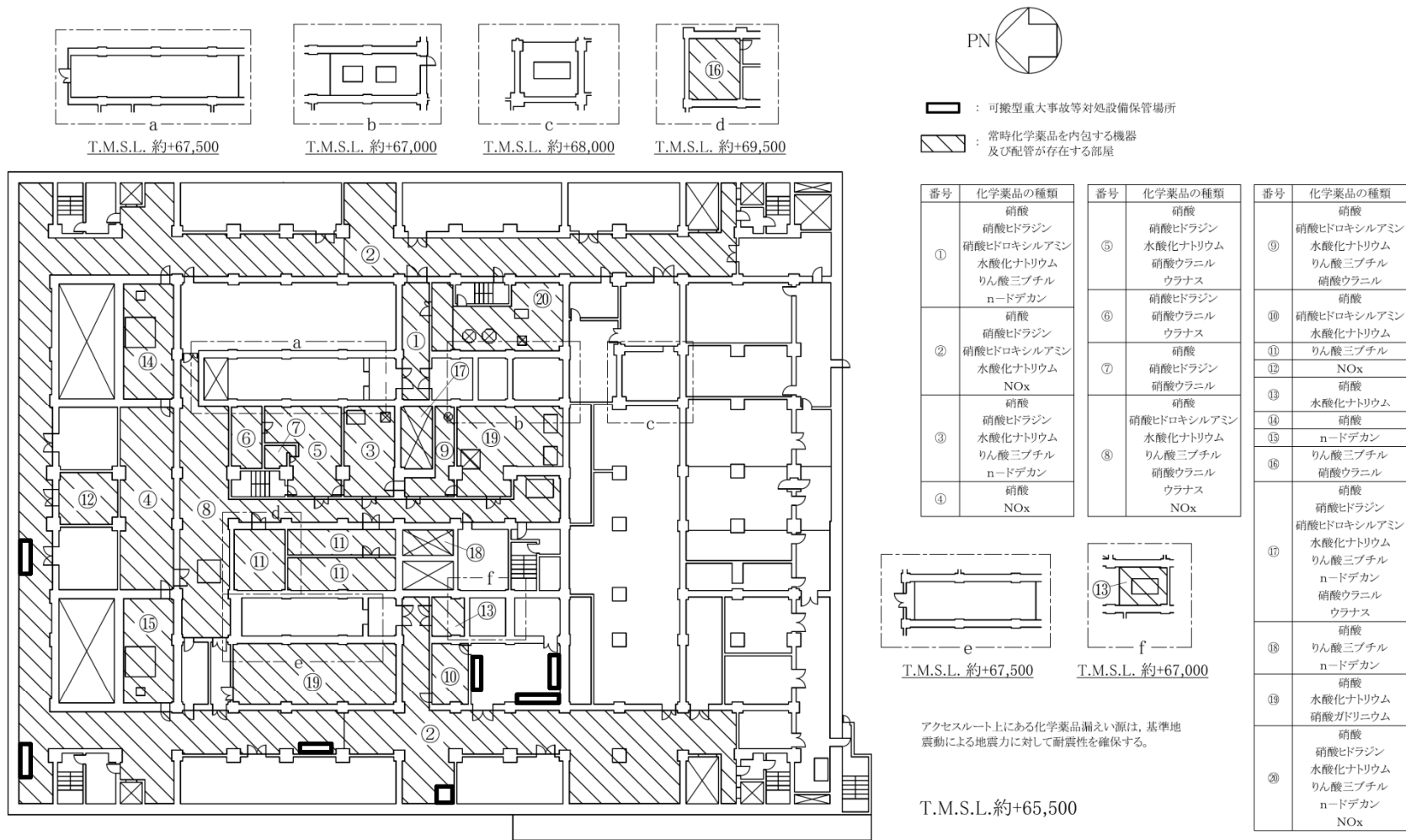
番号	化学薬品の種類
⑤	硝酸
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン ウラナス
⑥	りん酸三ブチル
⑦	硝酸
	水酸化ナトリウム
⑧	硝酸
⑨	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
⑩	硝酸
	硝酸ウラニル ウラナス
⑪	硝酸
	硝酸ウラニル
⑫	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム NOx
⑬	硝酸ガドリニウム 水酸化ナトリウム

番号	化学薬品の種類
⑭	硝酸ヒドラジン
	水酸化ナトリウム
⑮	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム
⑯	硝酸
	水酸化ナトリウム
⑰	硝酸ガドリニウム

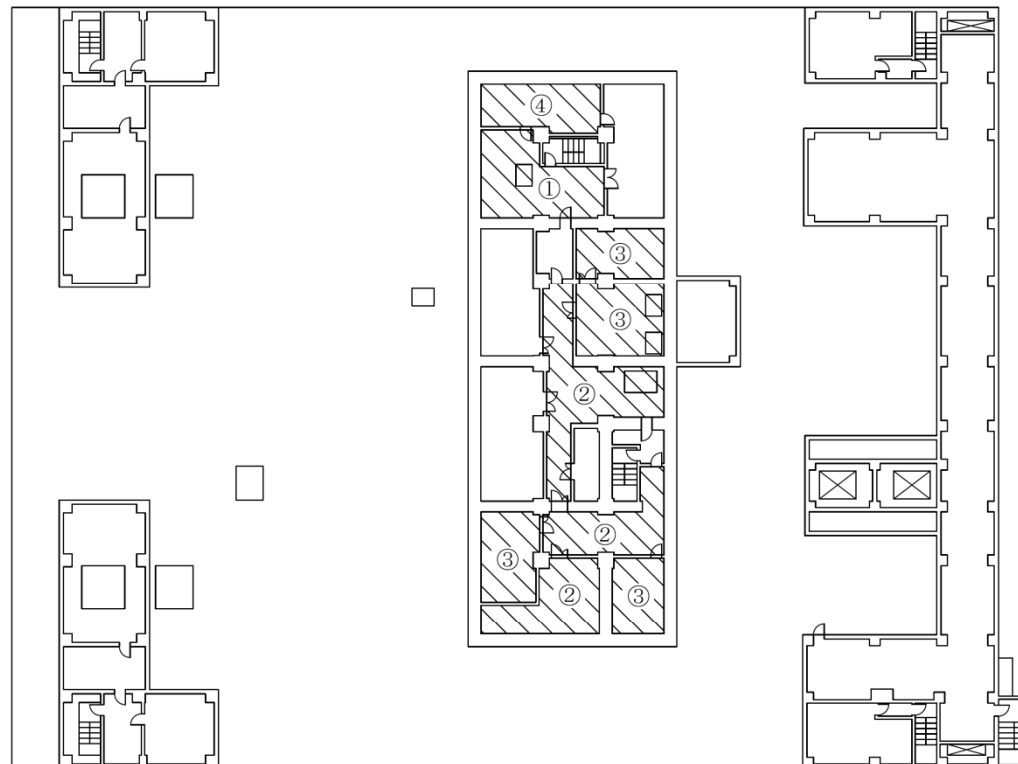
アクセスルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L.約+64,000

第68図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上3階）



第69図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



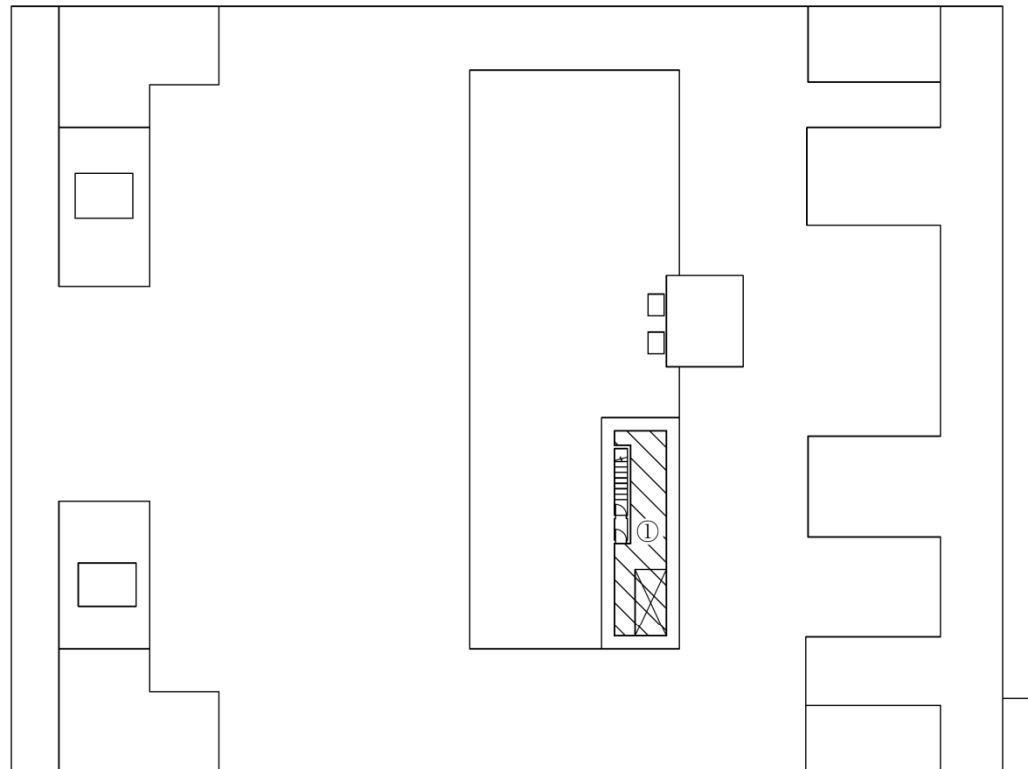
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
- : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸
	硝酸ヒドラジン
	水酸化ナトリウム
	りん酸三ブチル
	n-ドデカン
②	硝酸
	硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム
③	硝酸
	水酸化ナトリウム
④	りん酸三ブチル
	n-ドデカン

アクセスルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L.約+73,500

第70図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



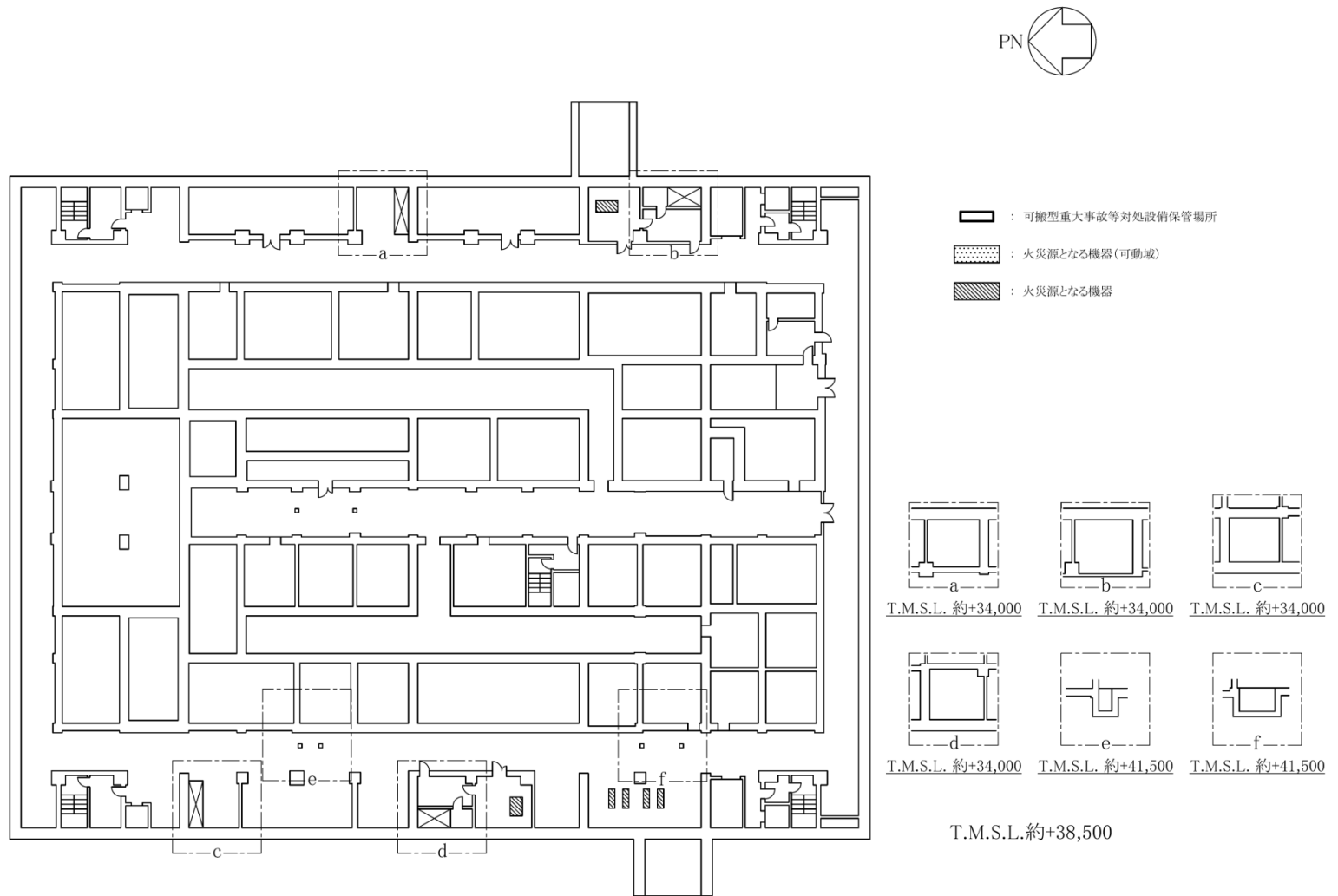
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
- : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸
	硝酸ヒドロキシルアミン
	水酸化ナトリウム

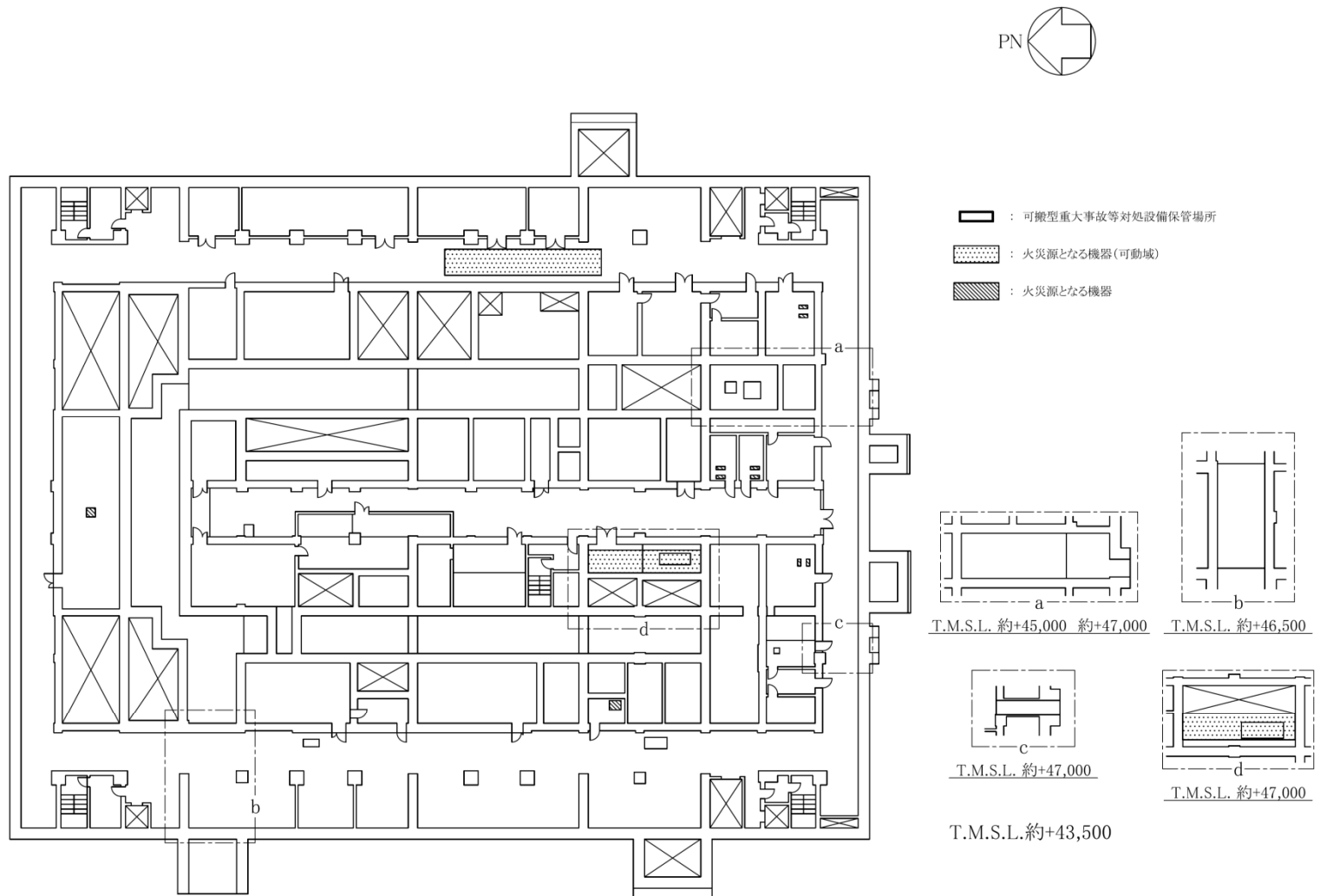
アクセスルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L.約+79,000

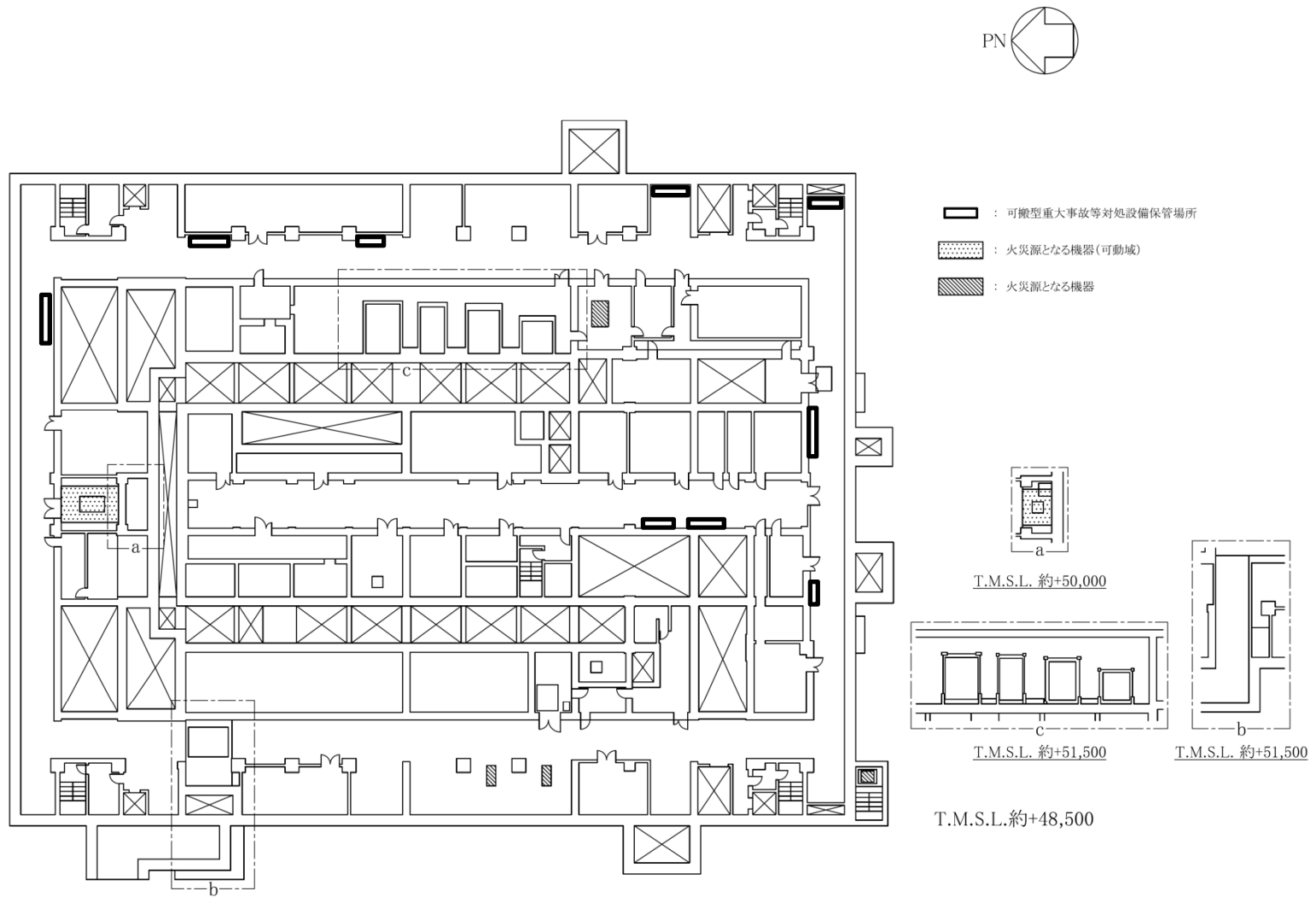
第71図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（屋上階）



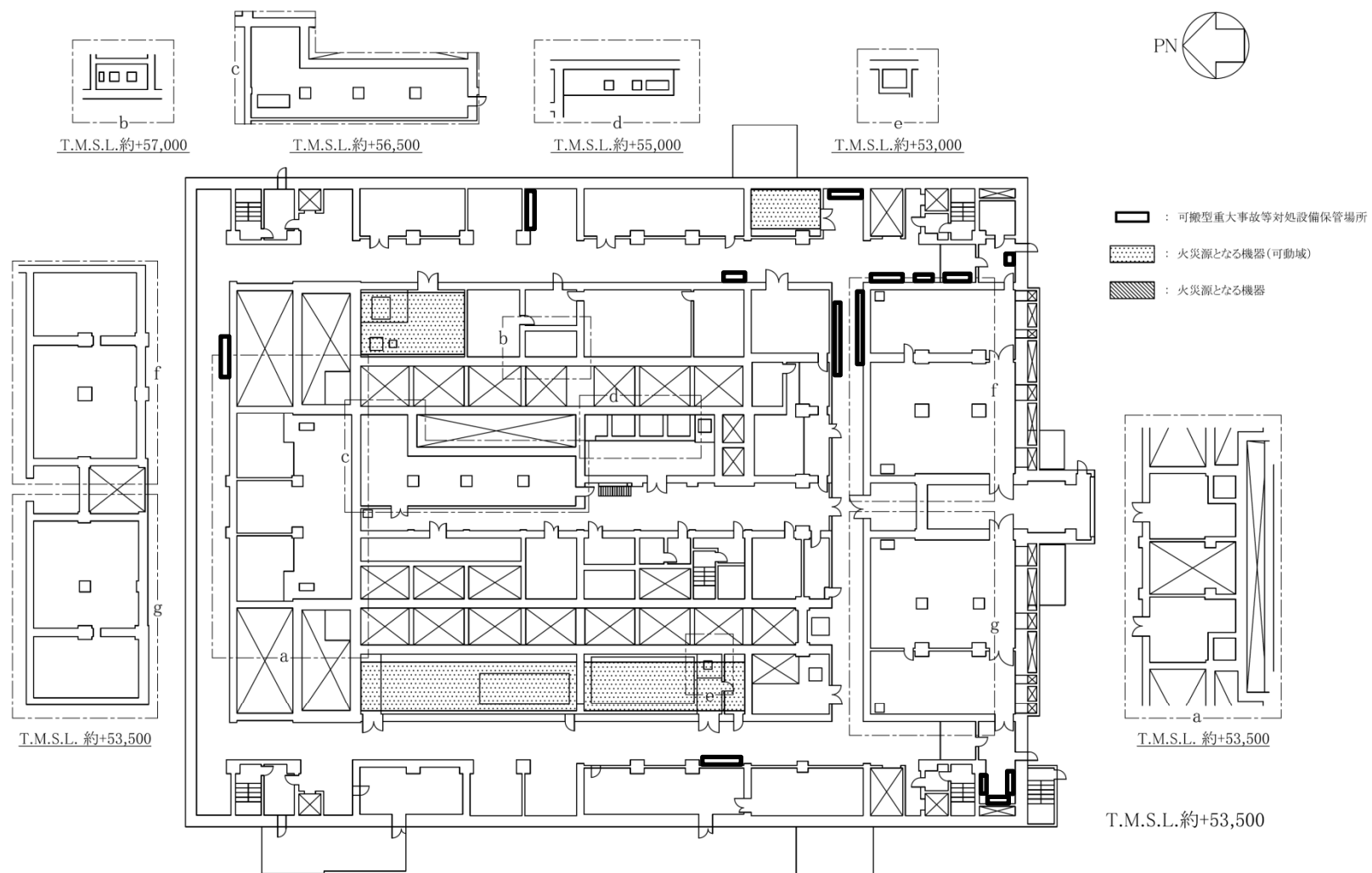
第72図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地下3階)



第73図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地下2階）

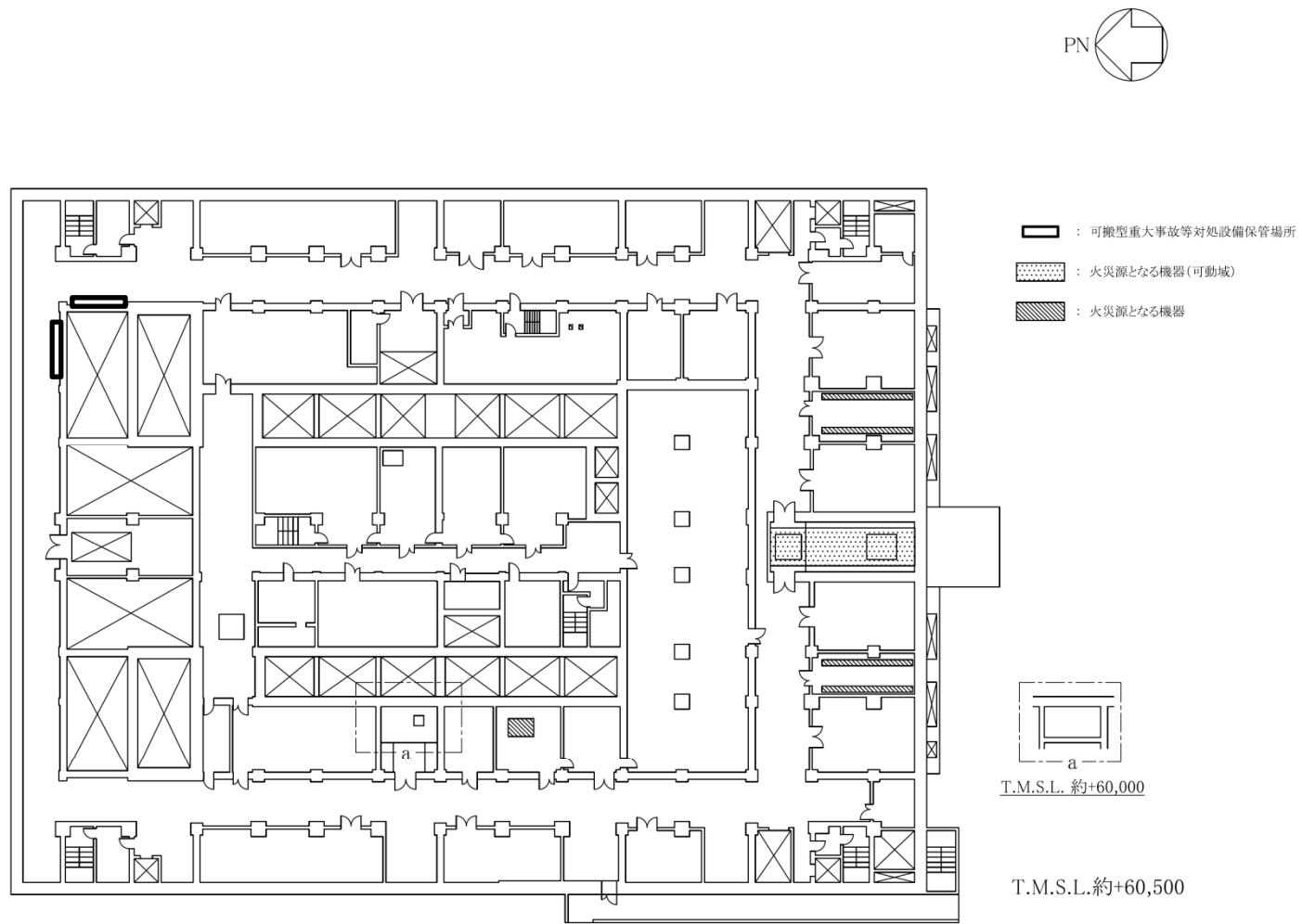


第74図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地下1階)



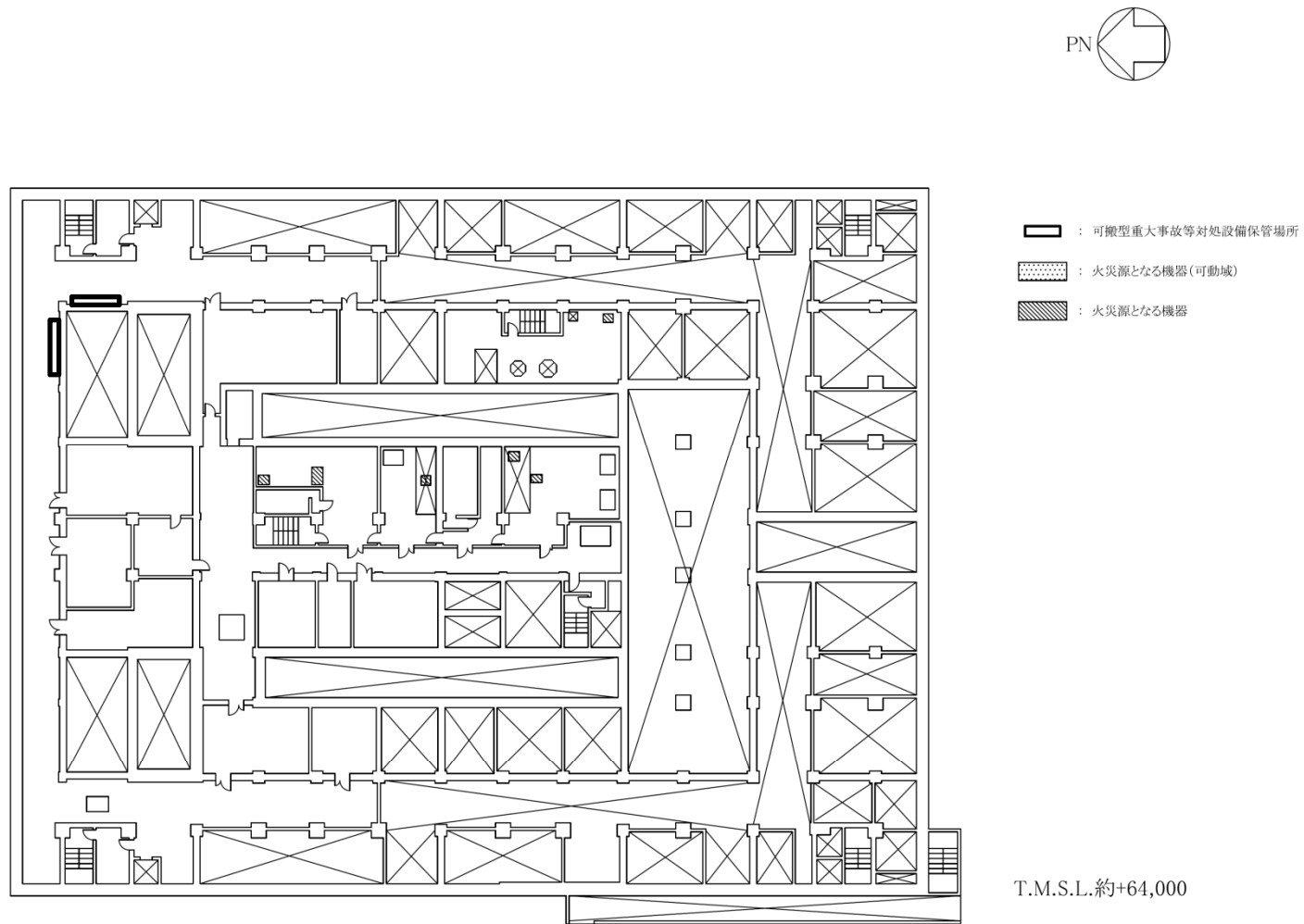
第75図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上1階）

補8-21-75



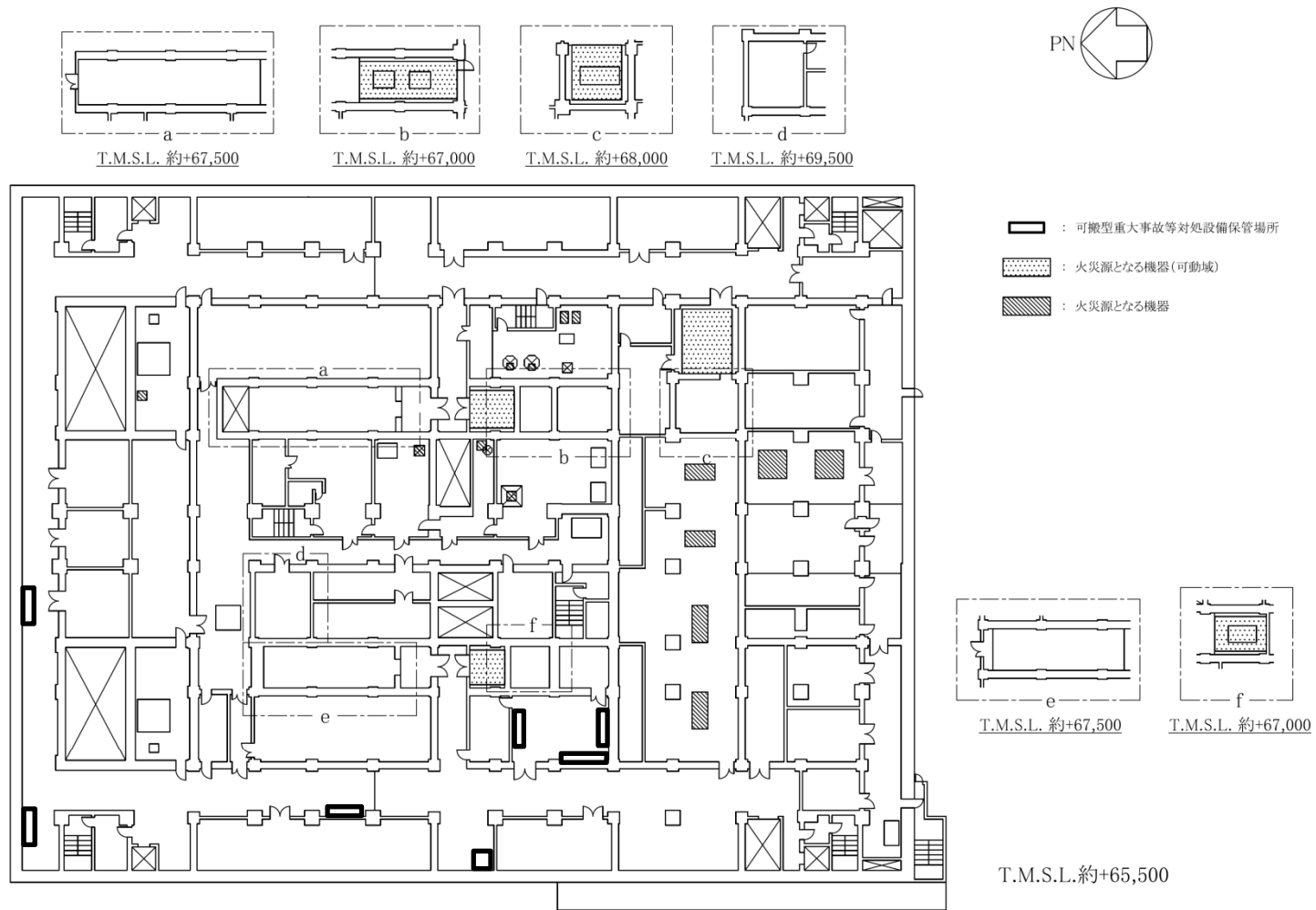
第76図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上2階）

補8-21-76

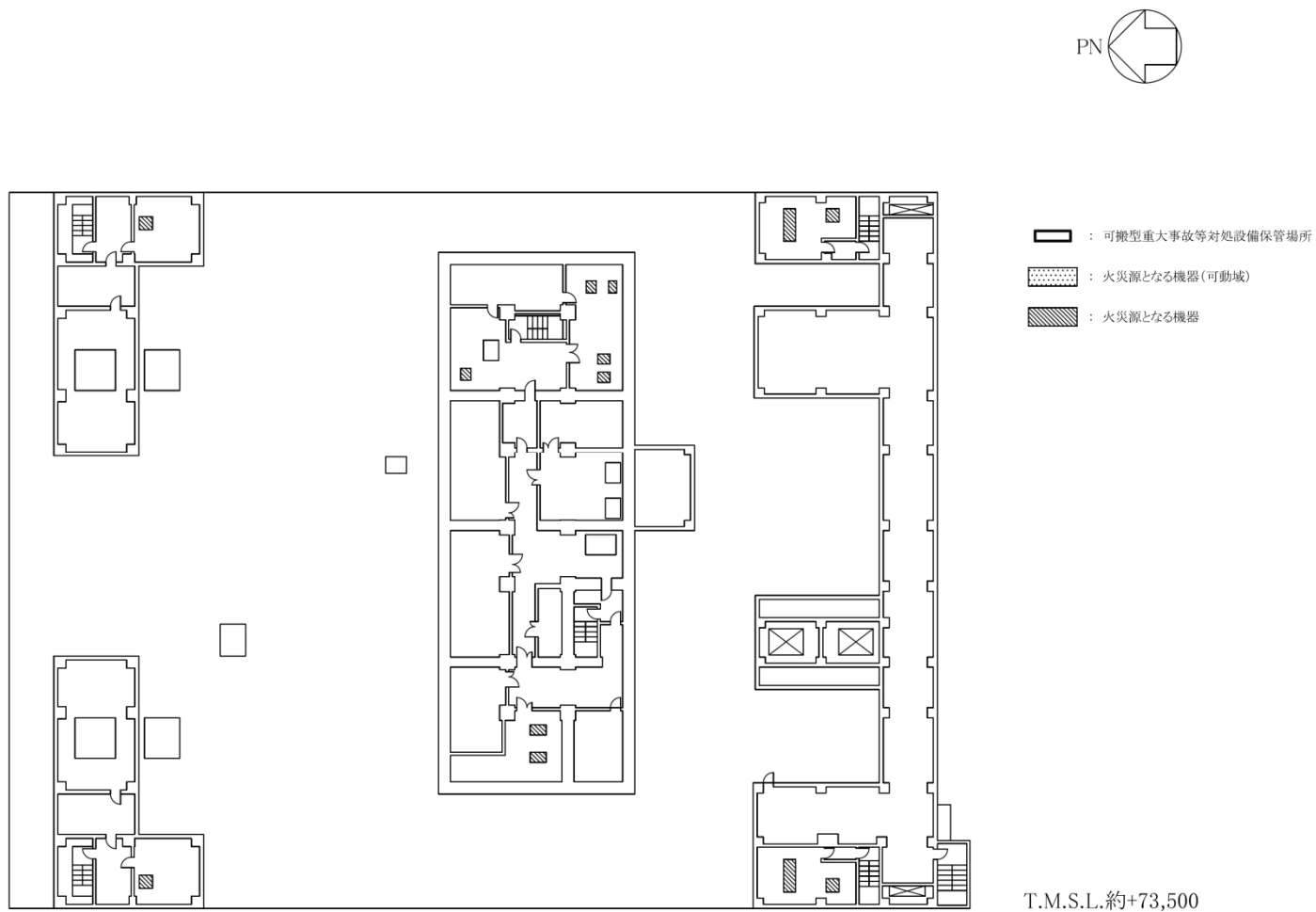


第77図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上3階）

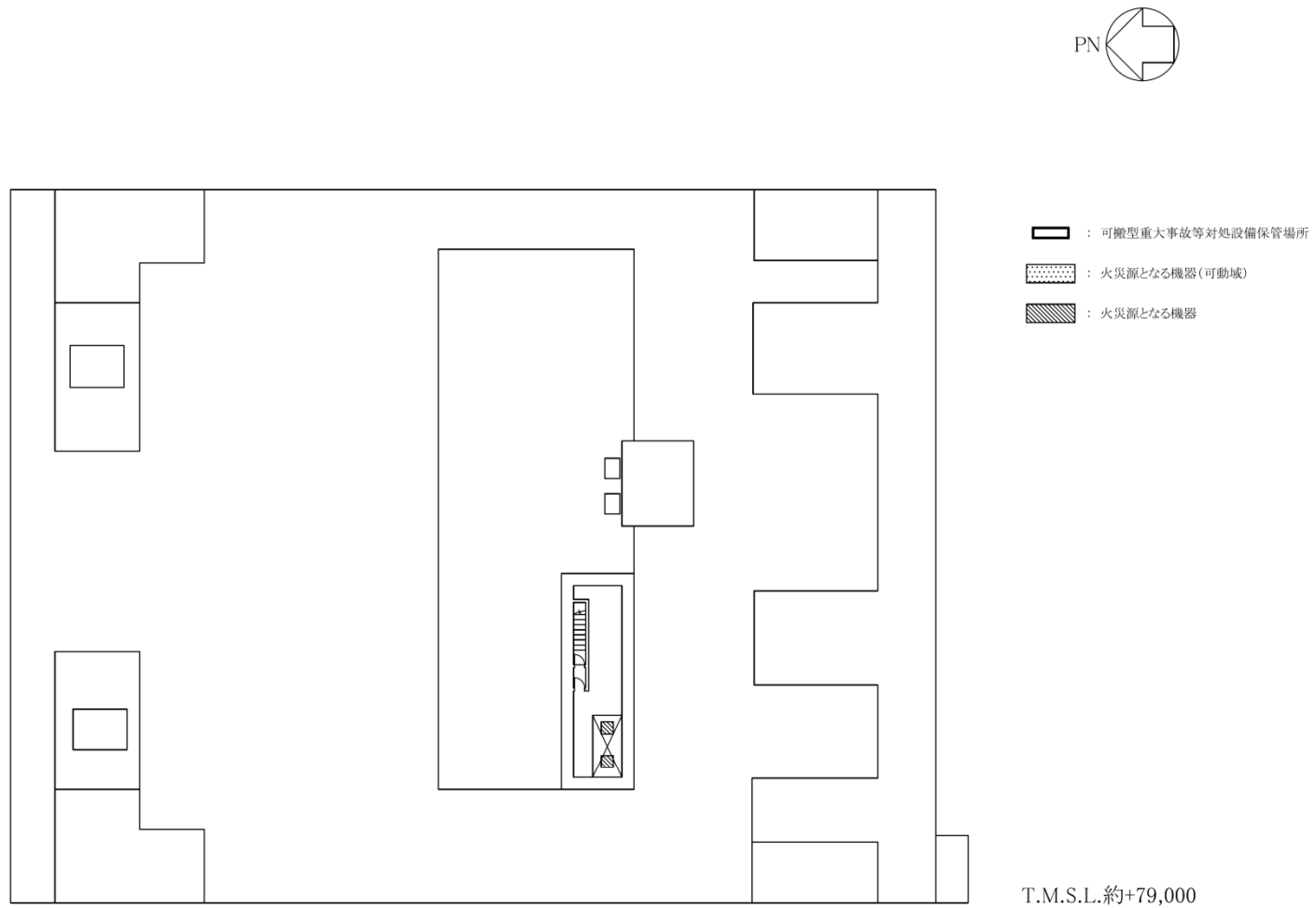
補8-21-77



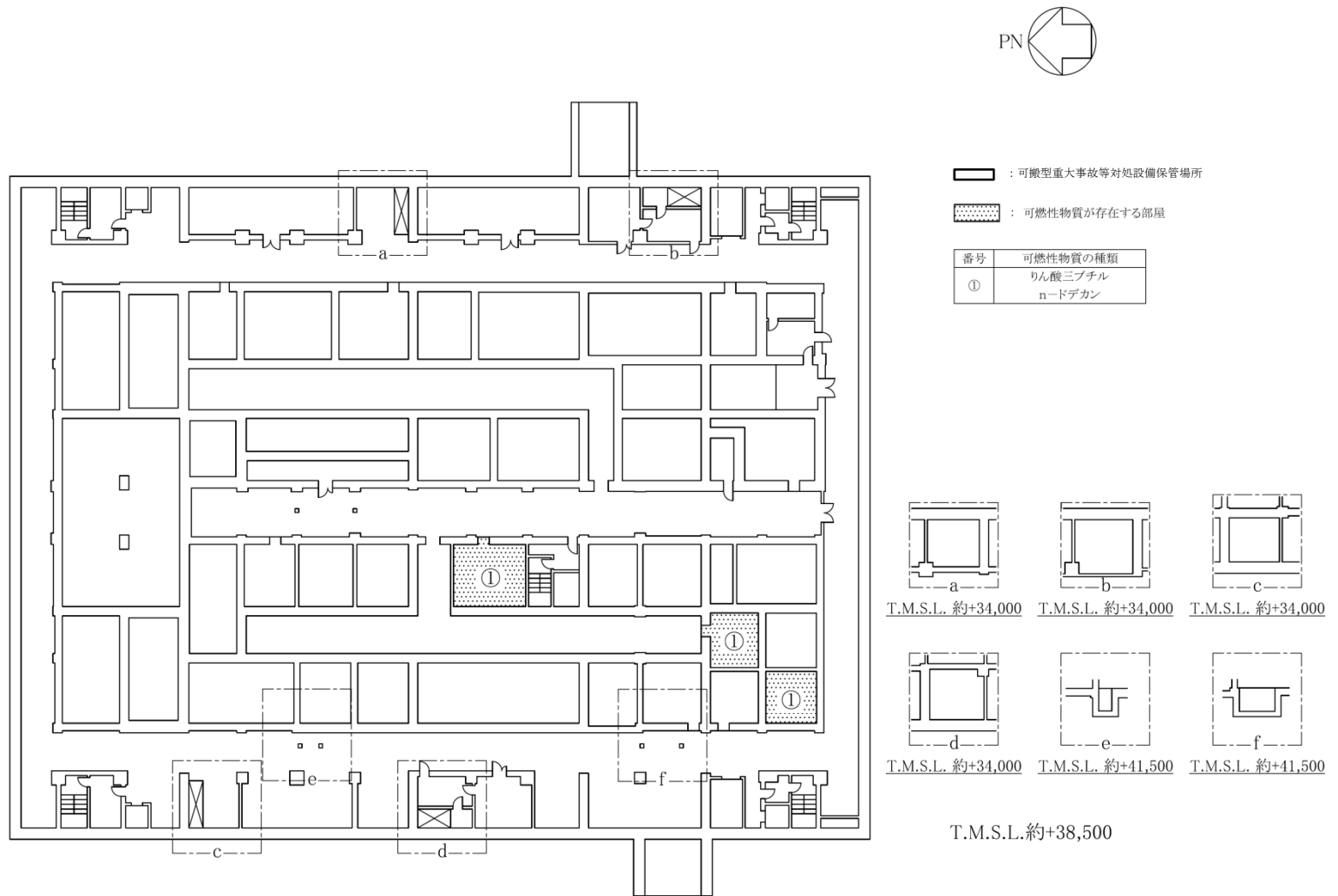
第78図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



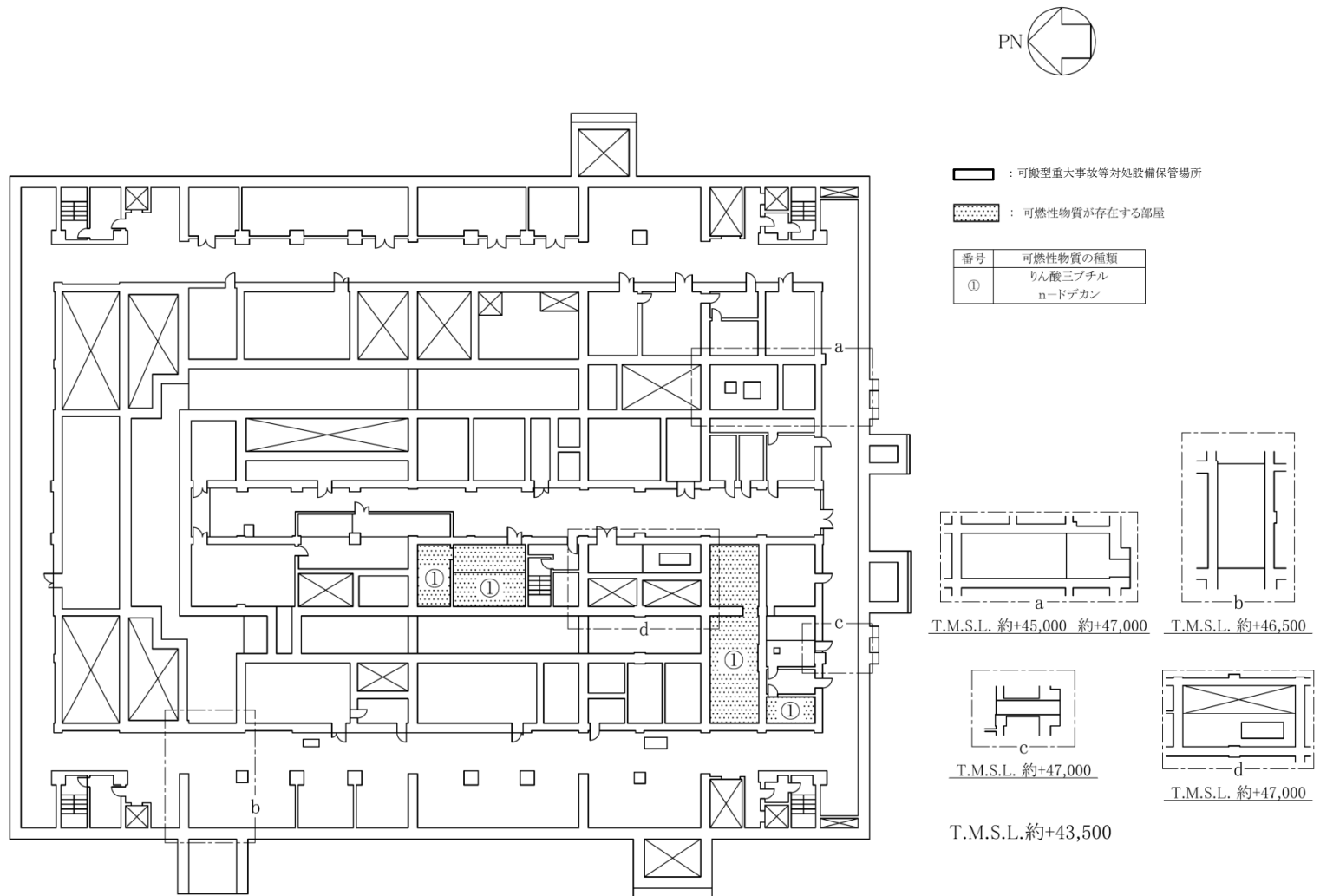
第79図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



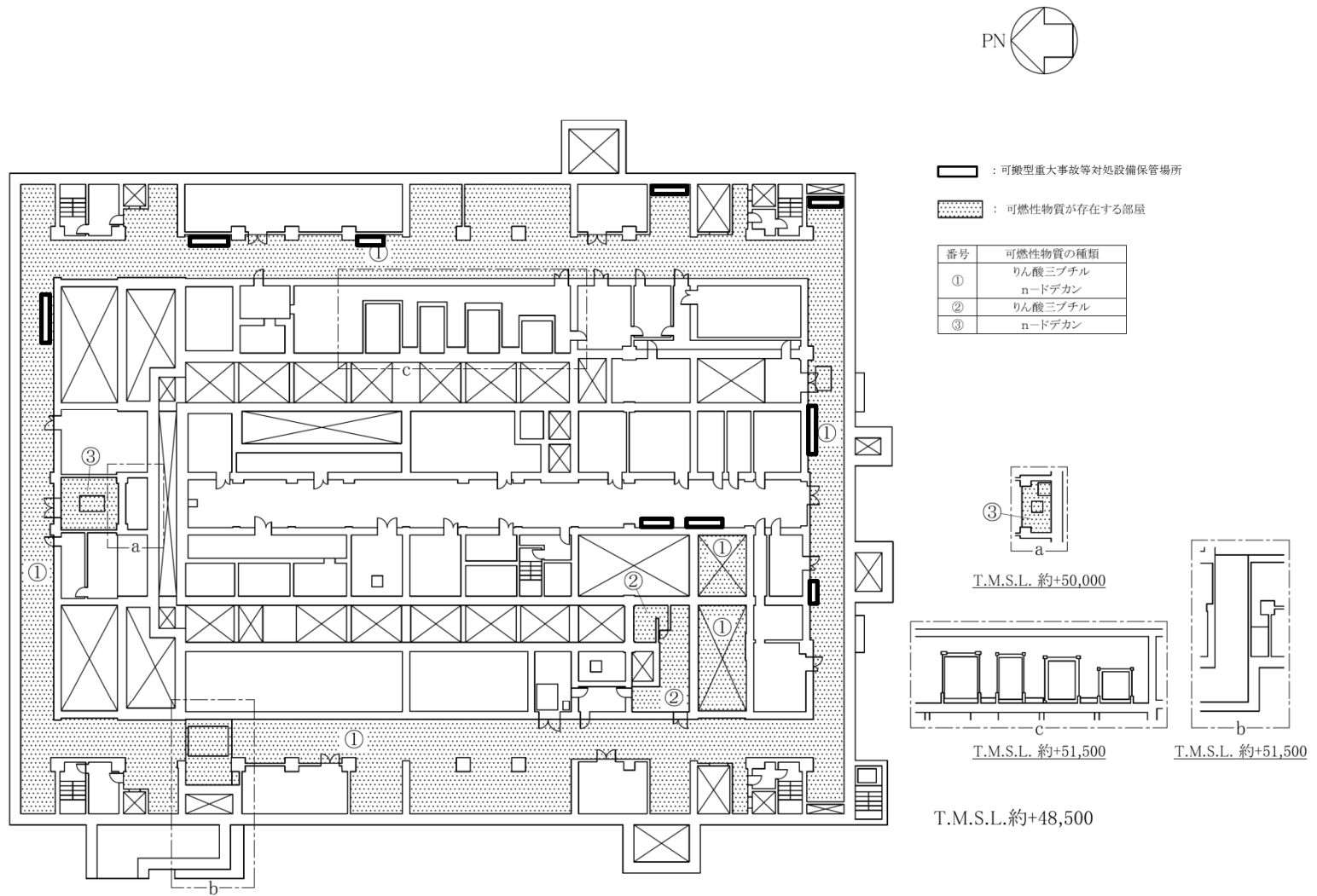
第80図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（屋上階）



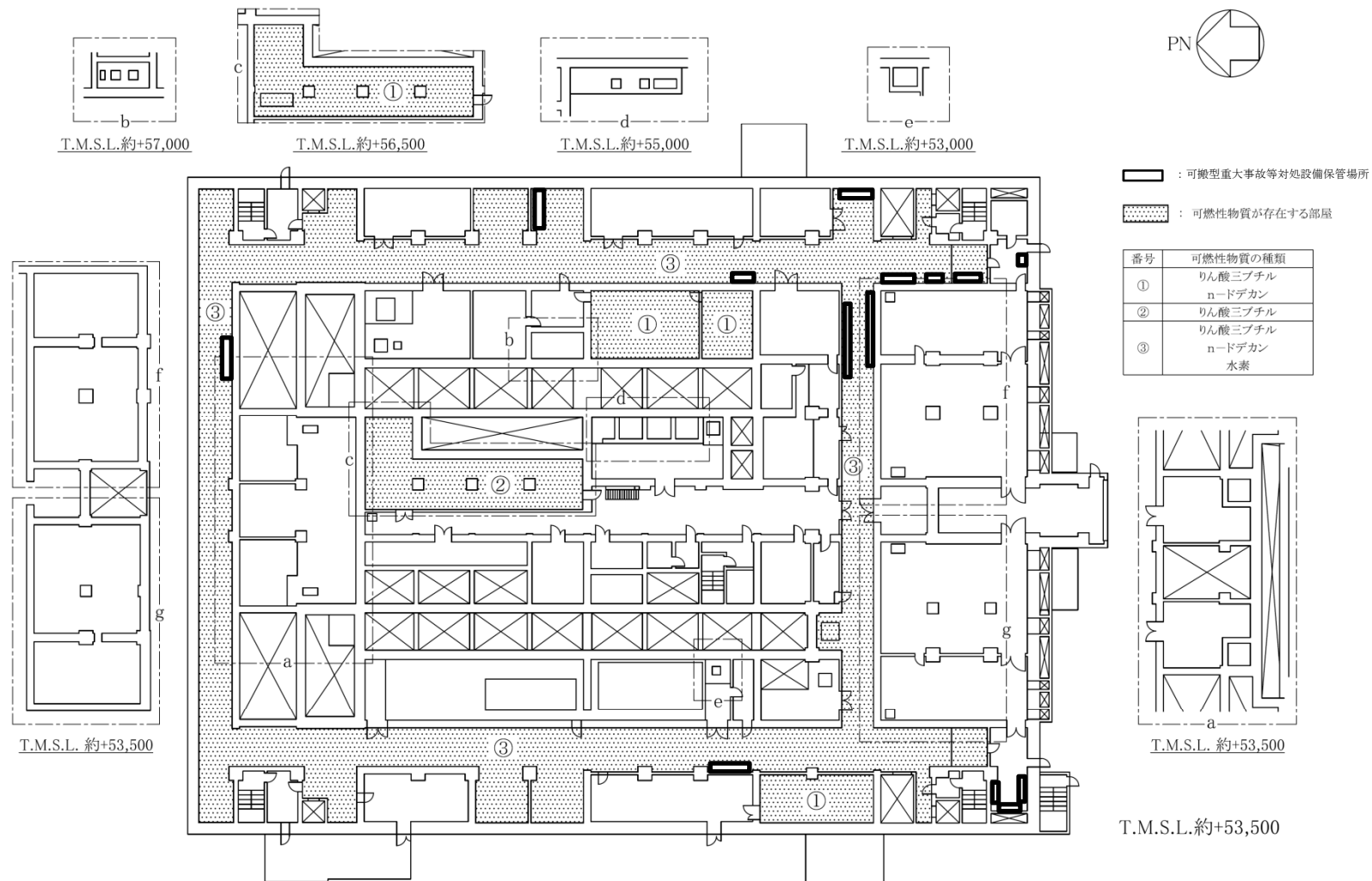
第81図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地下3階）



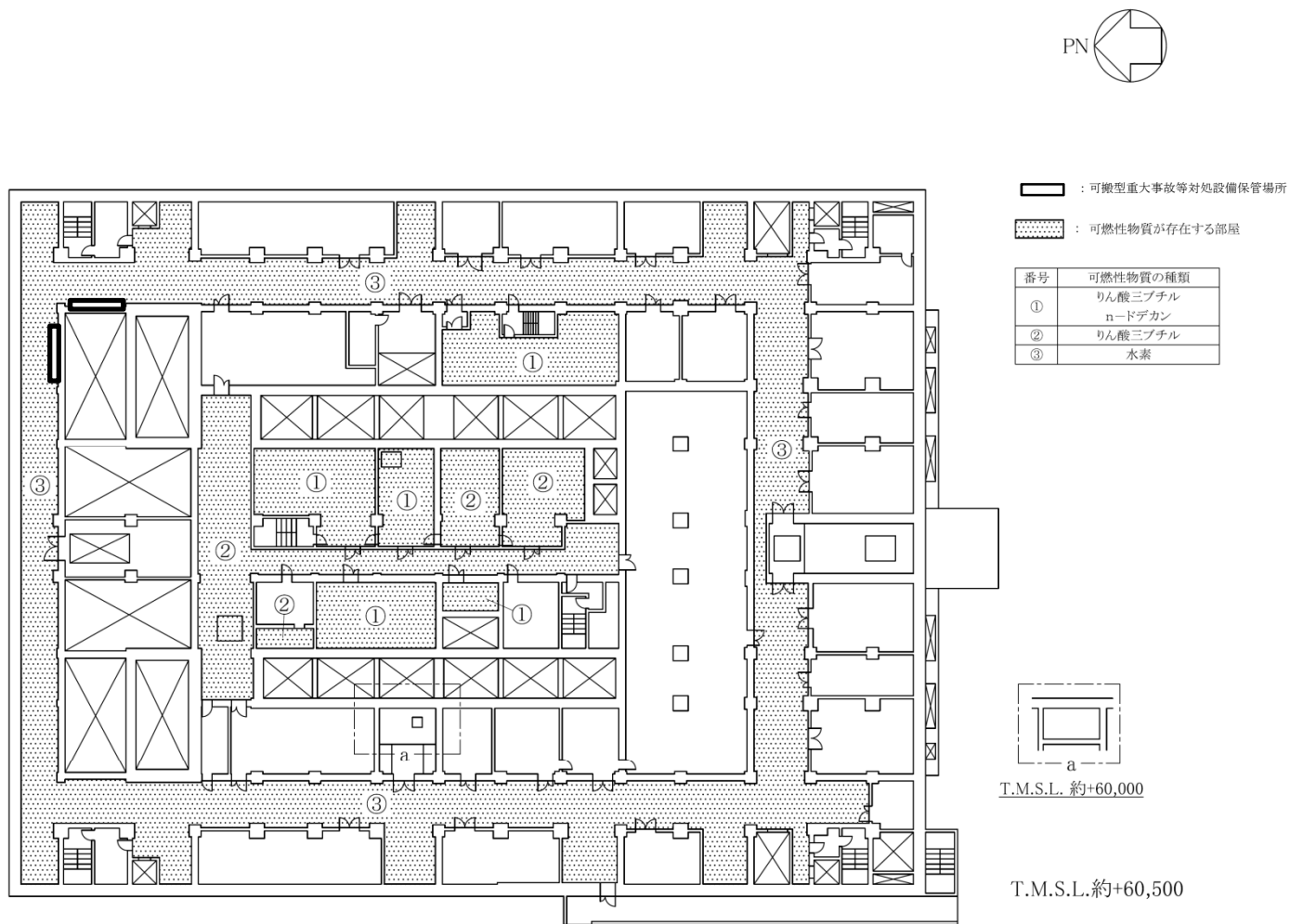
第82図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地下2階）



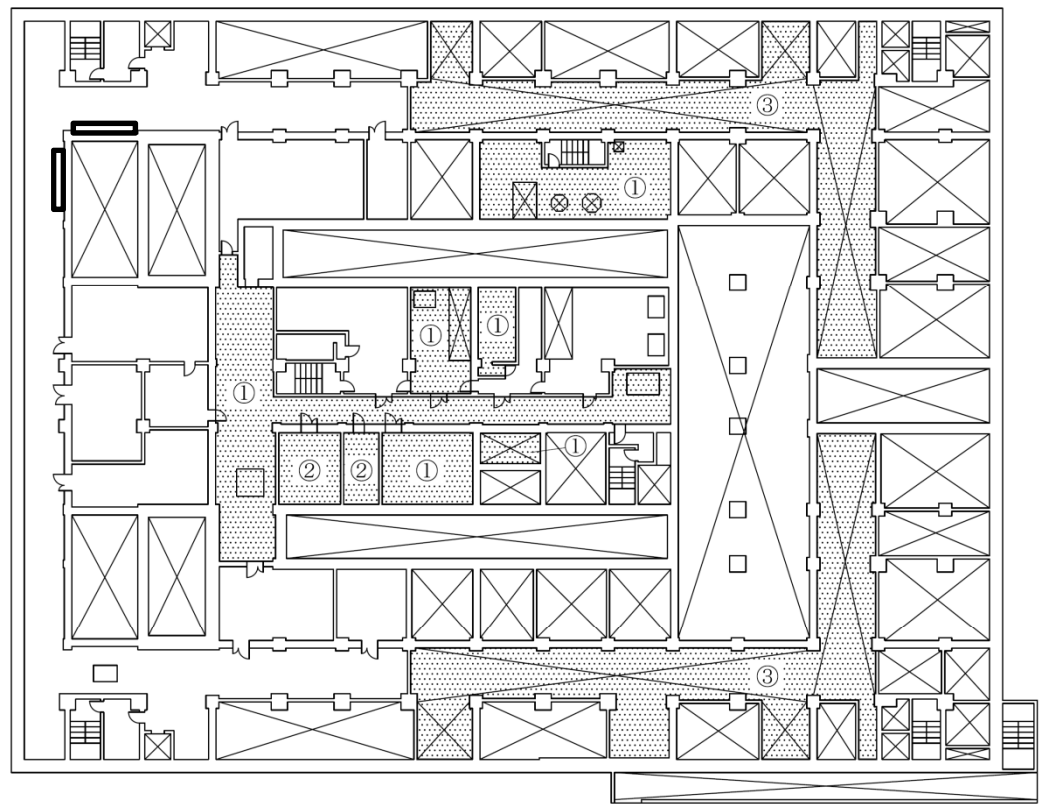
第83図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地下1階）



第84図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



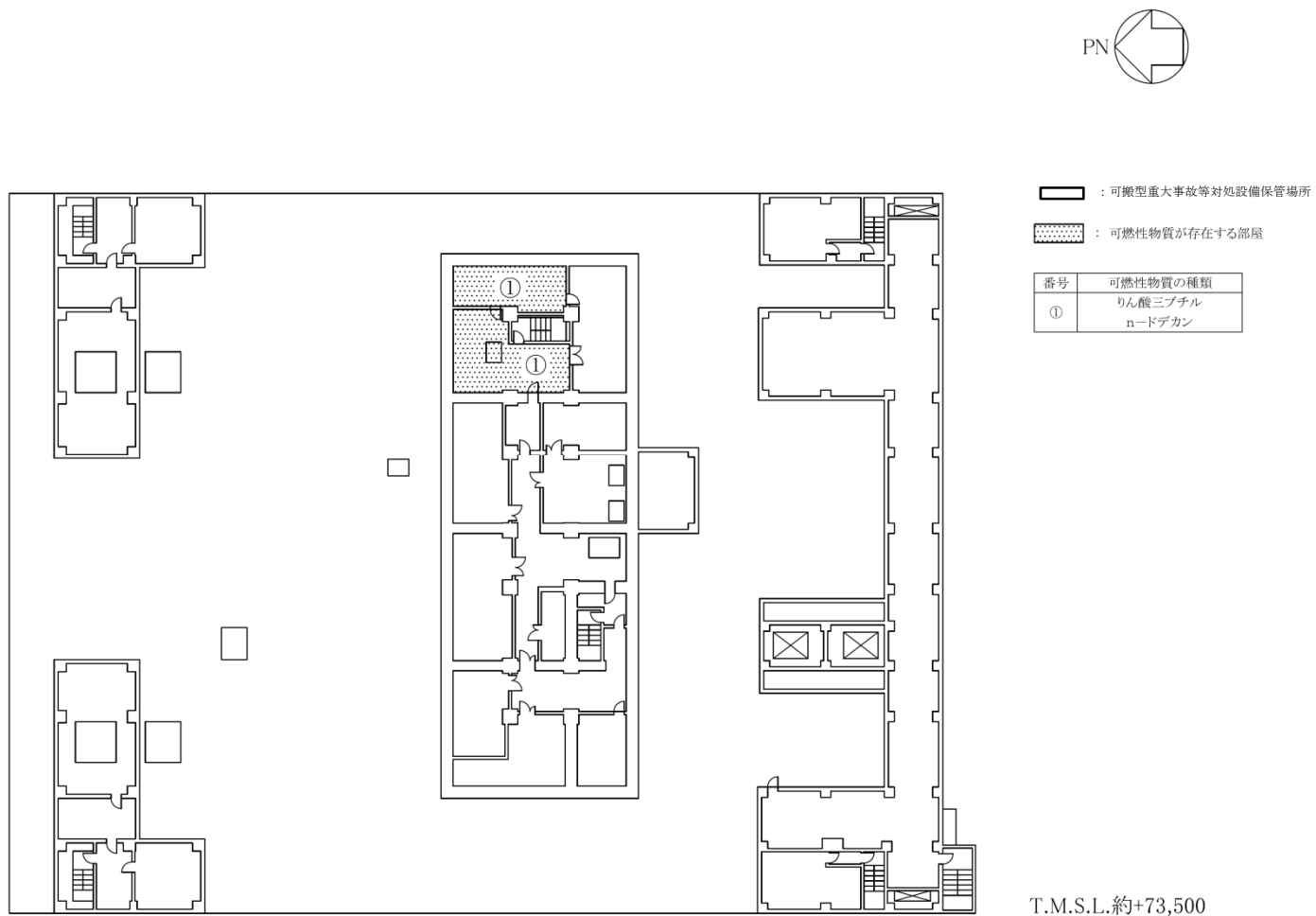
第85図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上2階）



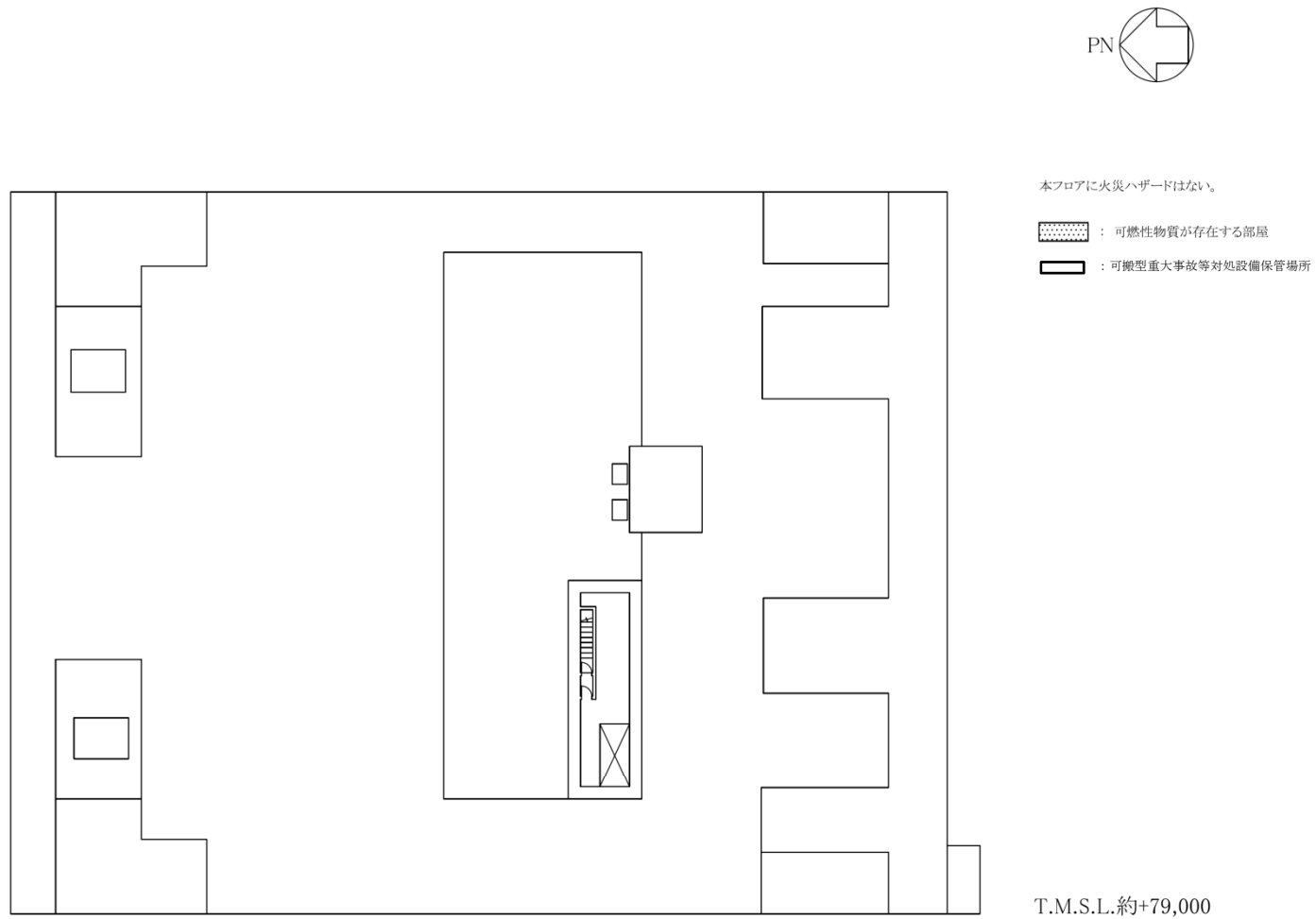
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
 - : 可燃性物質が存在する部屋
- | 番号 | 可燃性物質の種類 |
|----|-------------------|
| ① | りん酸三ブチル
n-ドデカン |
| ② | りん酸三ブチル |
| ③ | 水素 |

T.M.S.L.約+64,000

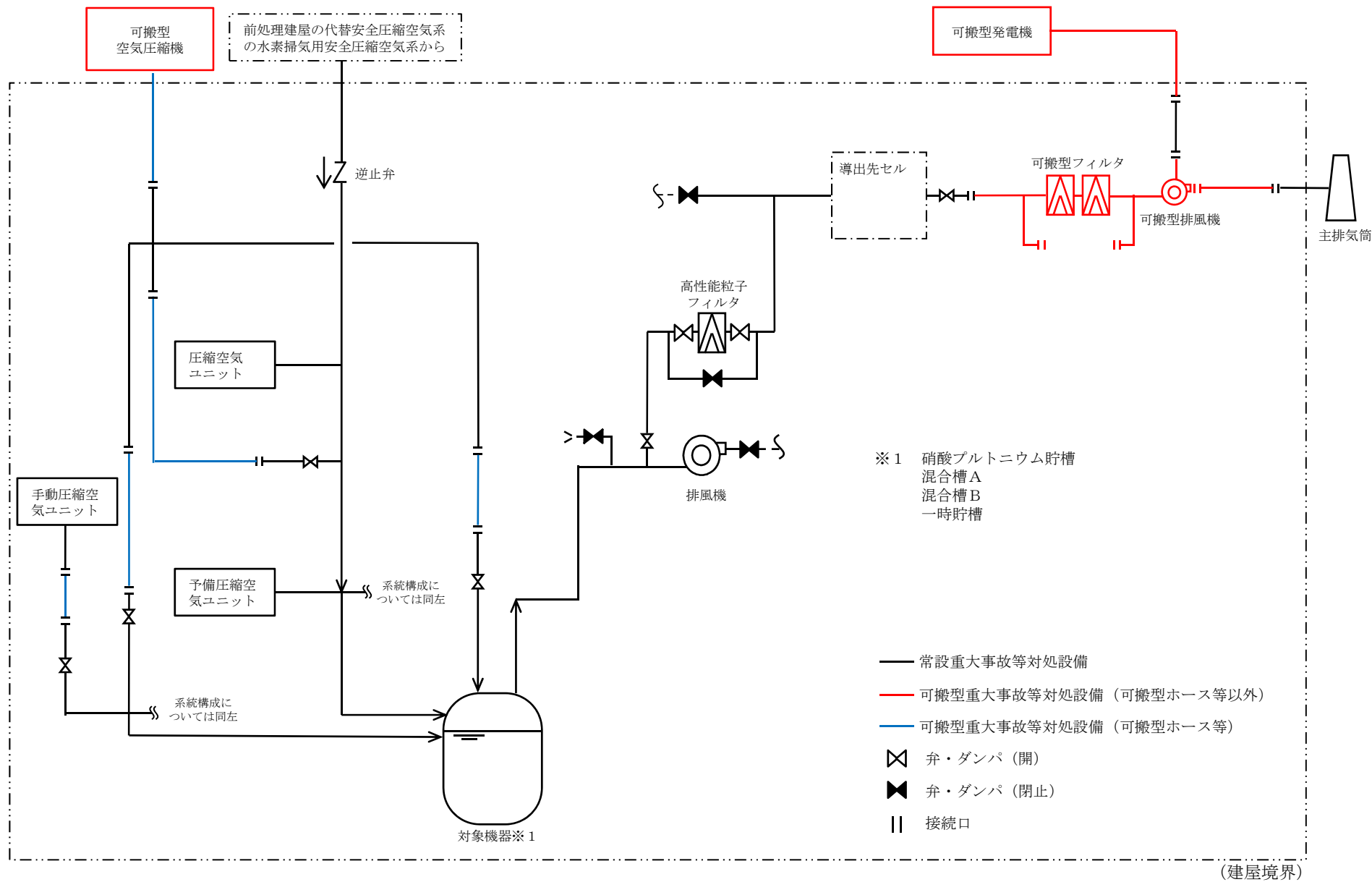
第86図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上3階）



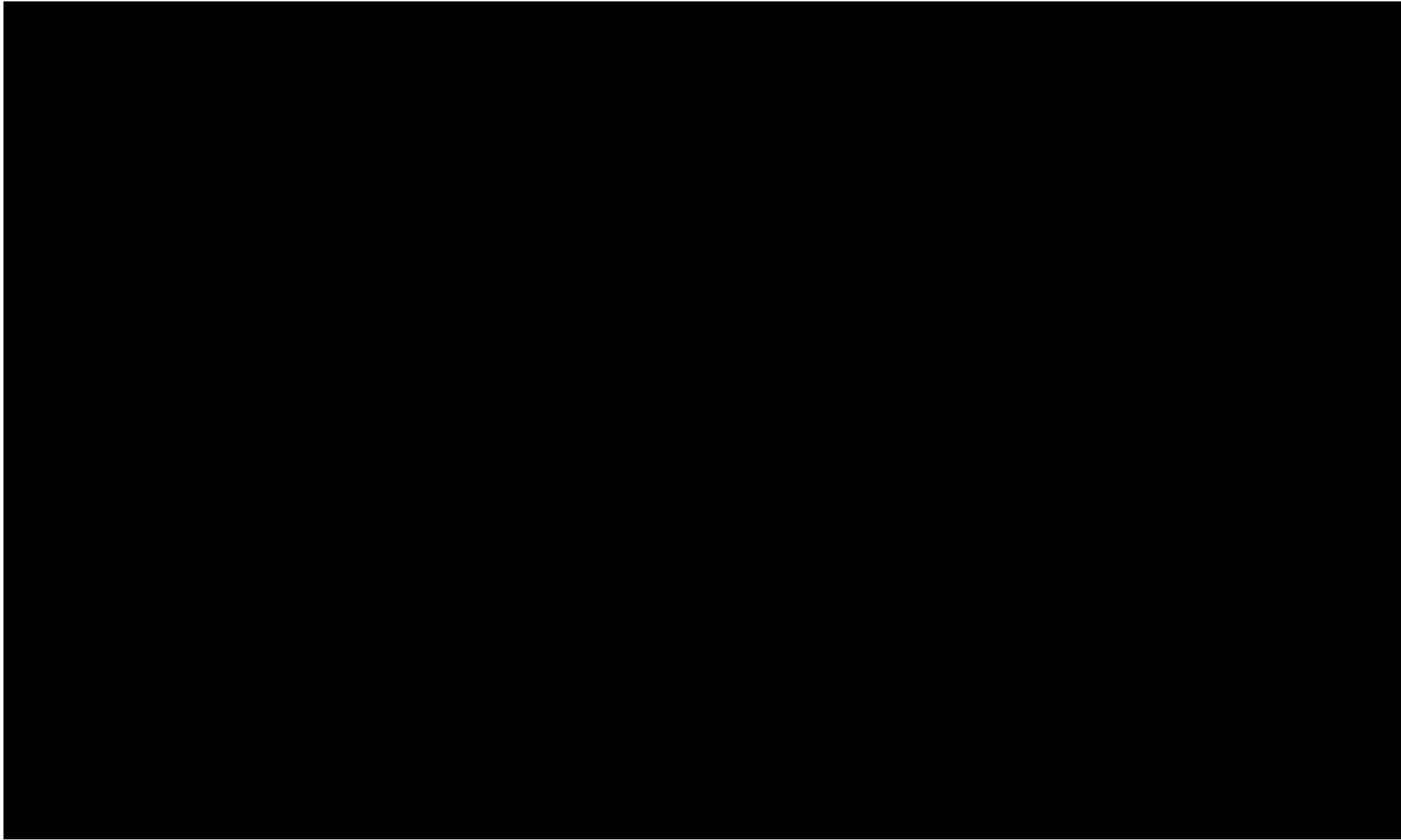
第88図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



第89図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（屋上階）



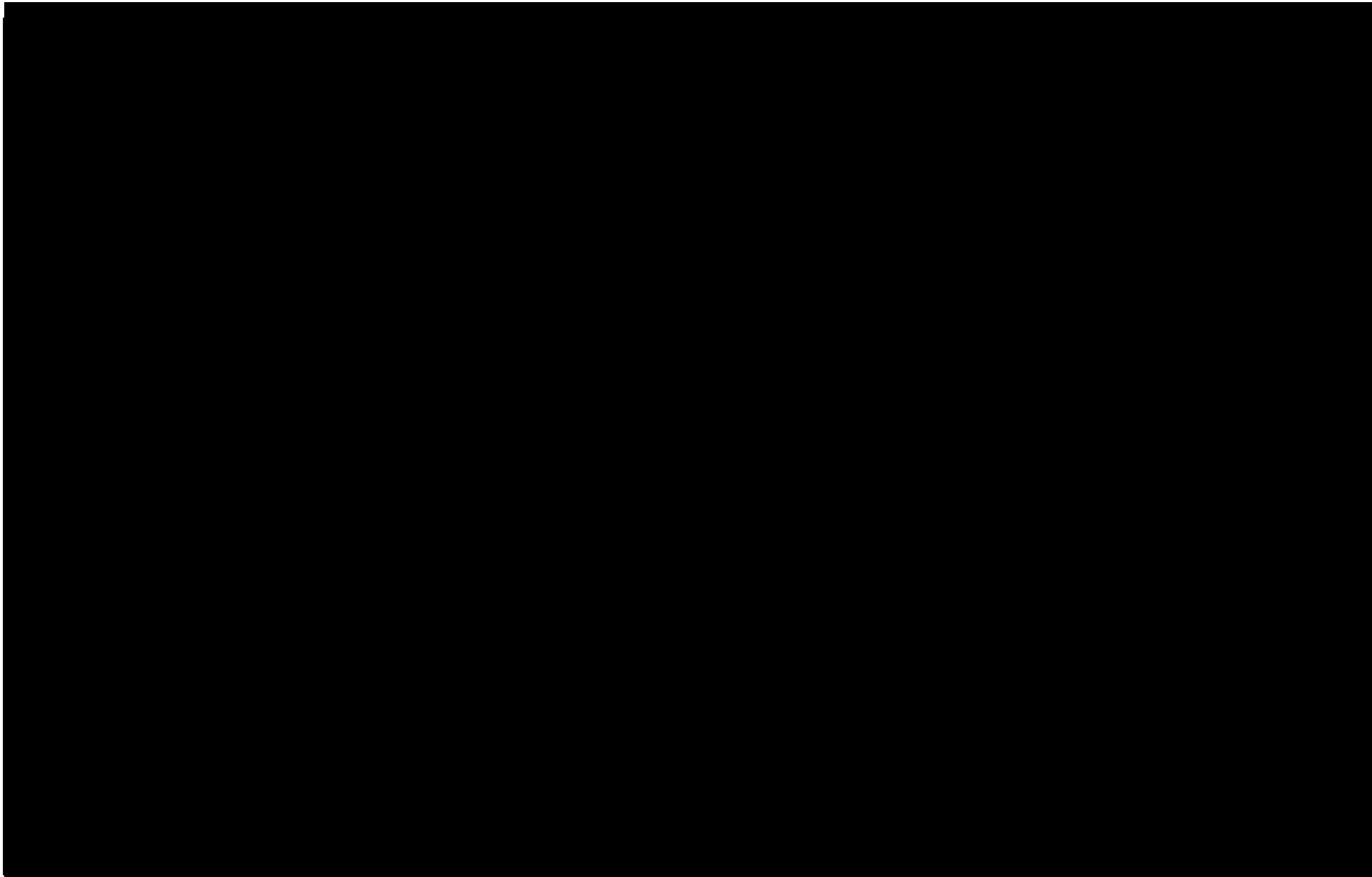
第90図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備の系統概要図



第 91 図 「ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置
図（地上 1 階）

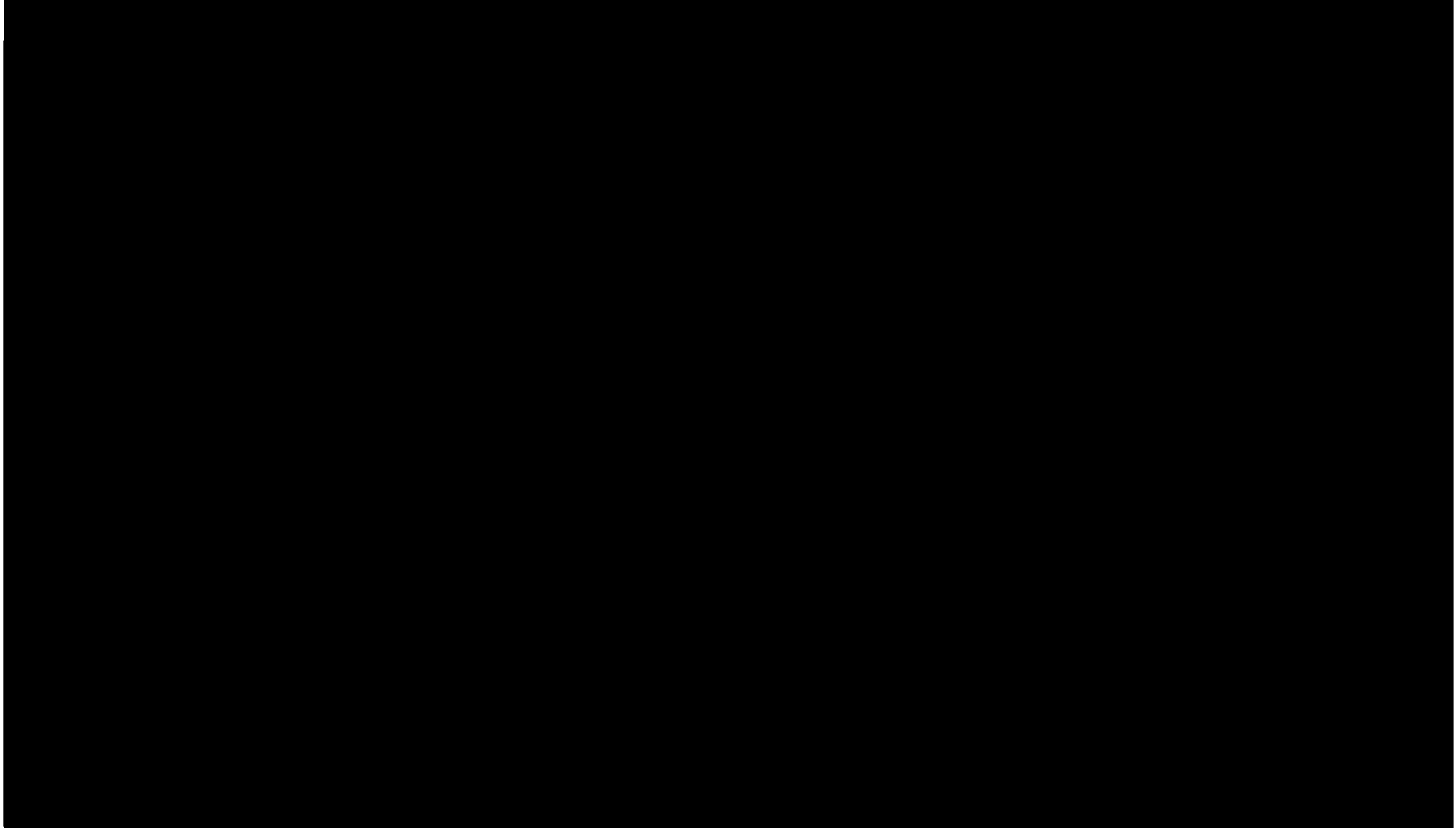
■ については核不拡散の観点から公開できません。

補 8-21-91



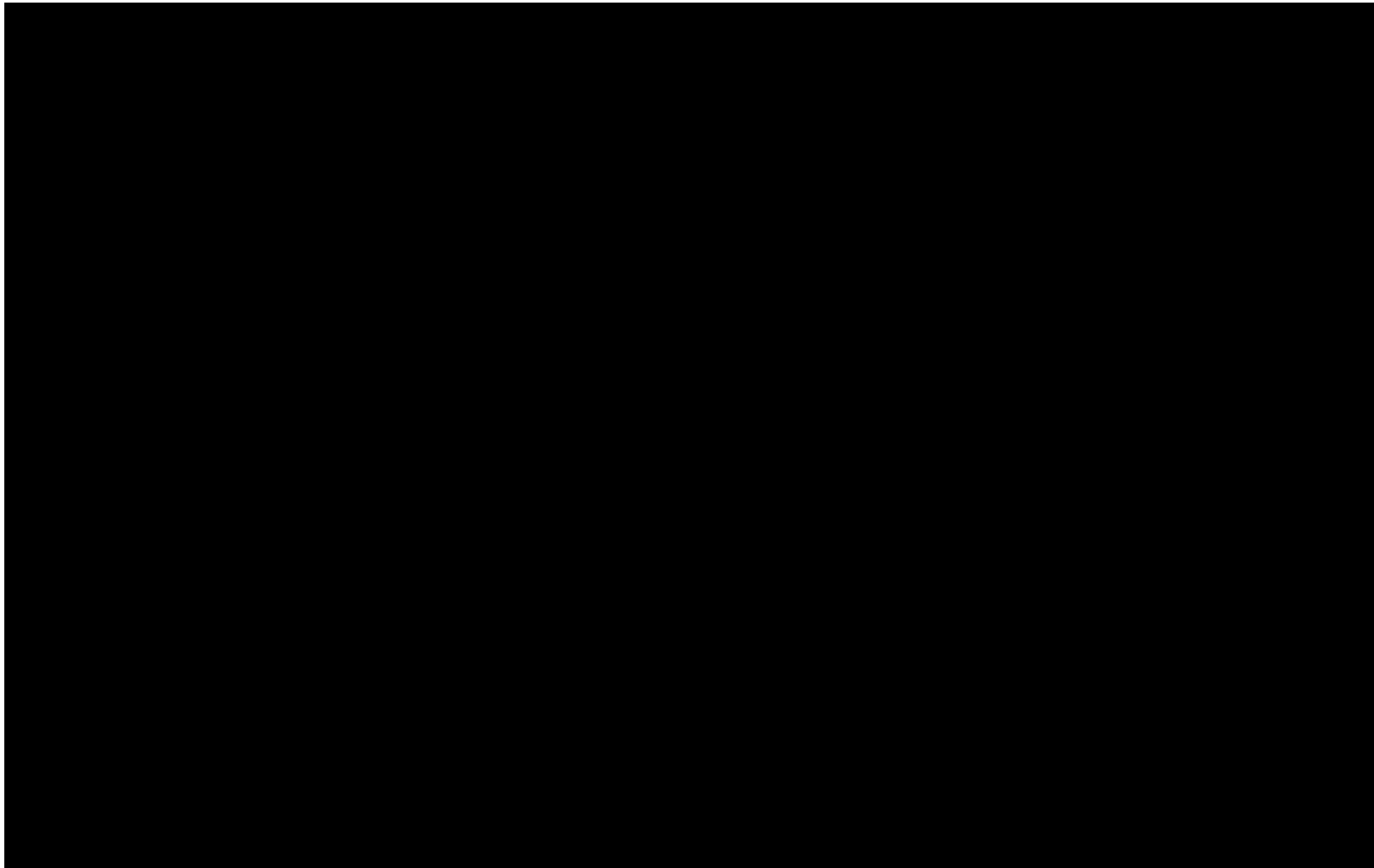
第 92 図 「ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図
(地上 2 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



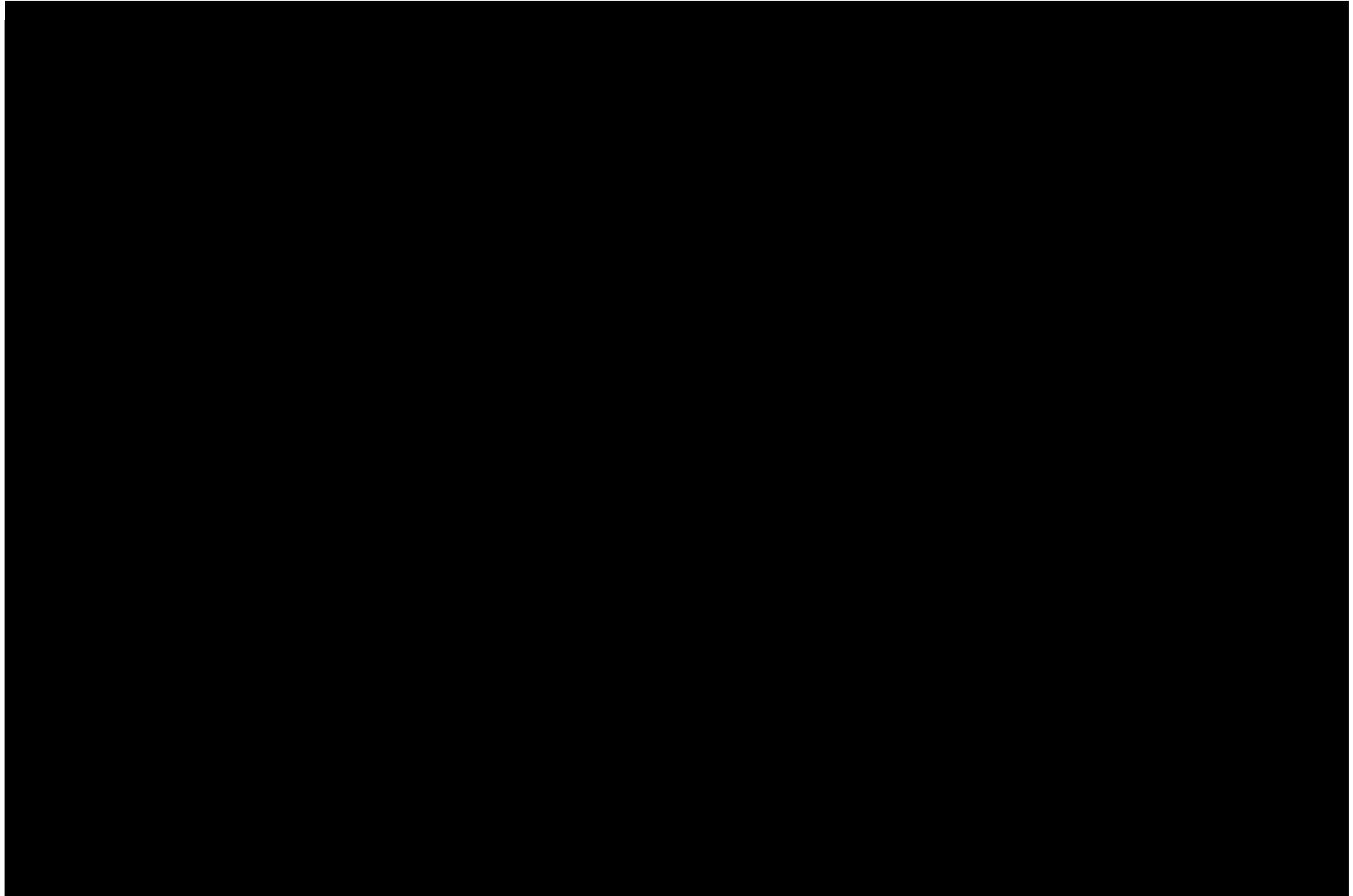
第 93 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
(水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地下 1 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



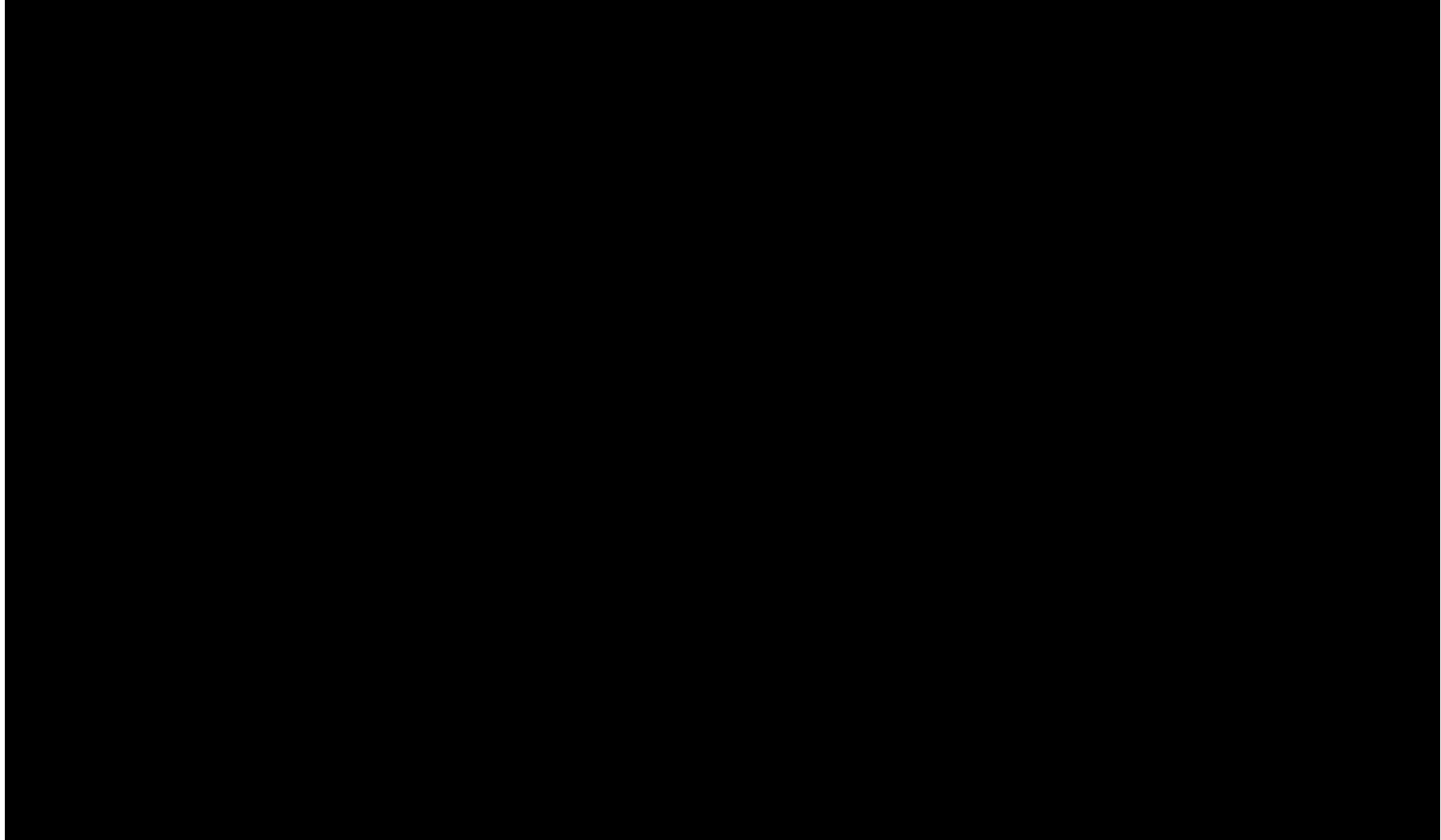
第 94 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
(水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上 1 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



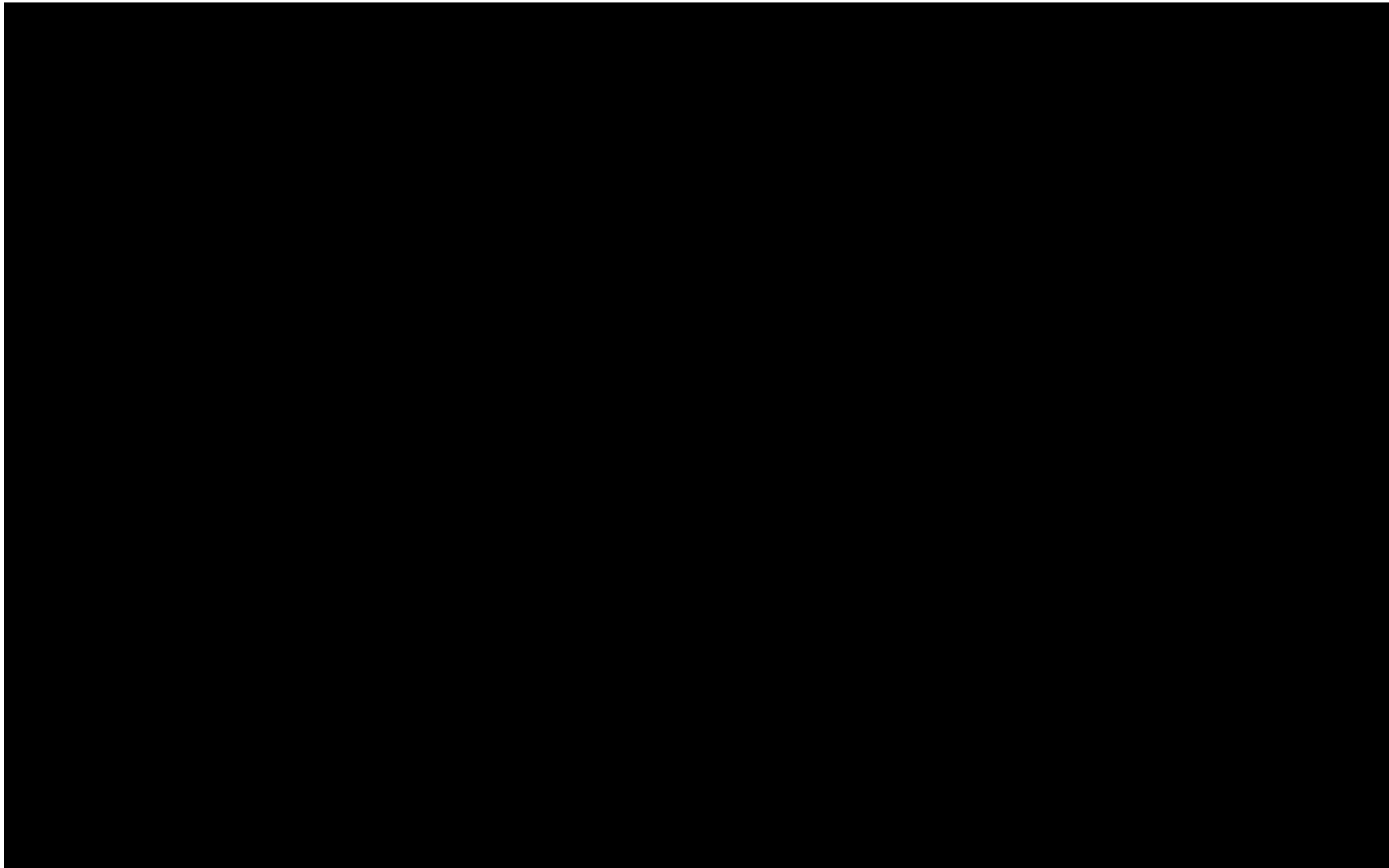
第 95 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート
(水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上 2 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



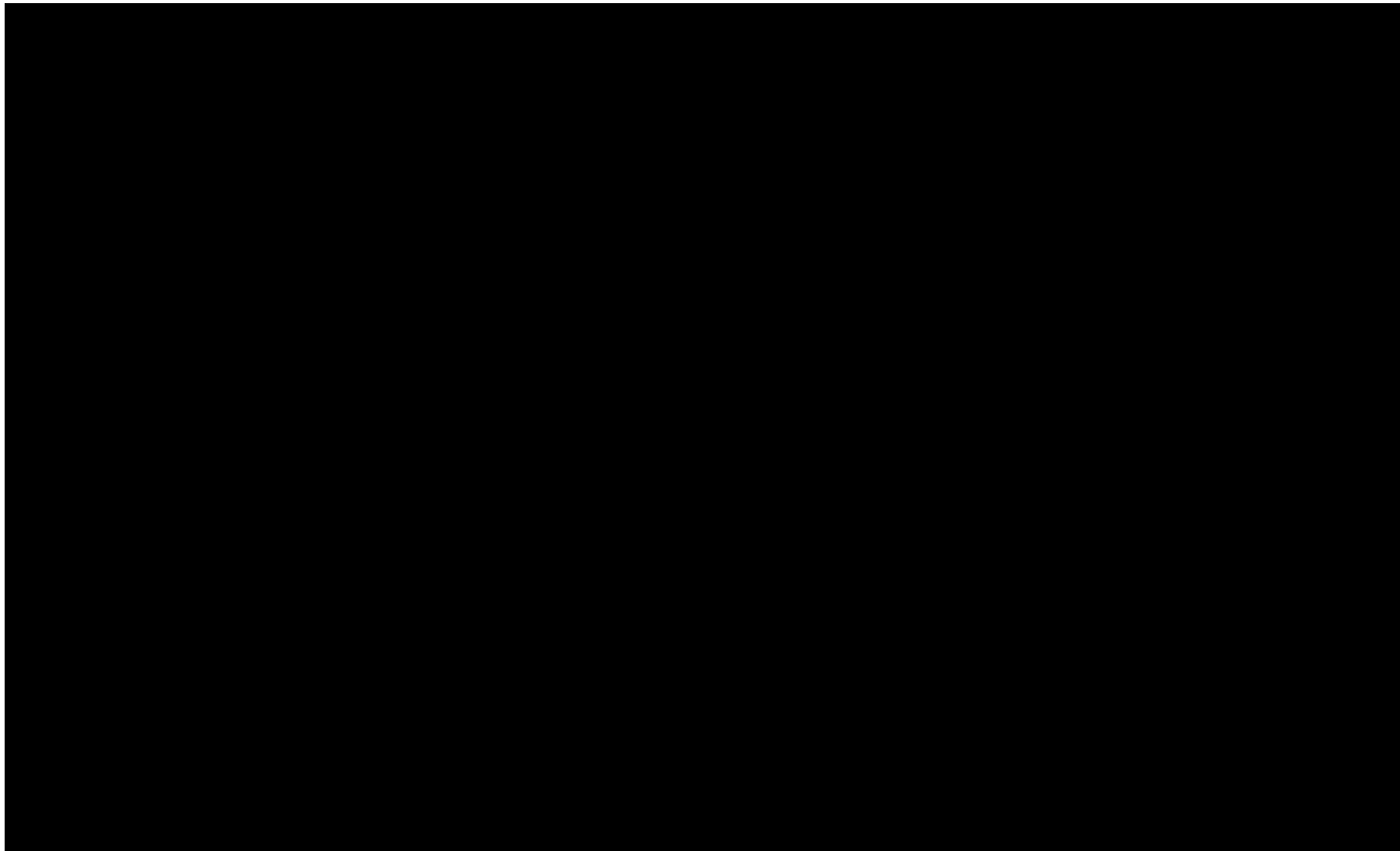
第 96 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



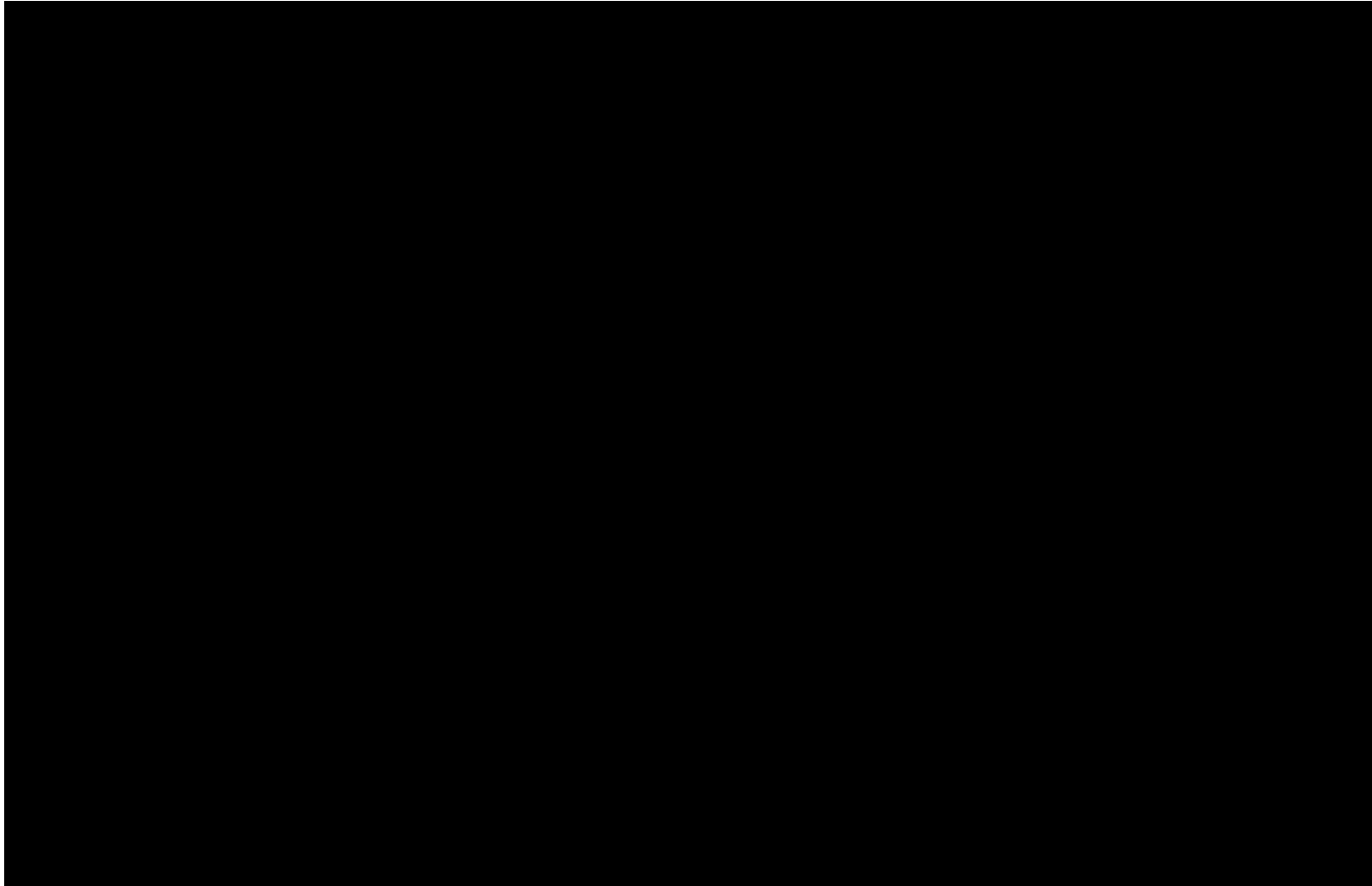
第 97 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 2 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



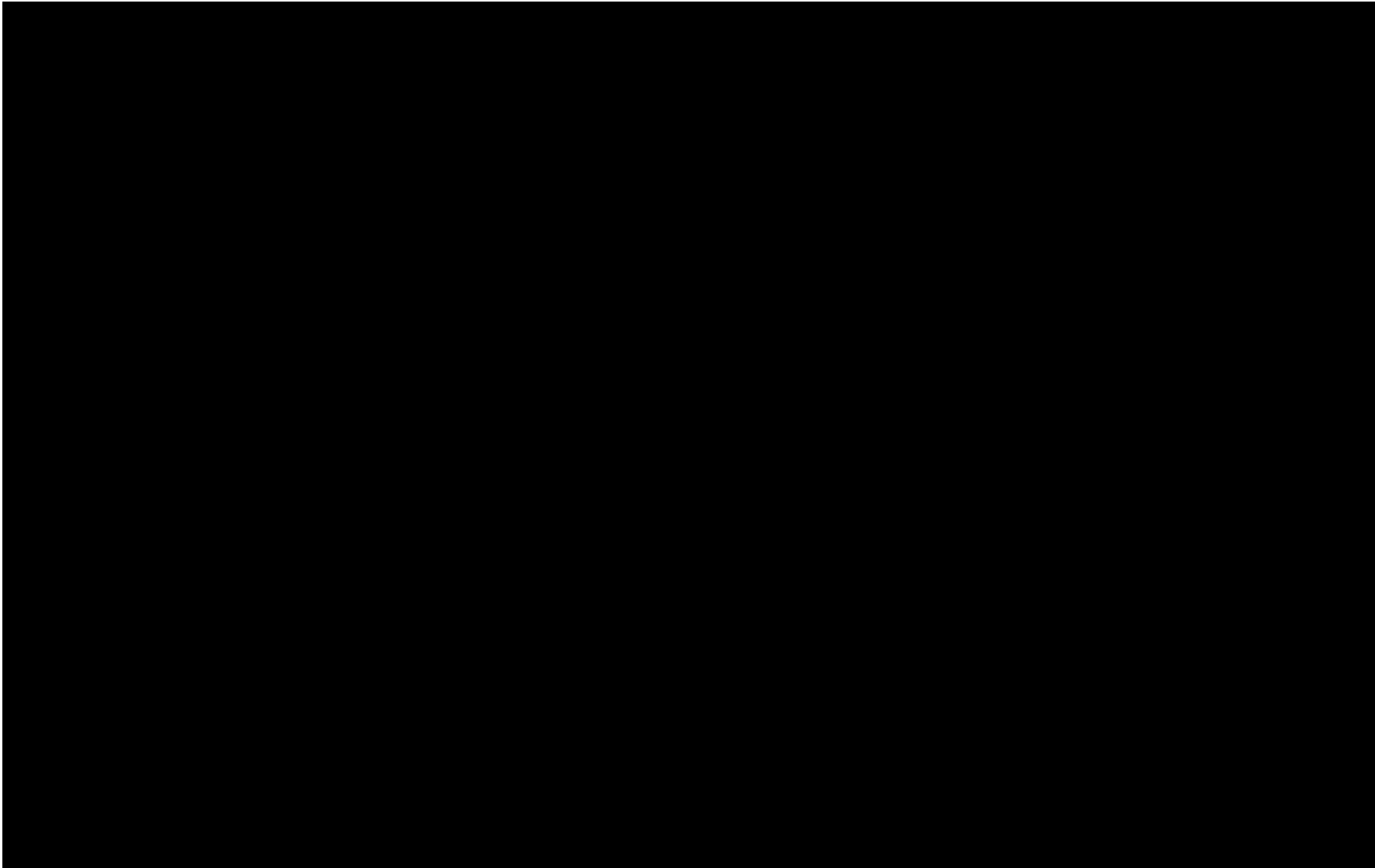
第 98 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(放出低減対策) (地下 2 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



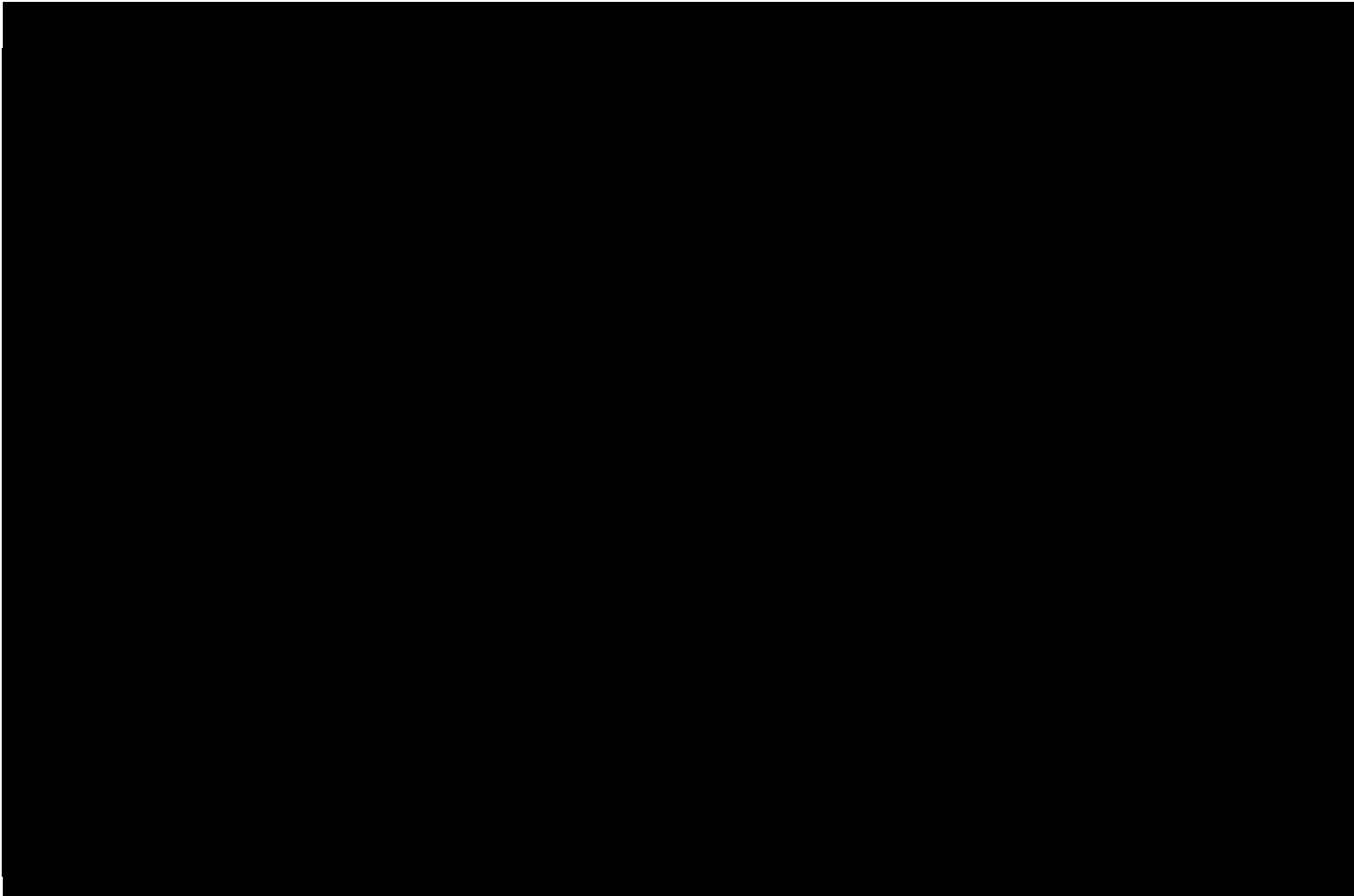
第 99 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(放出低減対策) (地下 1 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。



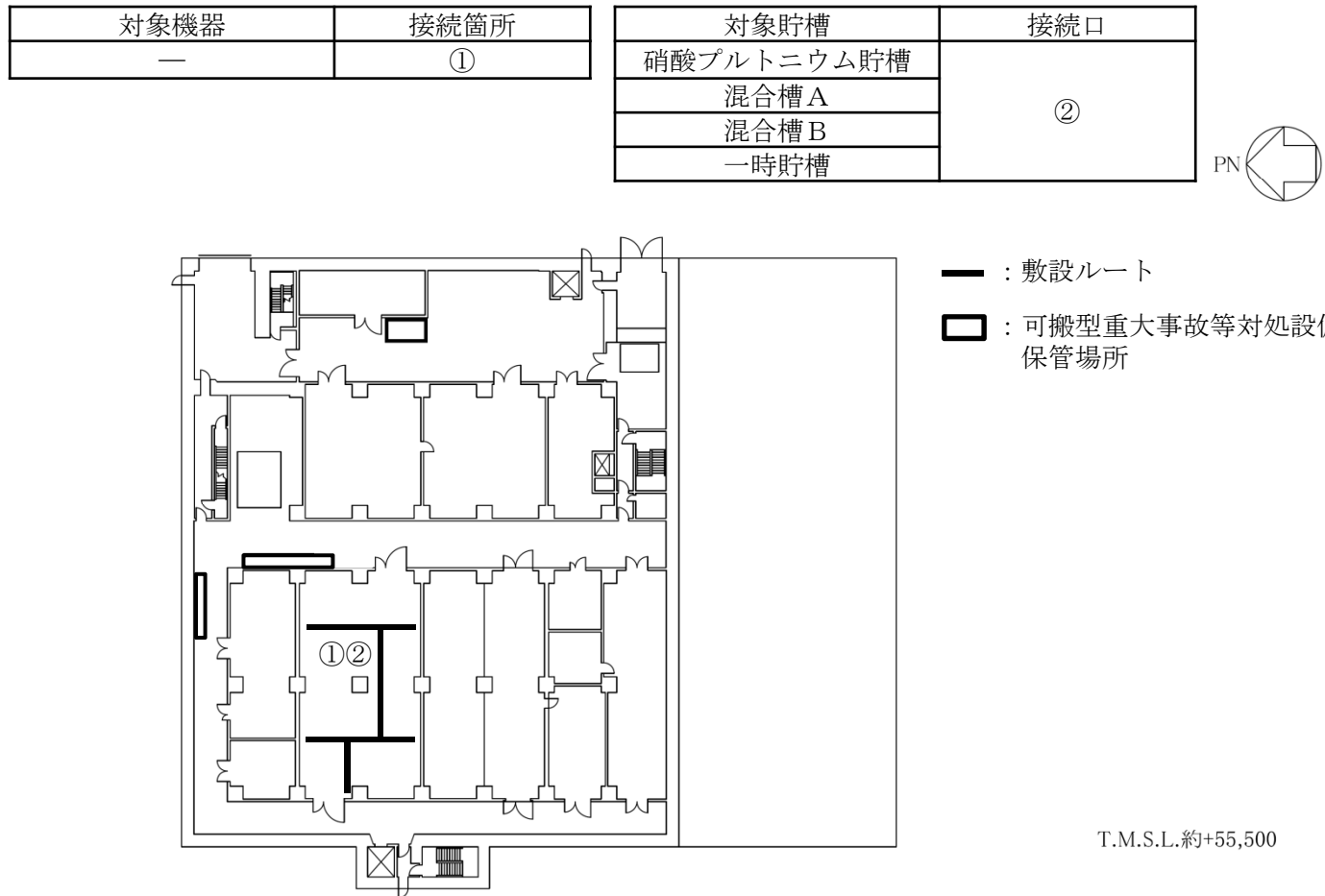
第 100 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(放出低減対策) (地上 1 階)

■ については核不拡散の観点から公開できません。

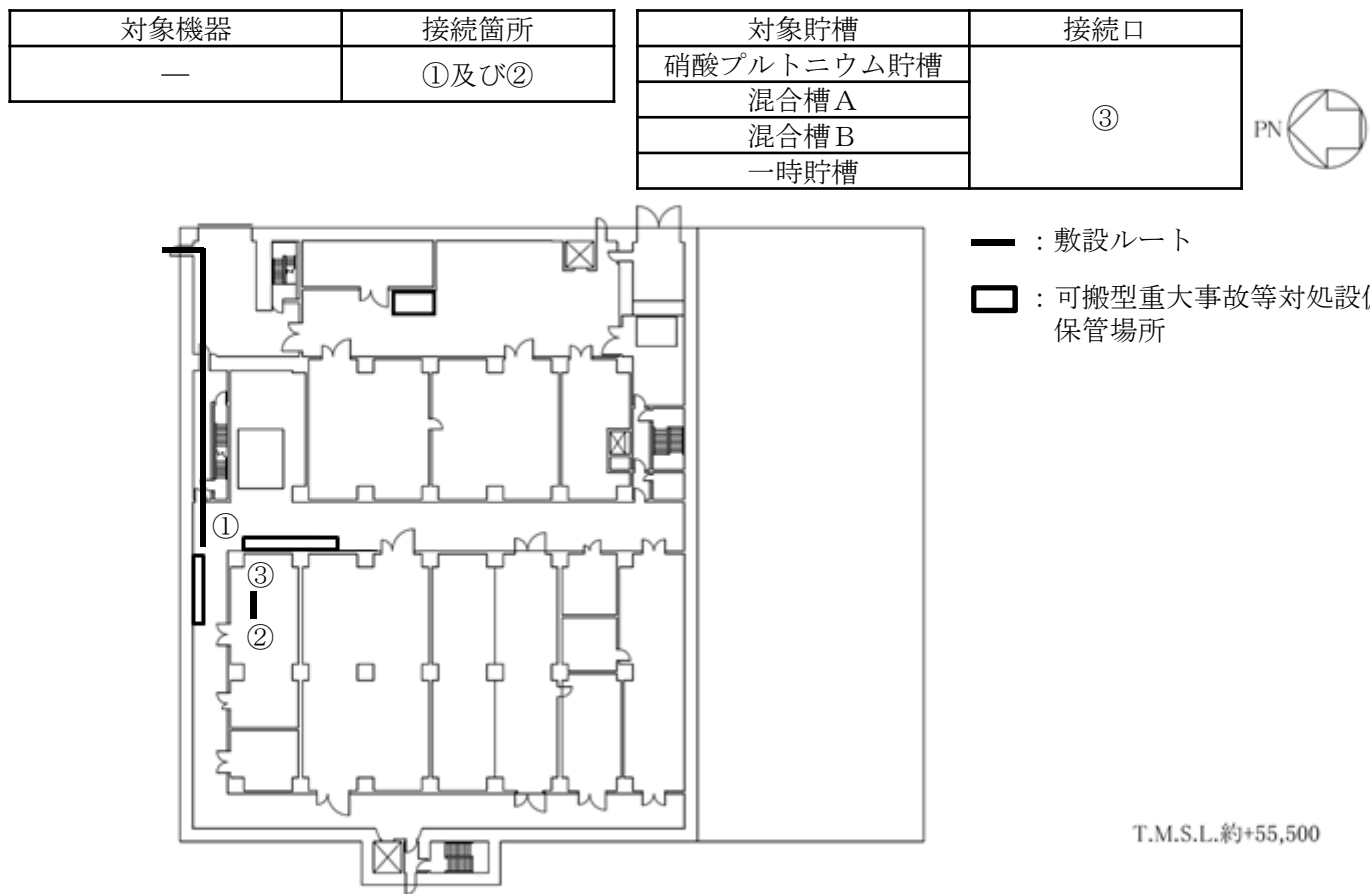


第 101 図「地震発生による全交流電源の喪失に伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート
(放出低減対策) (地上 2 階)

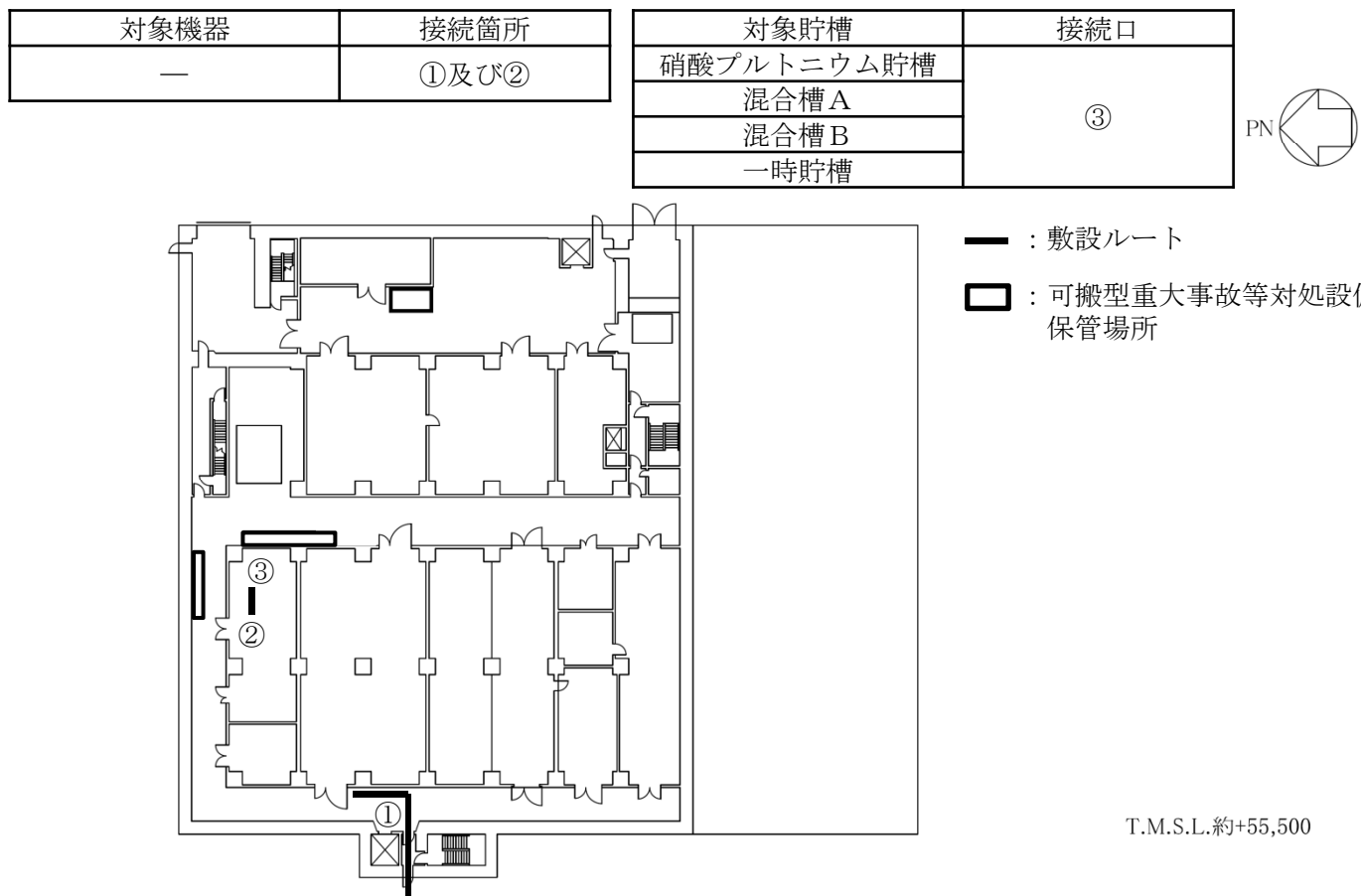
■については核不拡散の観点から公開できません。



第102図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（手動圧縮空気ユニット供給）の建屋内ホース敷設ルート（東ルート及び西ルート）（地上1階）

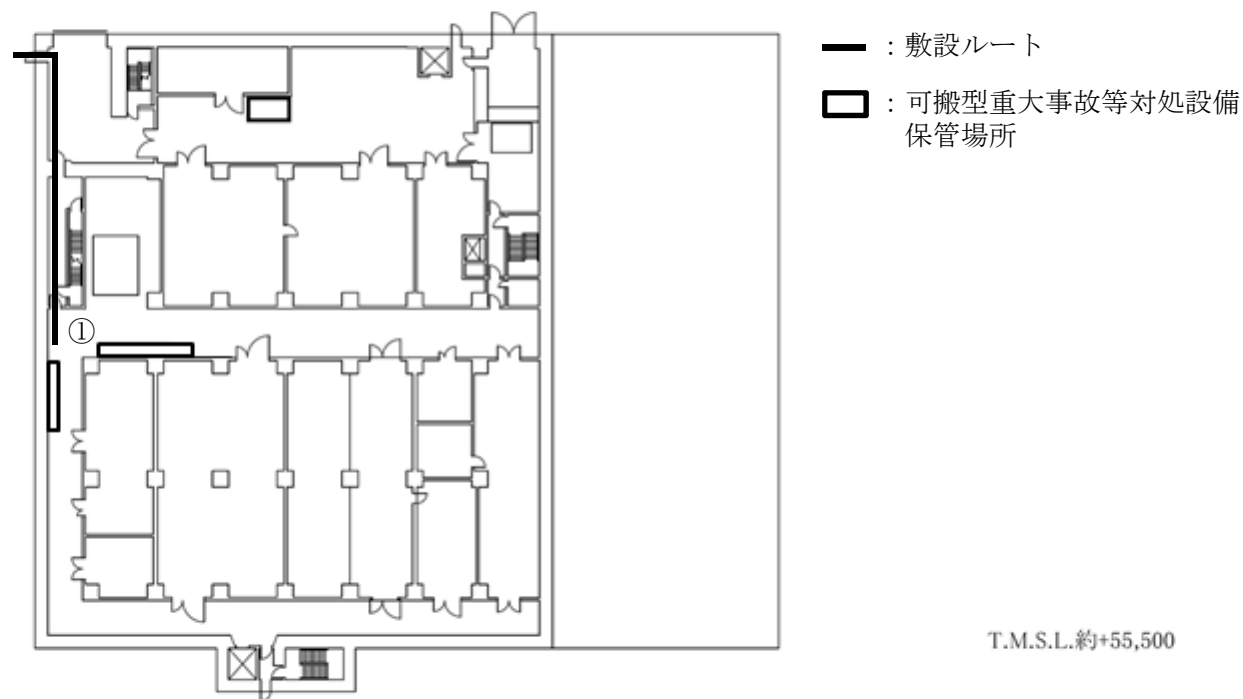


第103図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（東ルート）（地上1階）

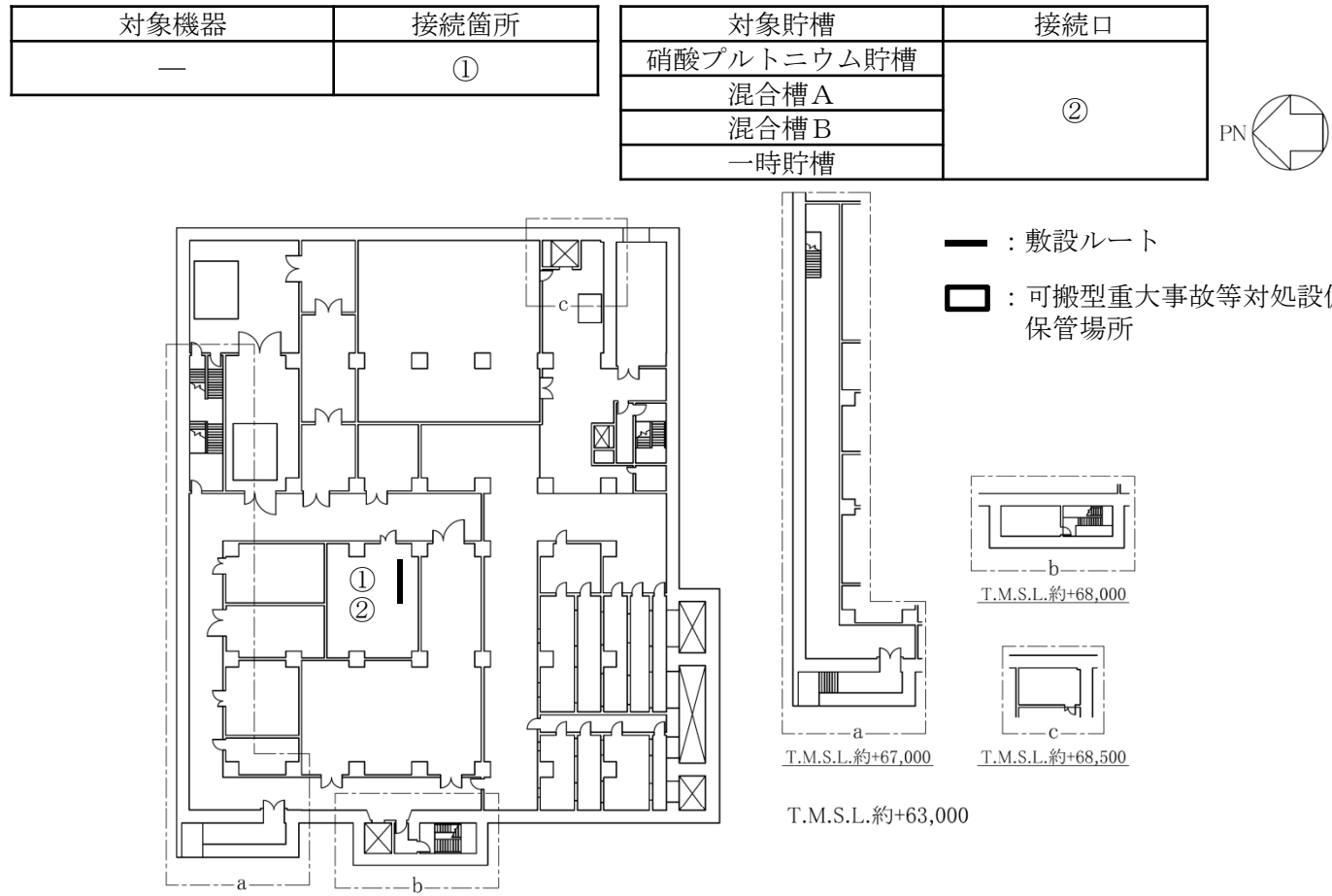


第104図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（西ルート）（地上1階）

対象機器	接続箇所
—	①

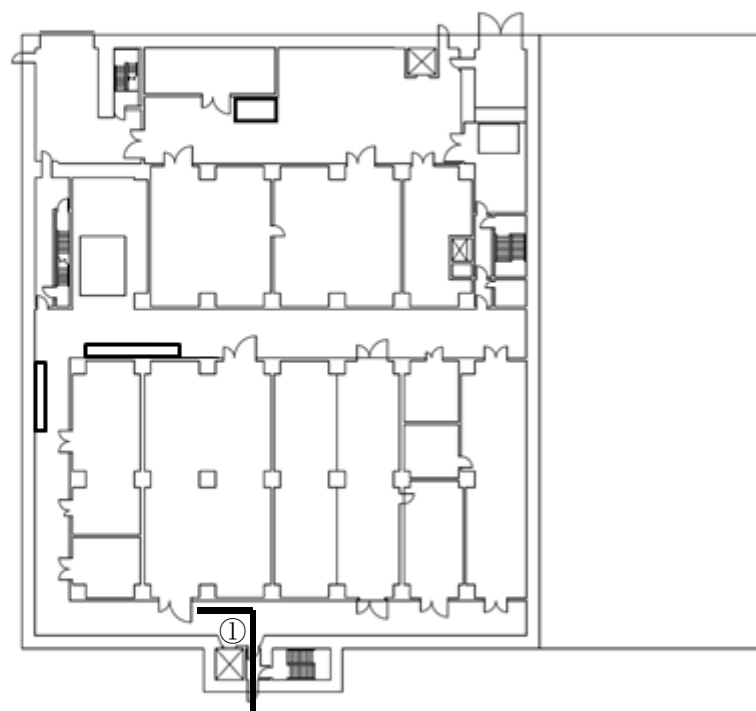


第105図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（東ルート）（地上1階）



第106図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（東ルート）（地上2階）

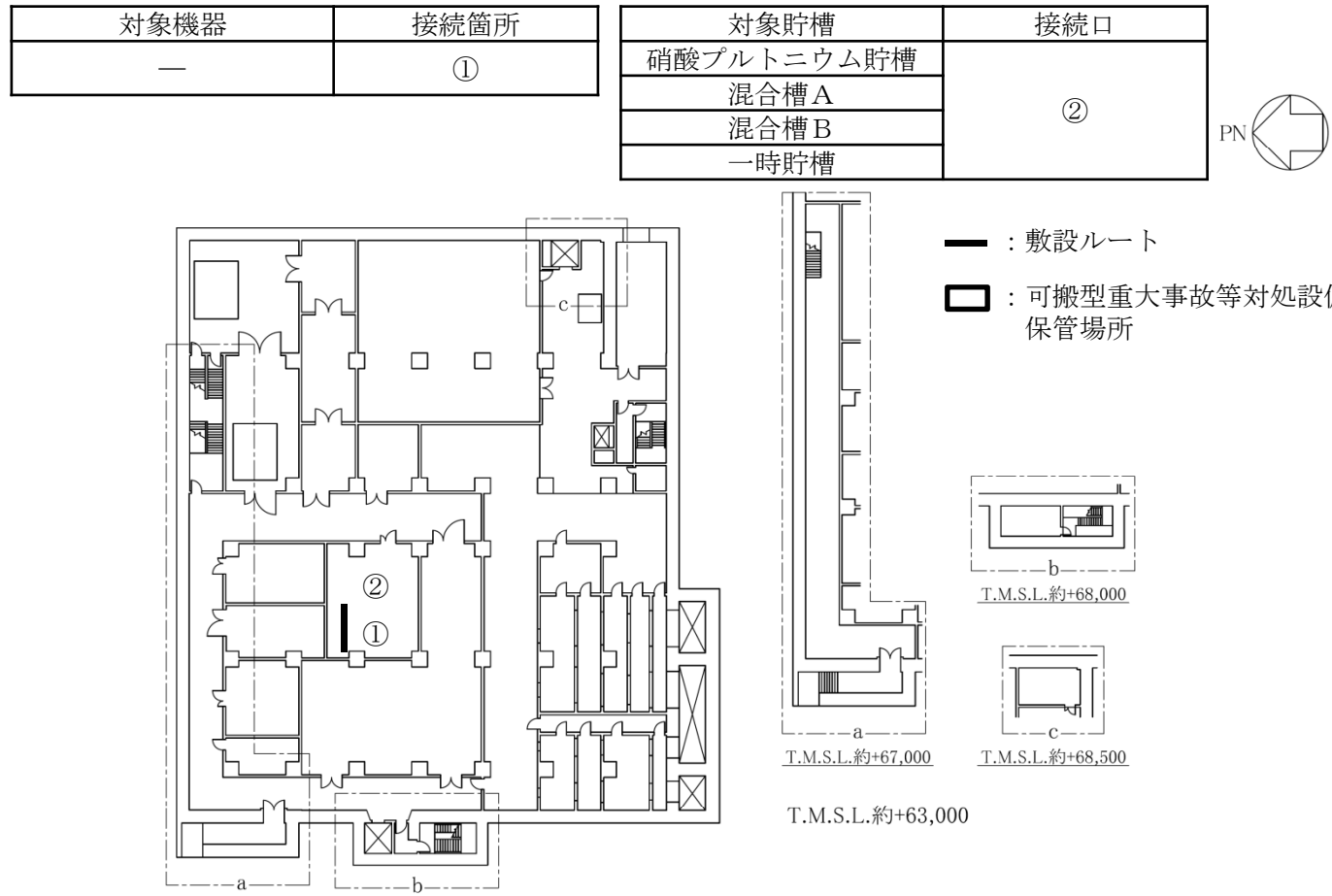
対象機器	接続箇所
—	①



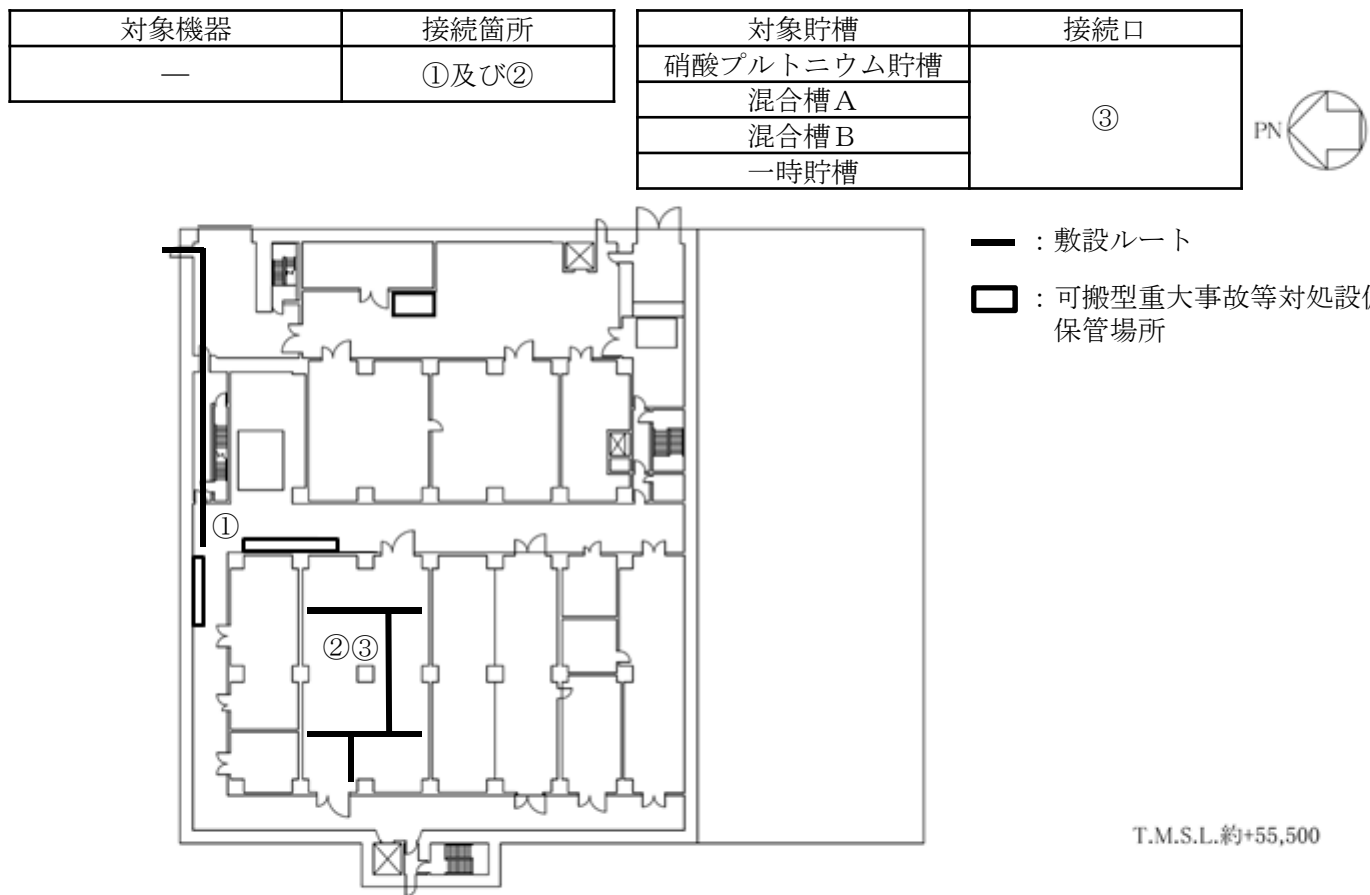
- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

T.M.S.L.約+55,500

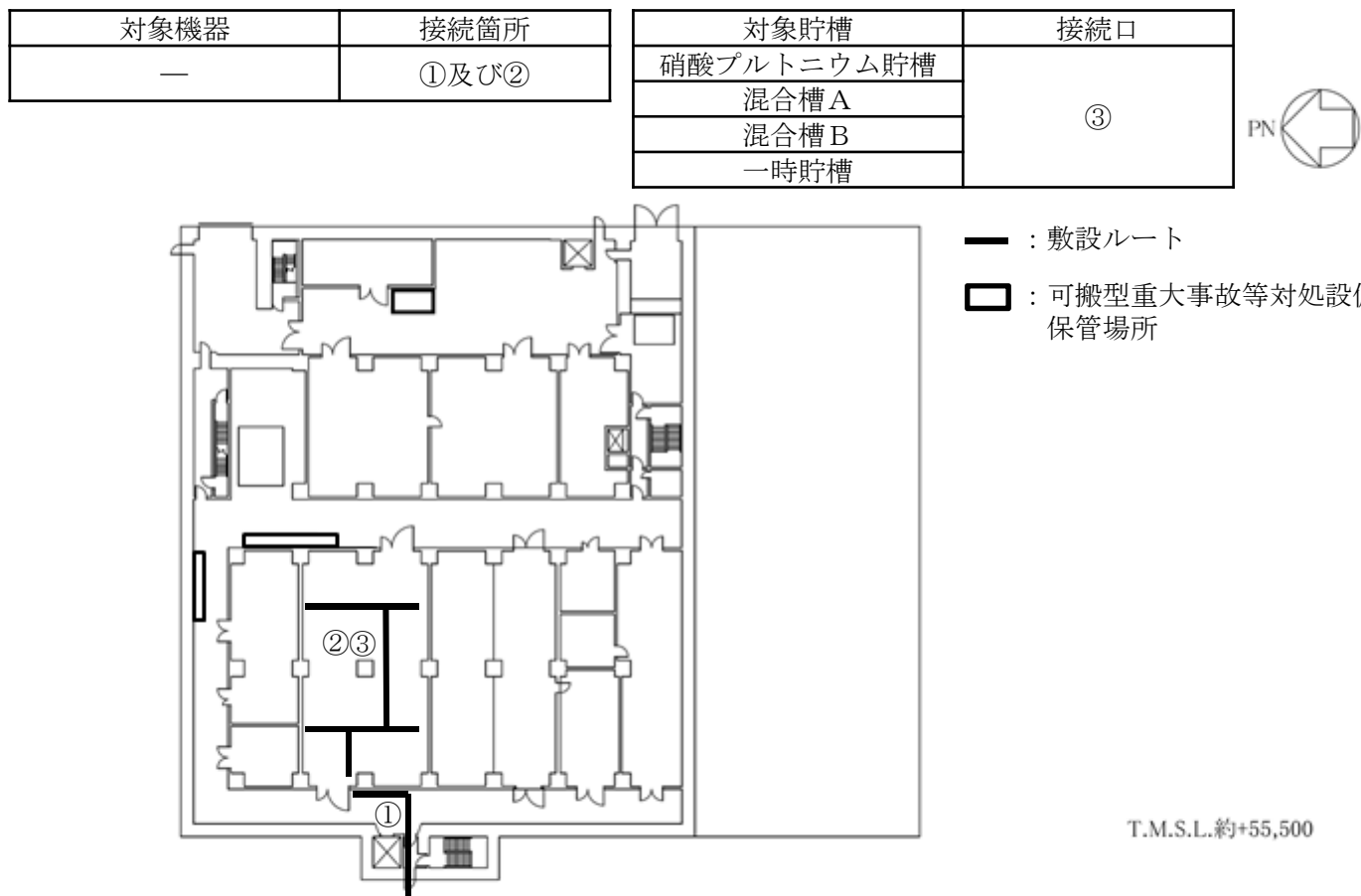
第107図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（西ルート）（地上1階）



第108図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（西ルート）（地上2階）

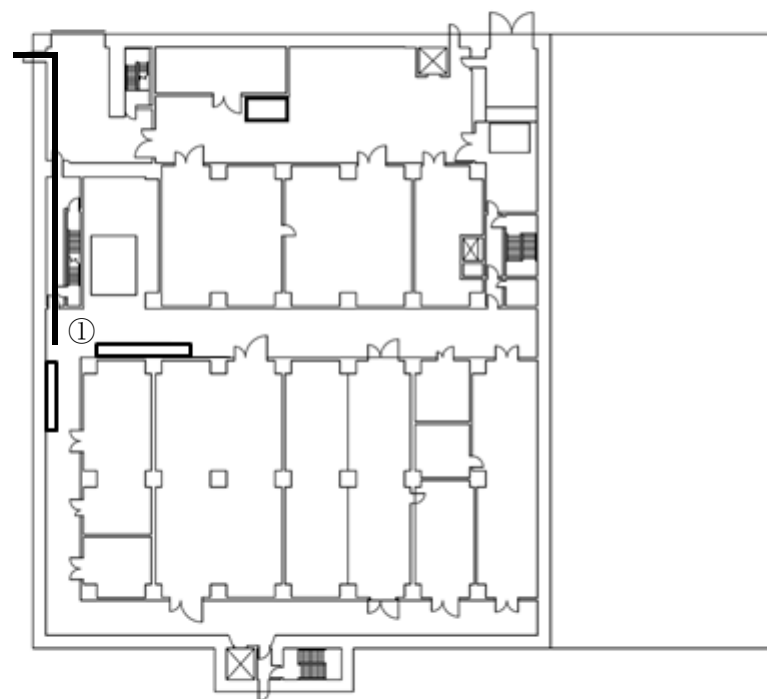


第109図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（東ルート）（地上1階）



第110図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（西ルート）（地上1階）

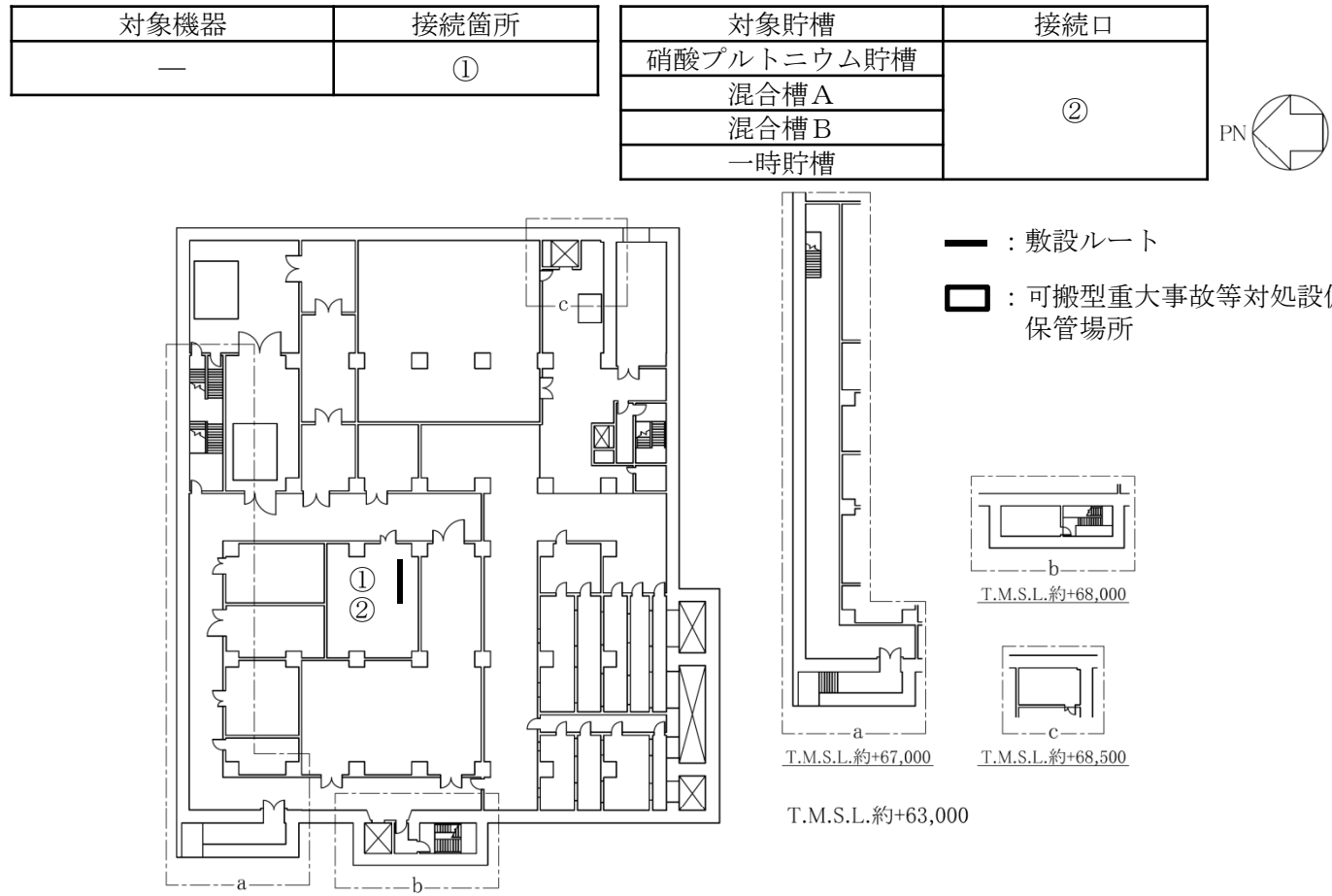
対象機器	接続箇所
—	①



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

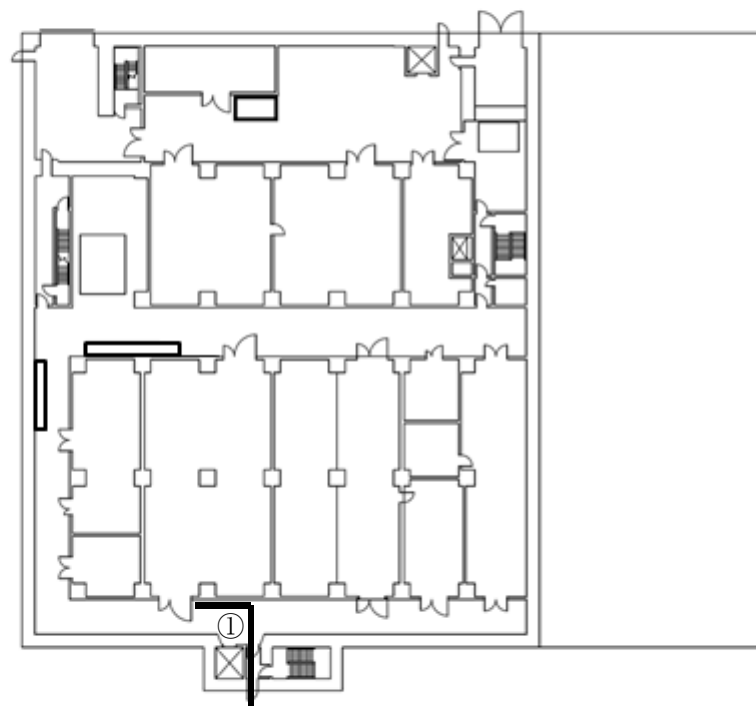
T.M.S.L.約+55,500

第111図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（東ルート）（地上1階）



第112図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」
 の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（東ルート）（地上2階）

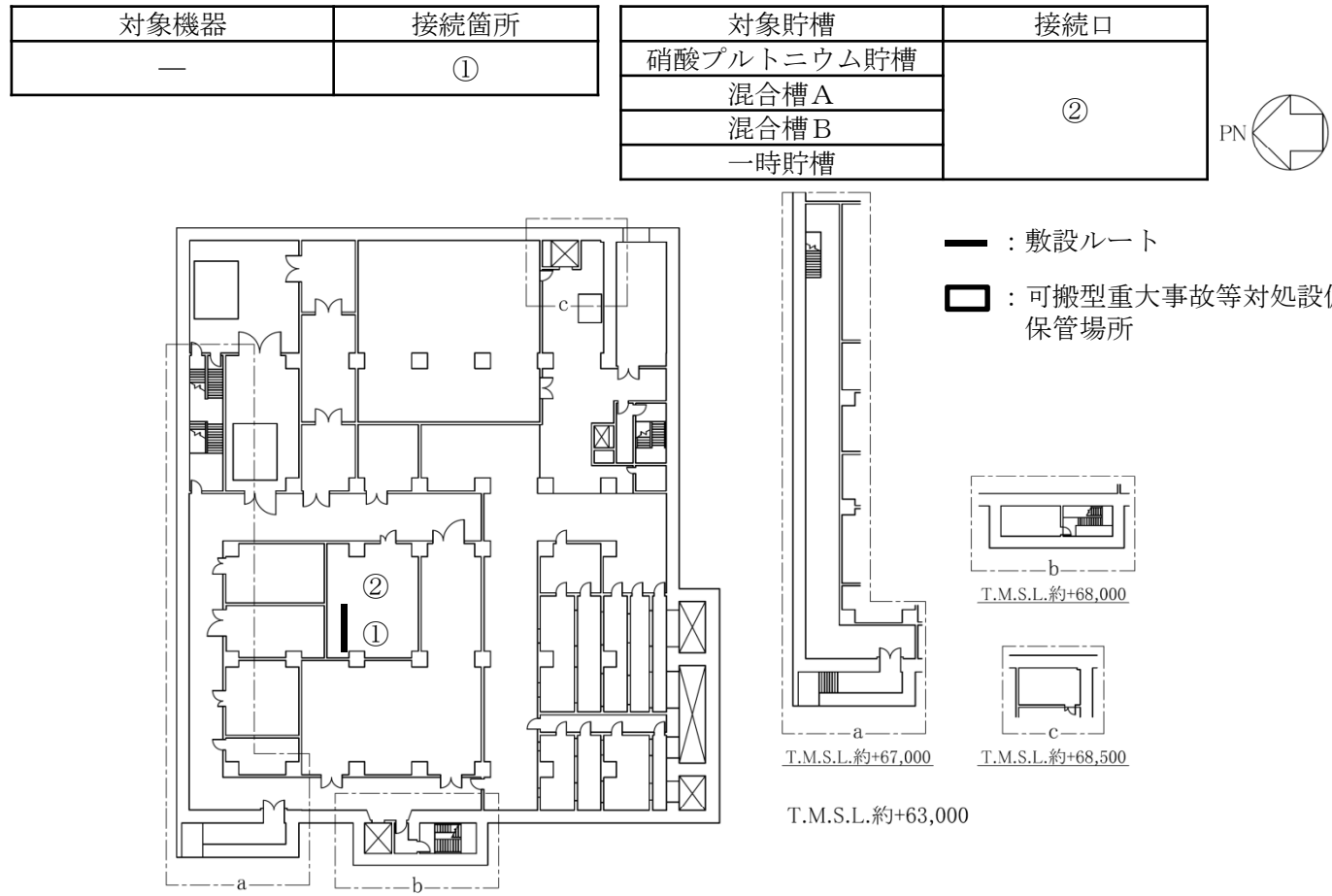
対象機器	接続箇所
—	①



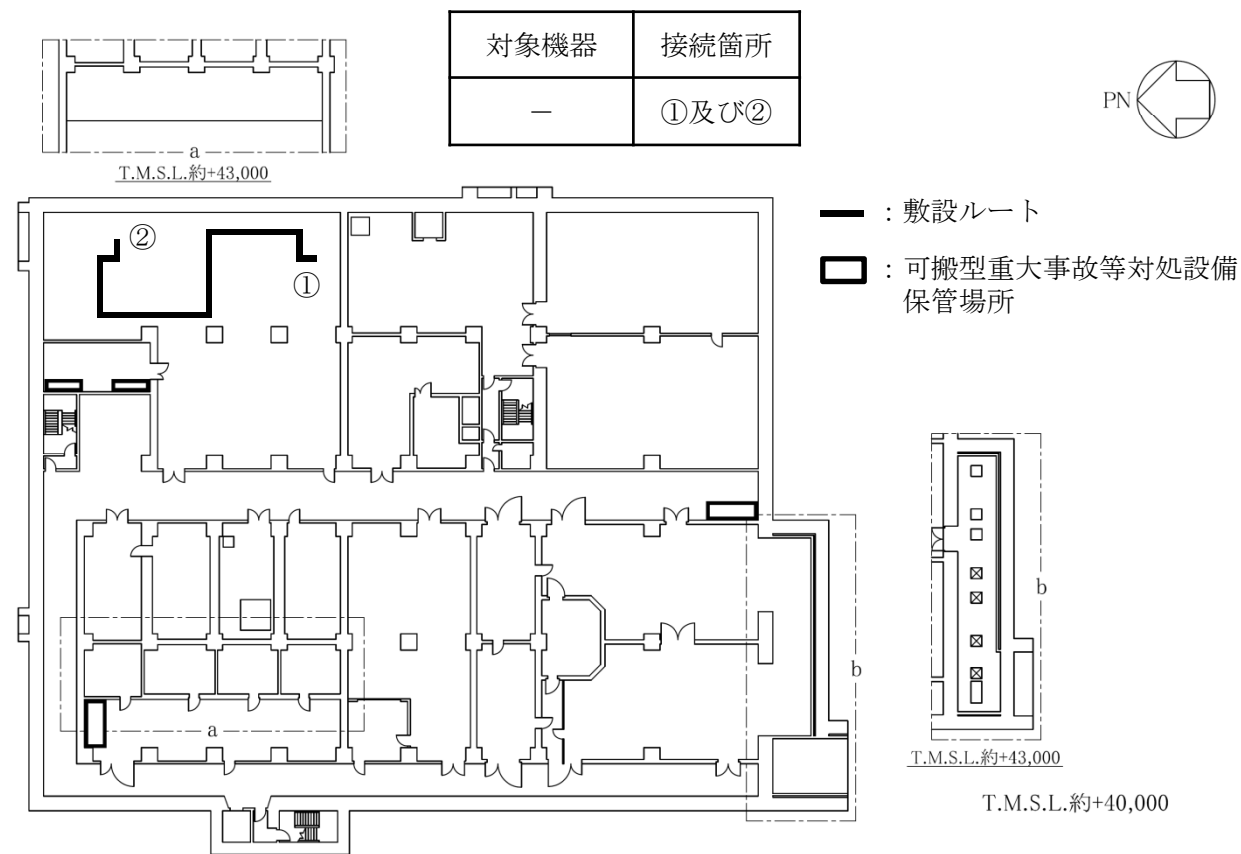
- : 敷設ルート
- ▭ : 可搬型重大事故等対処設備
保管場所

T.M.S.L.約+55,500

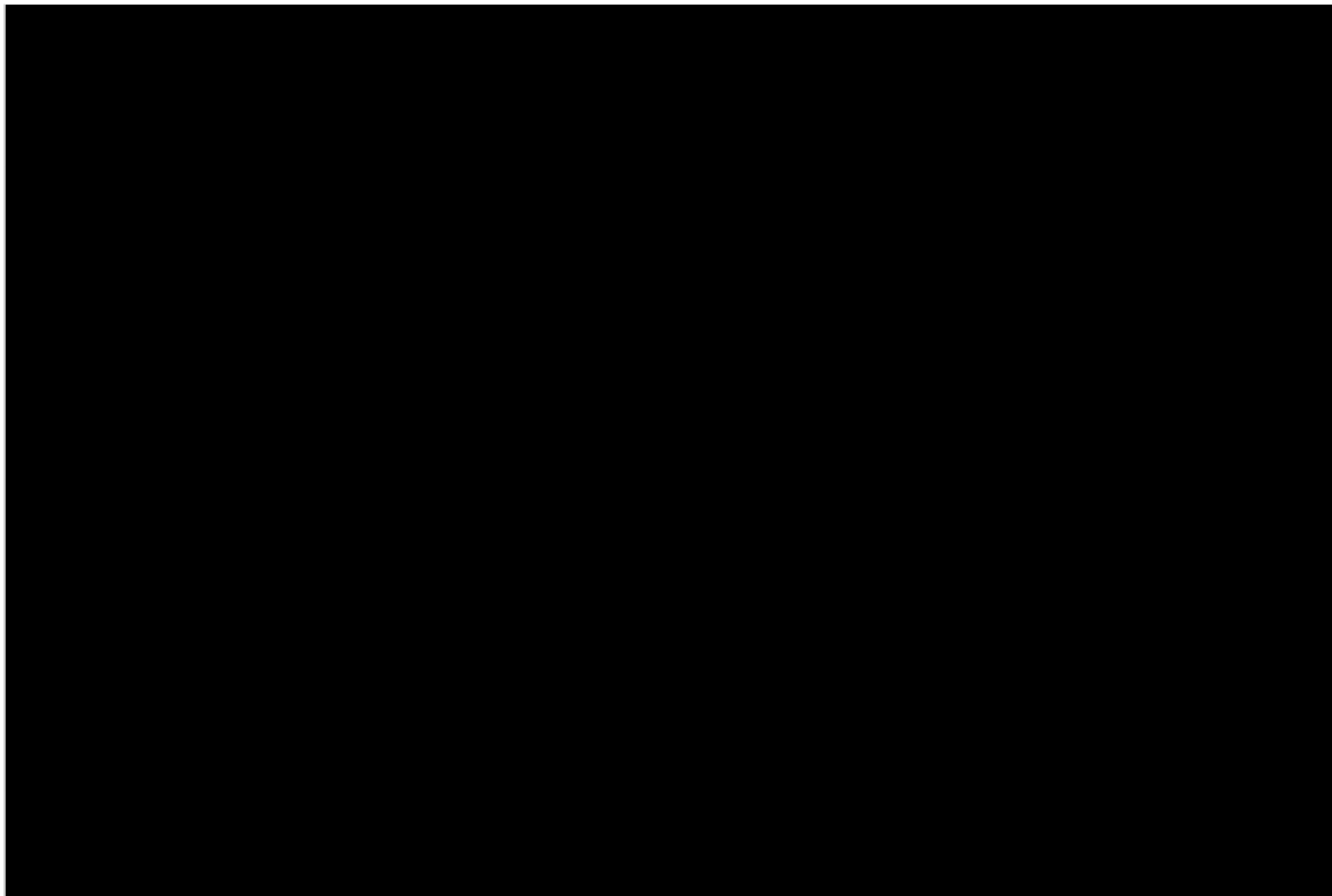
第113図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（西ルート）（地上1階）



第114図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（西ルート）（地上2階）

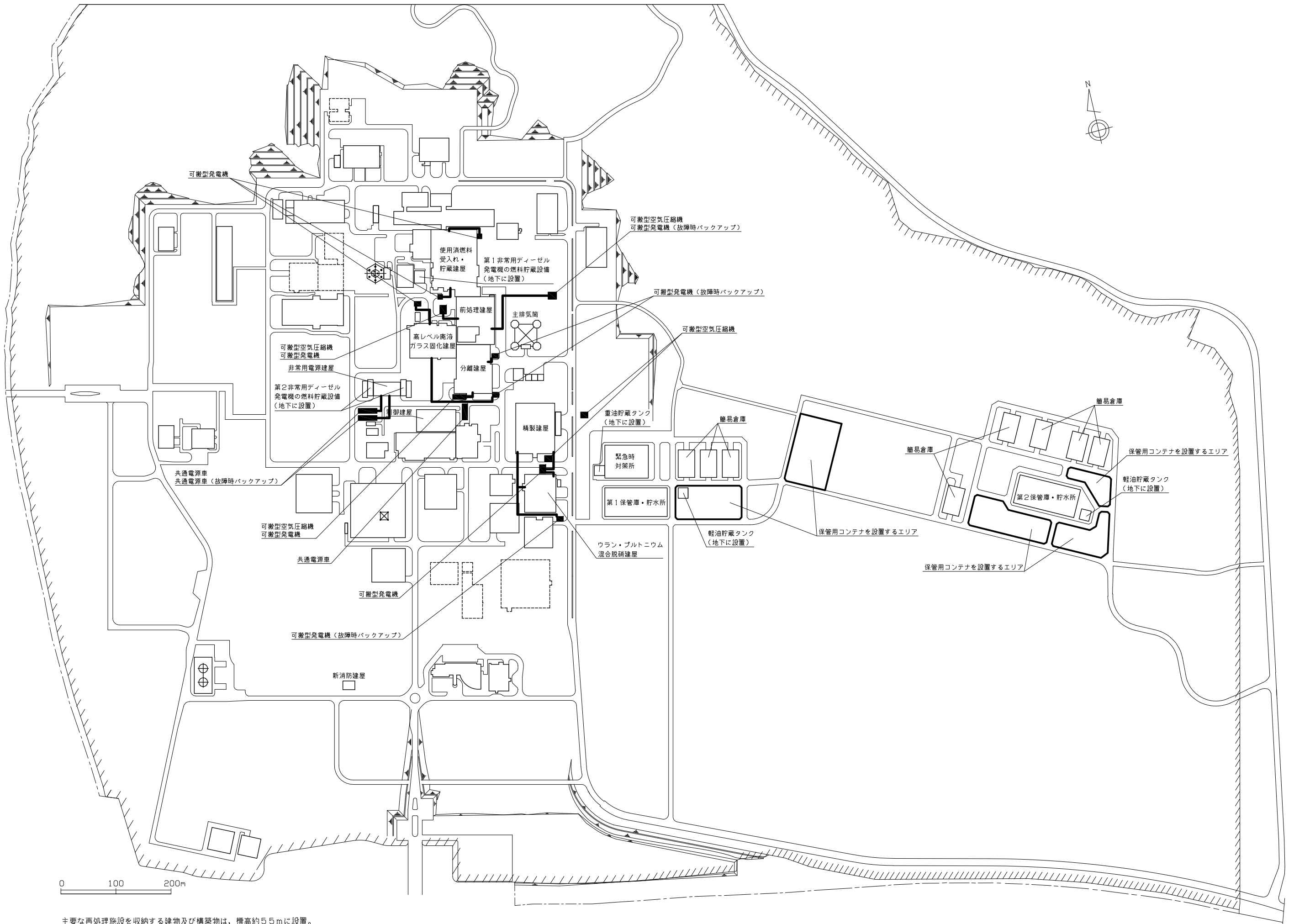


第115図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の異常な水準の放出防止対策の可搬型ダクト敷設ルート（東ルート及び西ルート）（地下2階）



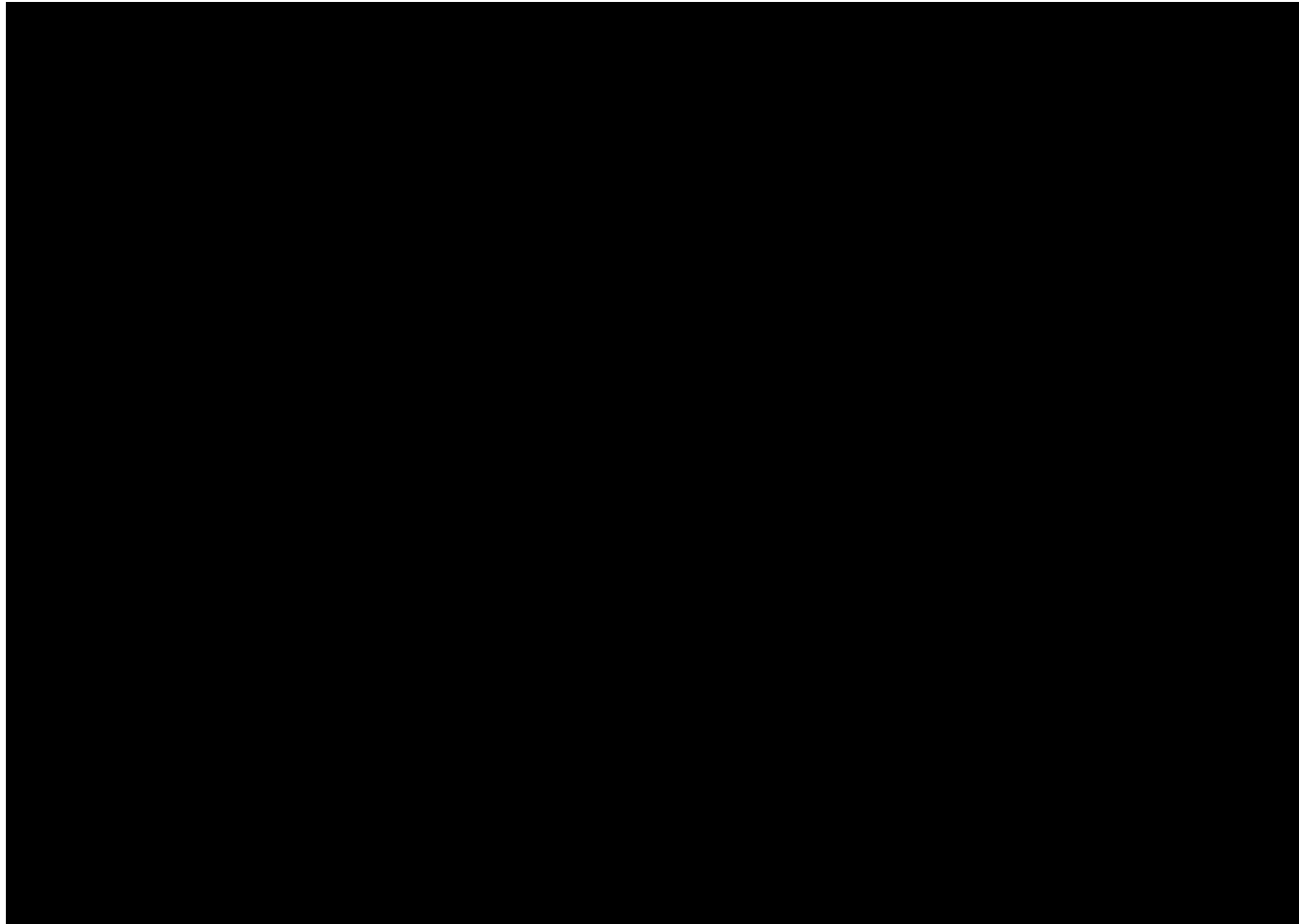
第116図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機からの給電に係るウラン・プルトニウム混合脱硝建屋内可搬型電源ケーブル敷設ルート（第1接続口及び第2接続口）（地上1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



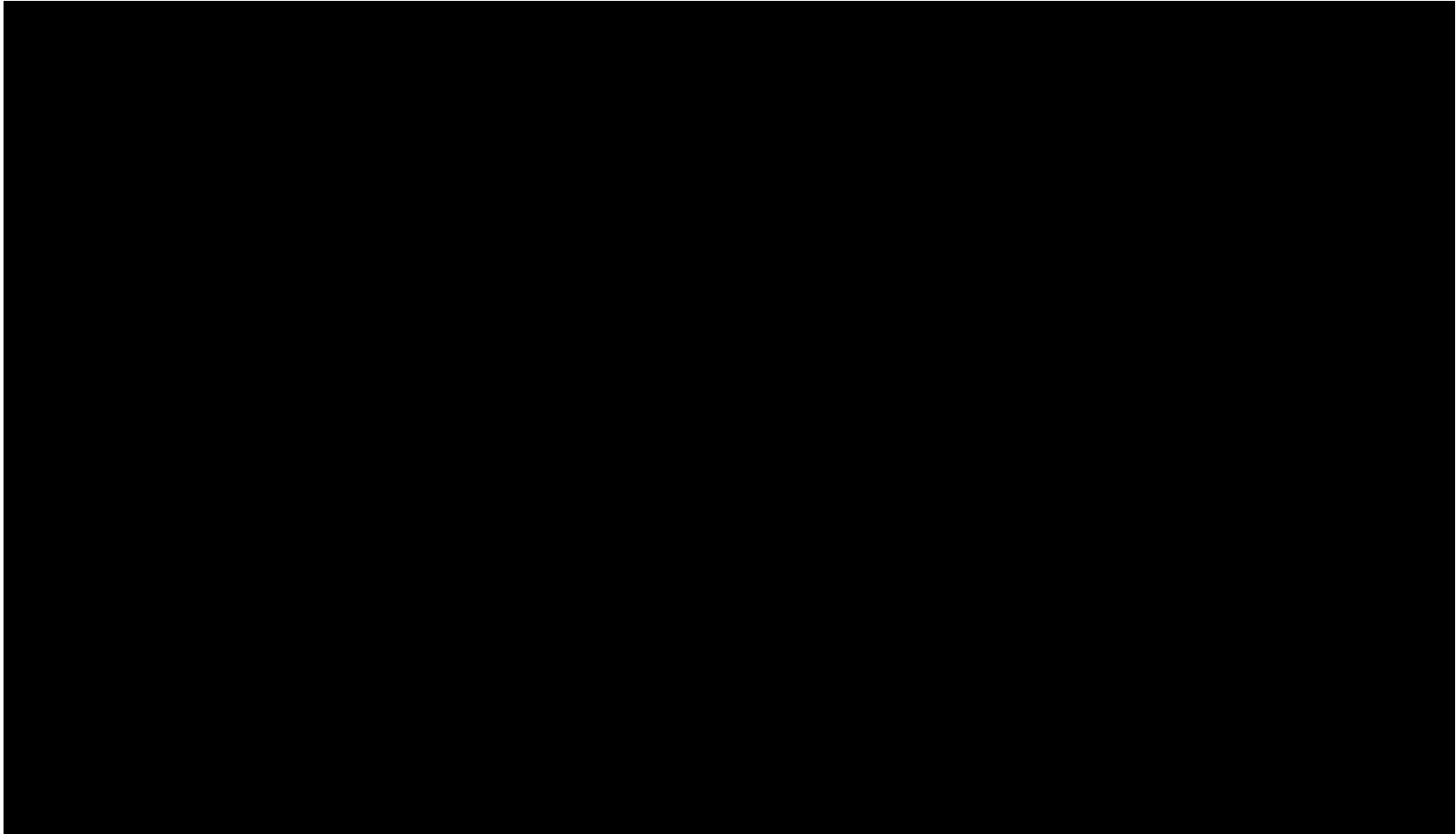
主要な再処理施設を収納する建物及び構築物は、標高約5.5mに設置。

第117図 可搬型電源ケーブル敷設ルート 屋外（第1接続口及び第2接続口）
補8-21-117



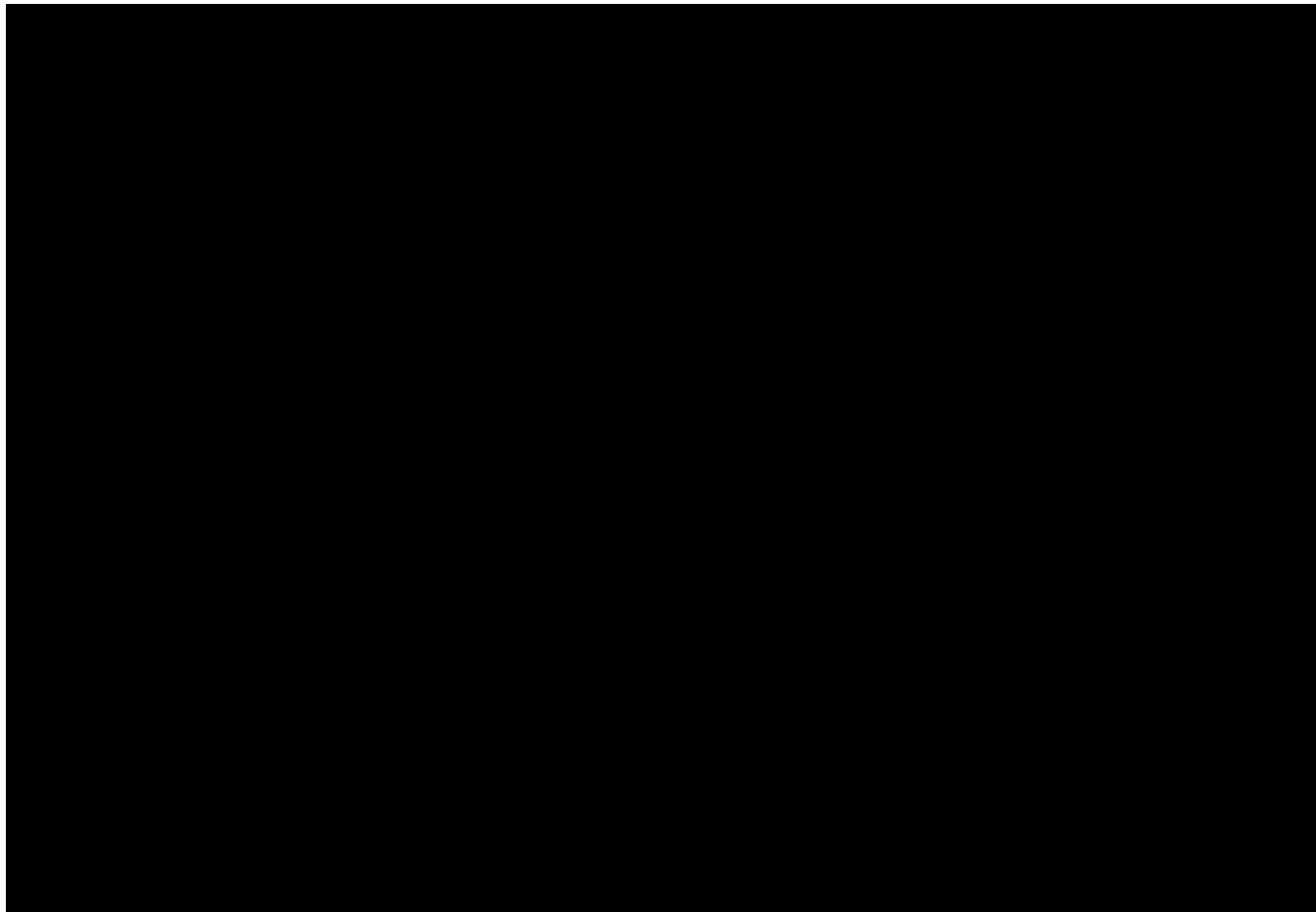
第118図 溢水ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



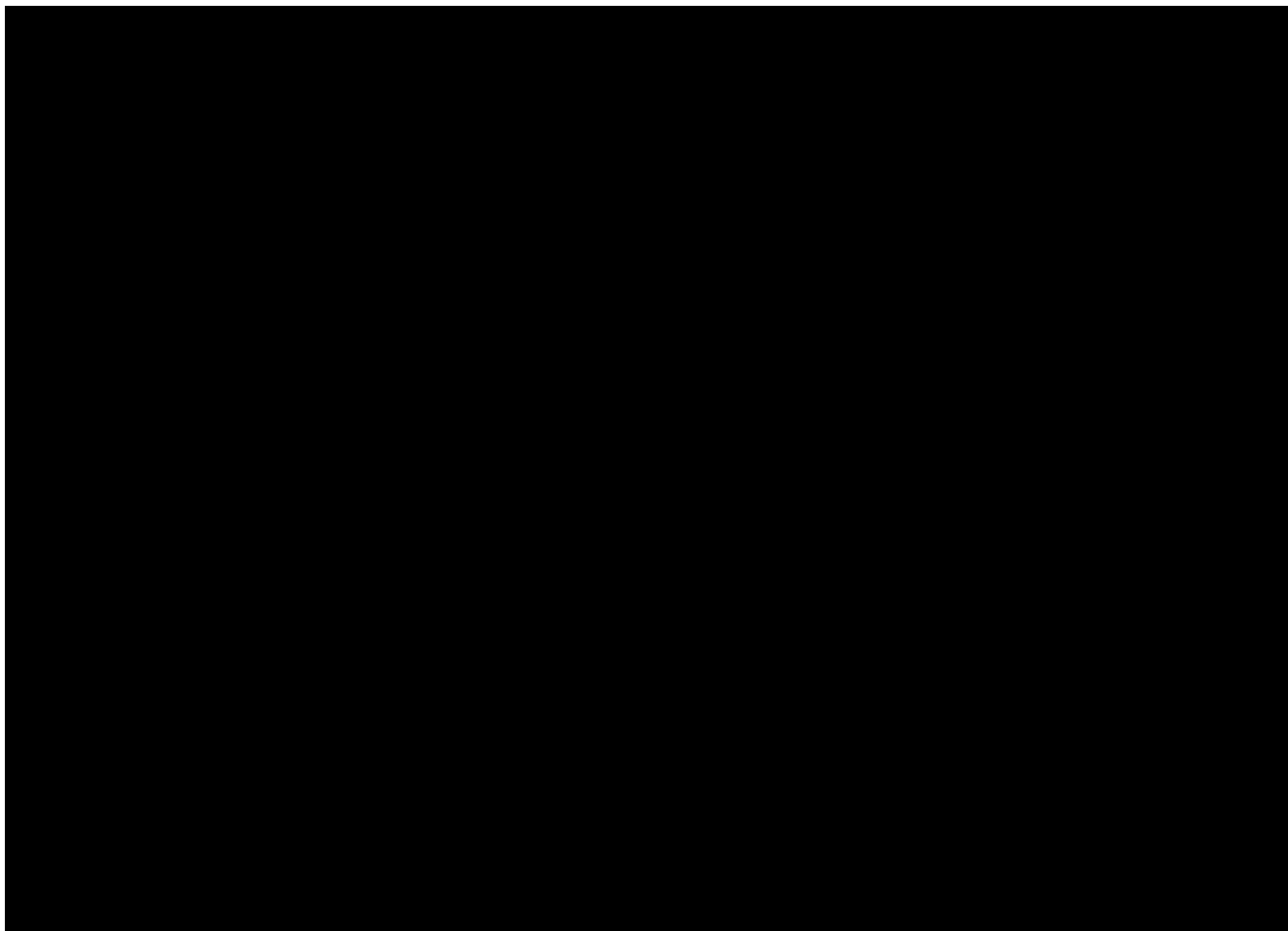
第119図 溢水ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



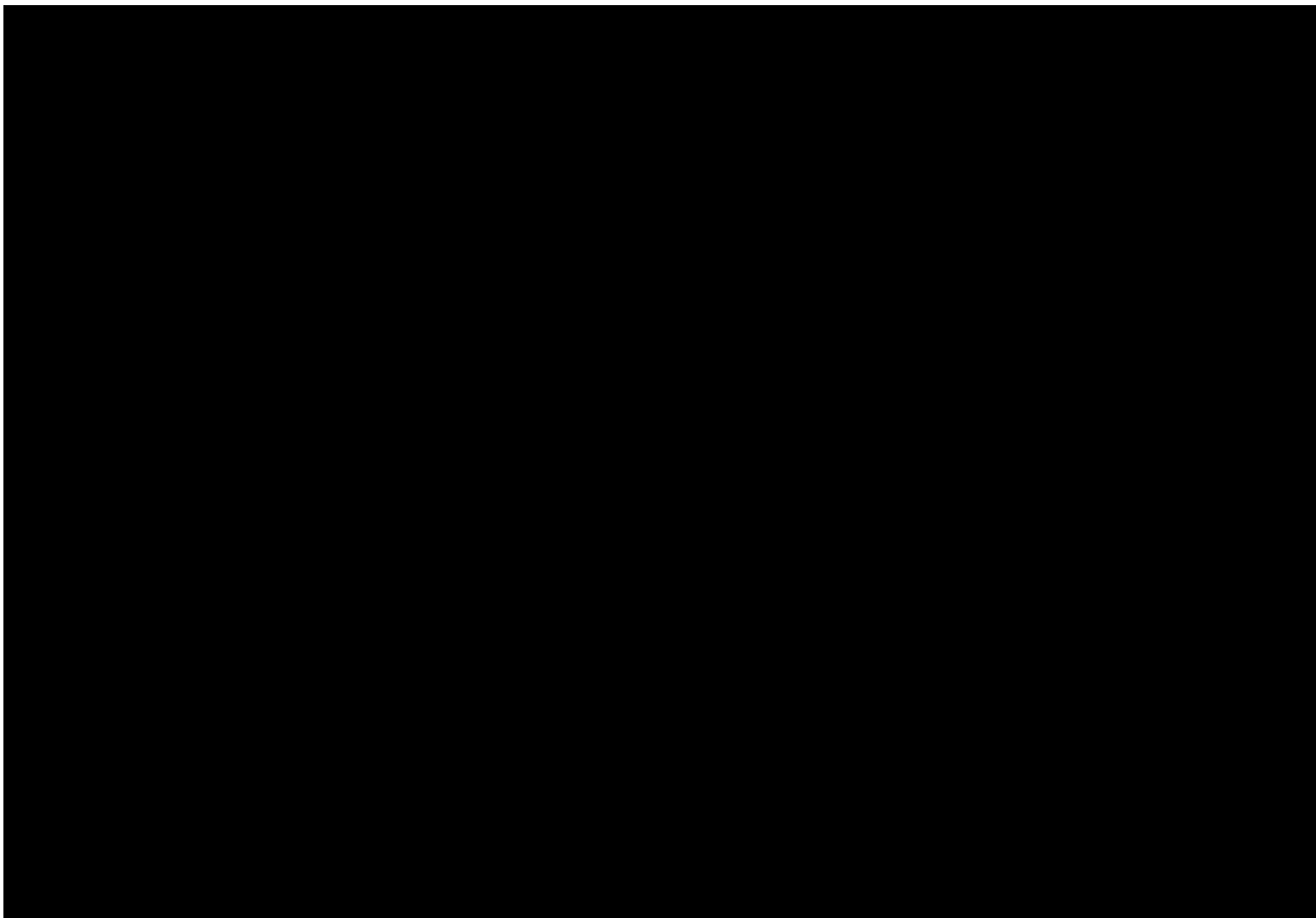
第120図 溢水ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



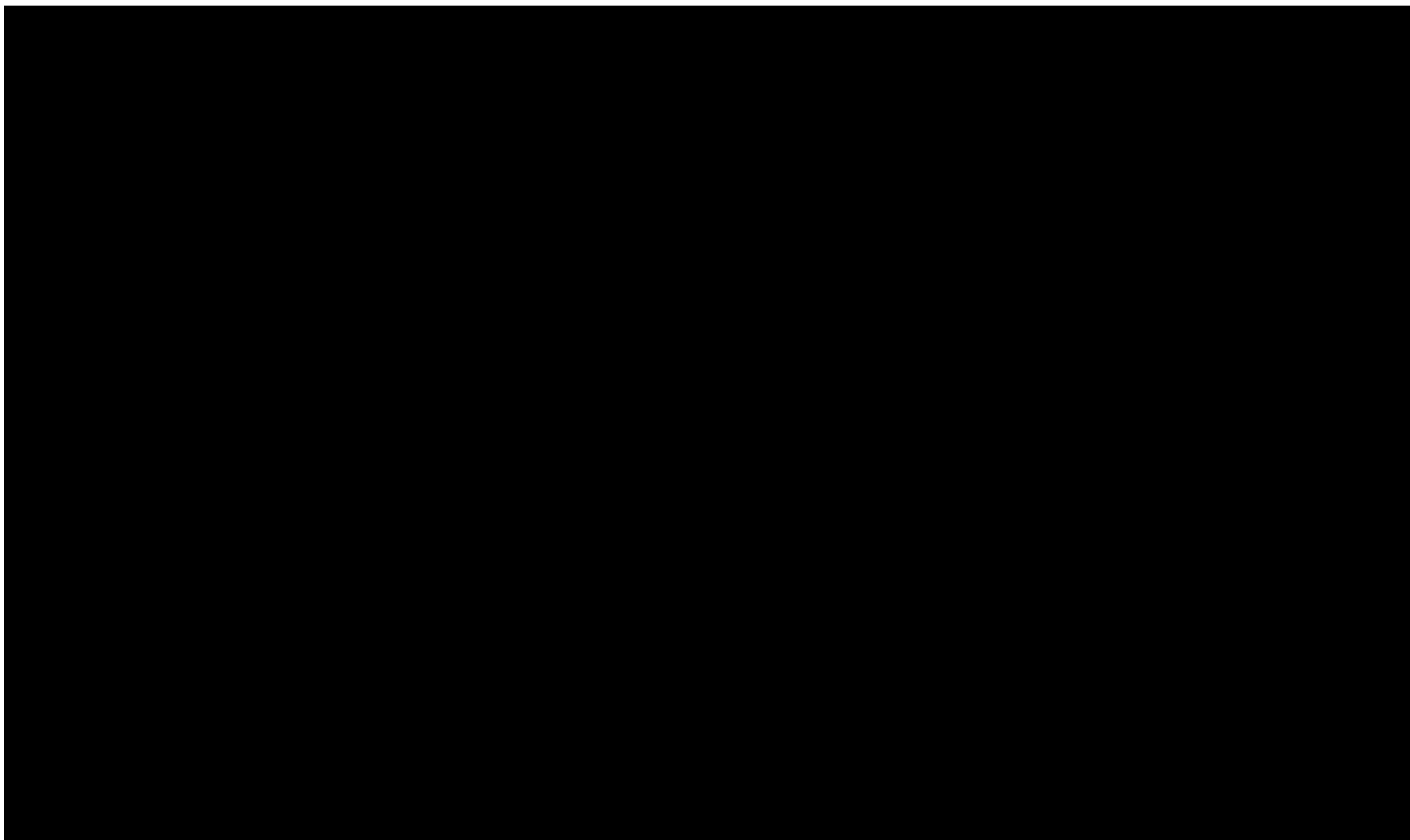
第121図 溢水ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



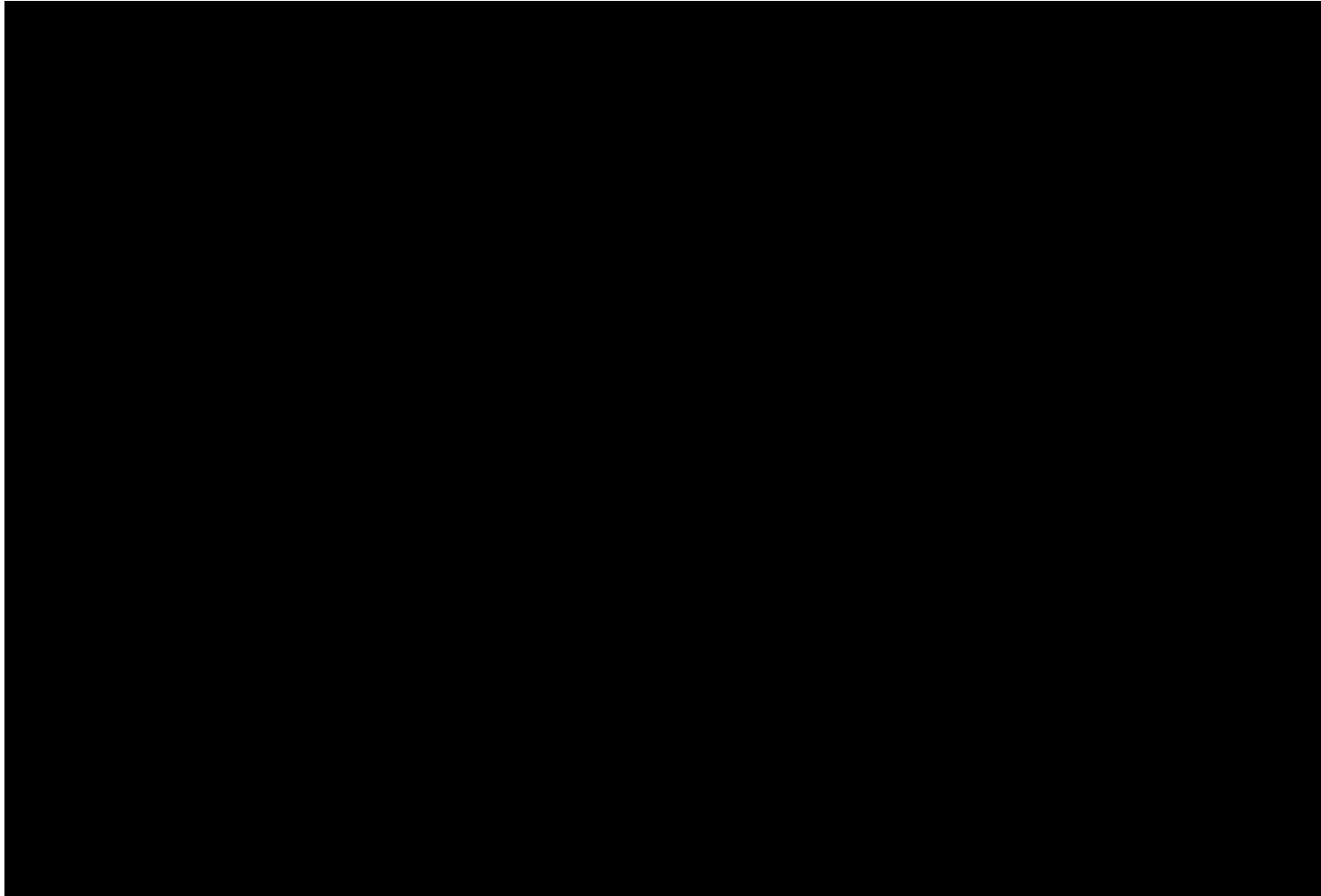
第122図 化学薬品ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



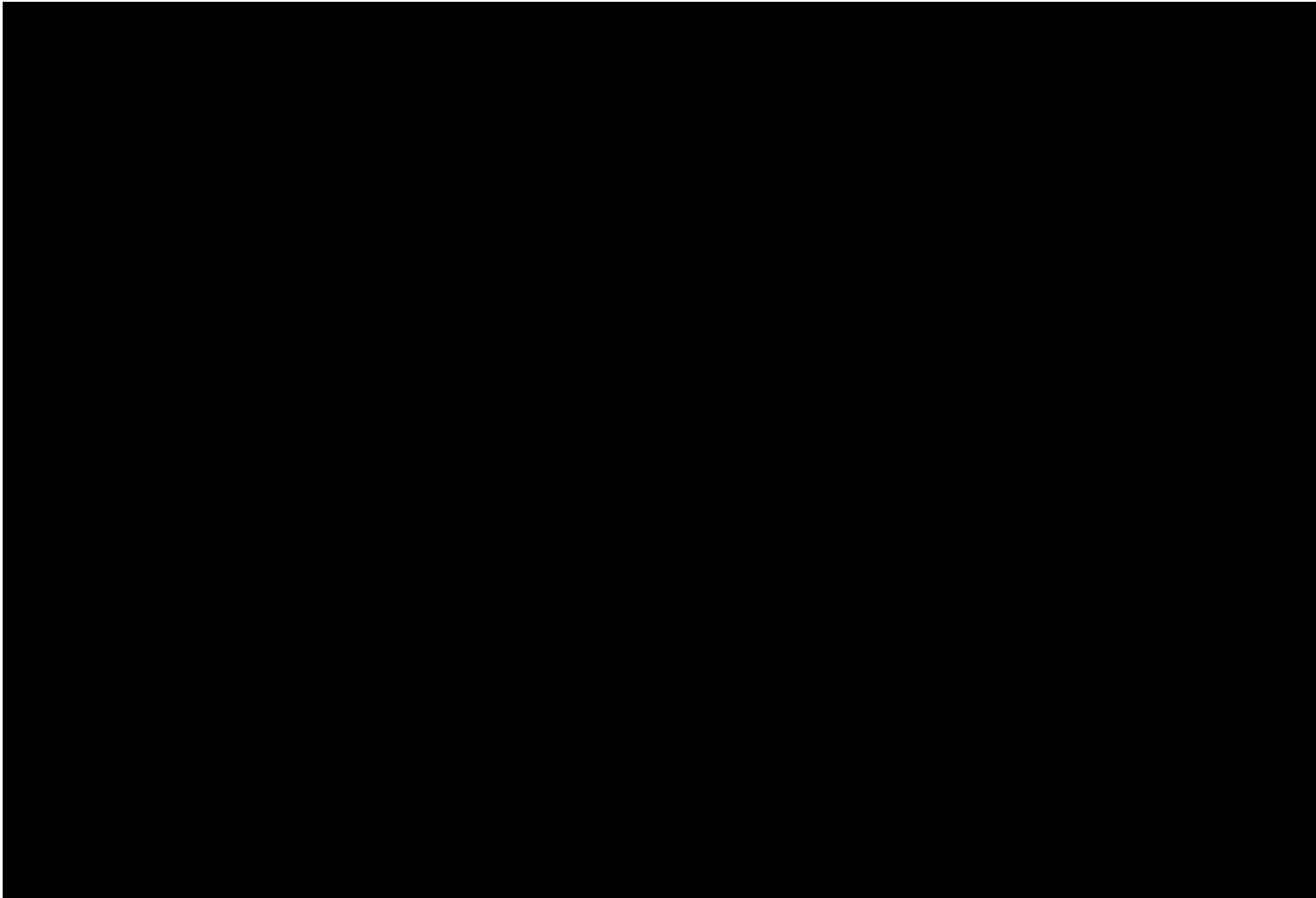
第123図 化学薬品ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下1階）

■については核不拡散の観点から公開できません。



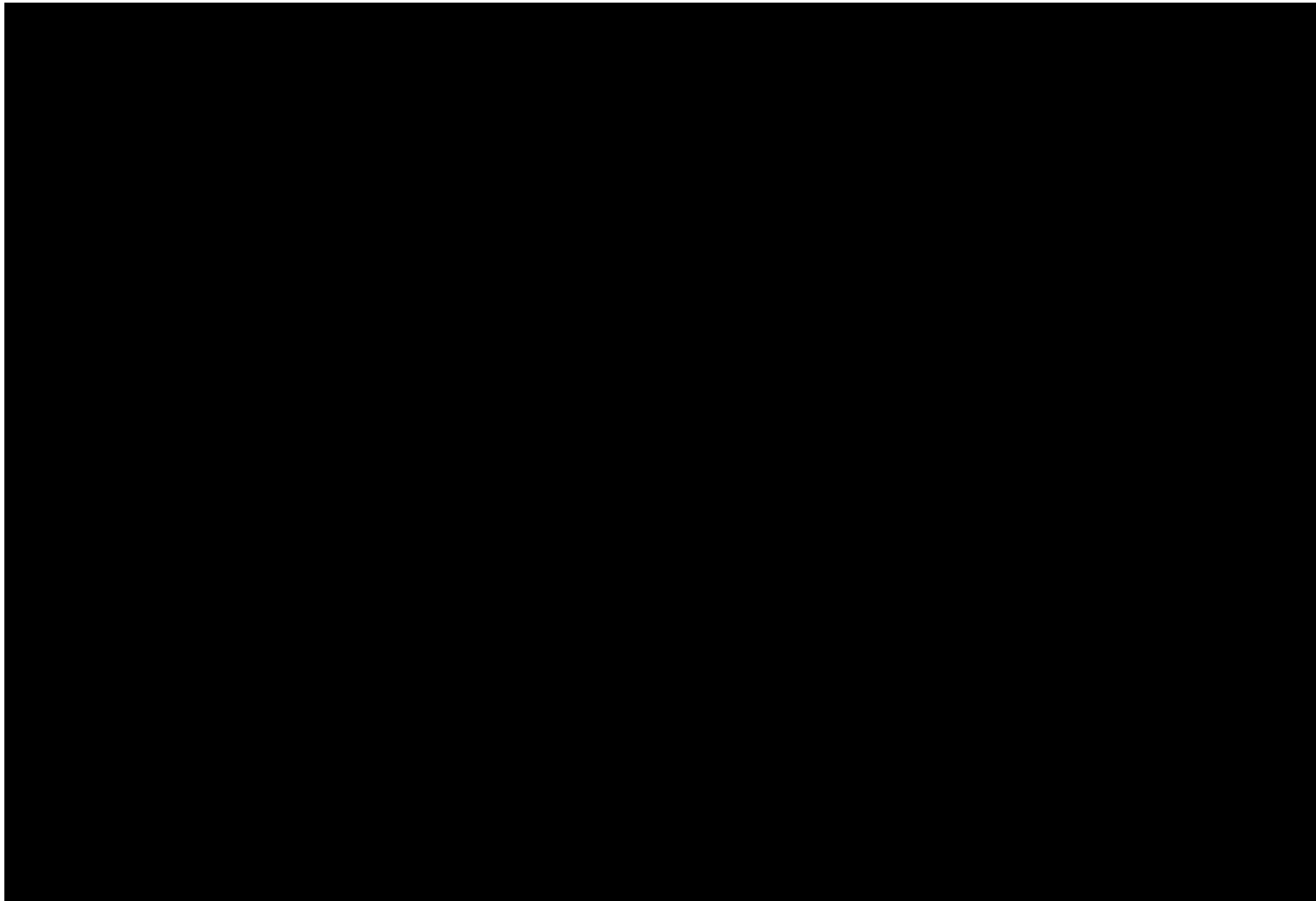
第124図 化学薬品ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



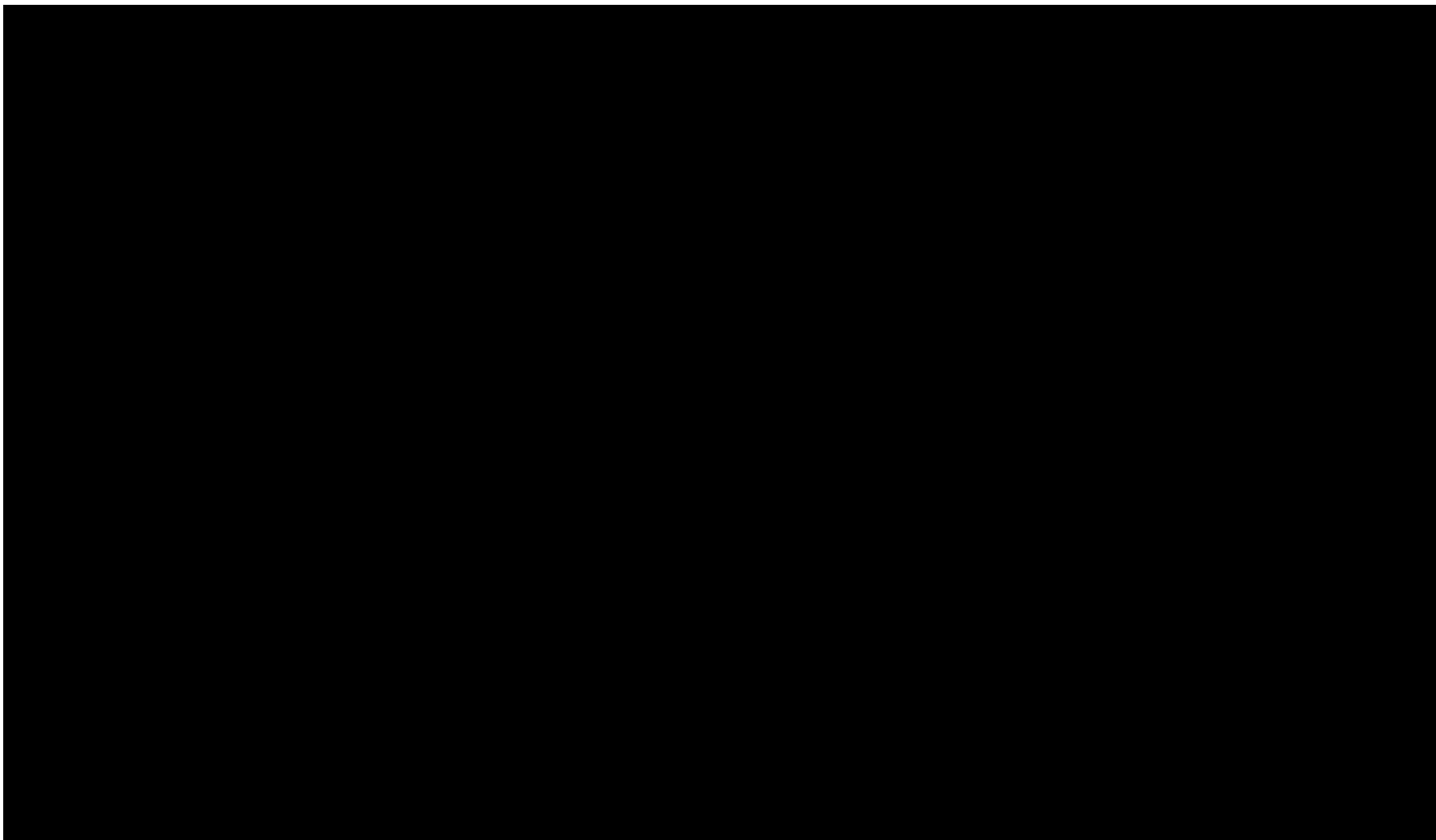
第125図 化学薬品ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



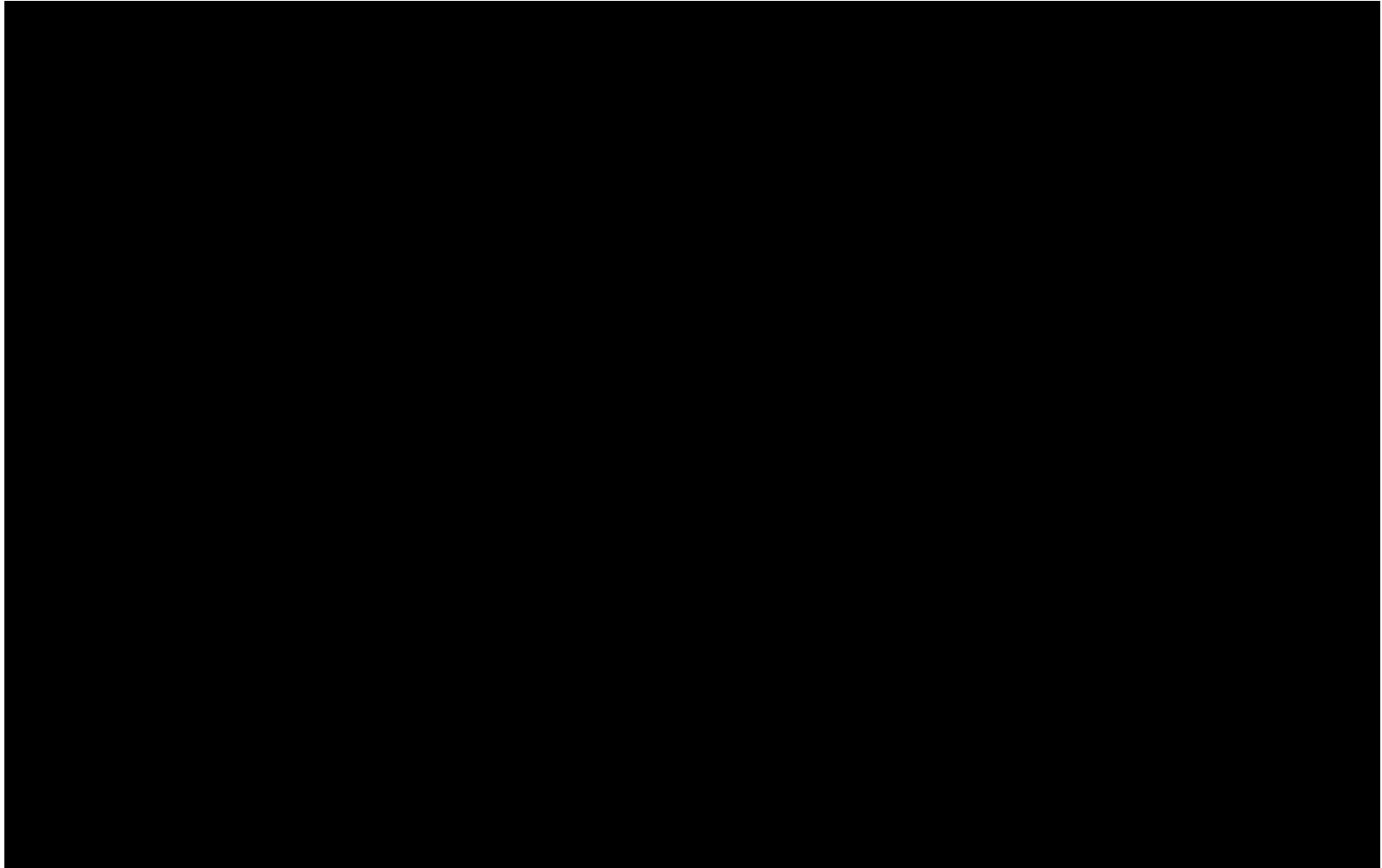
第126図 機器による火災ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



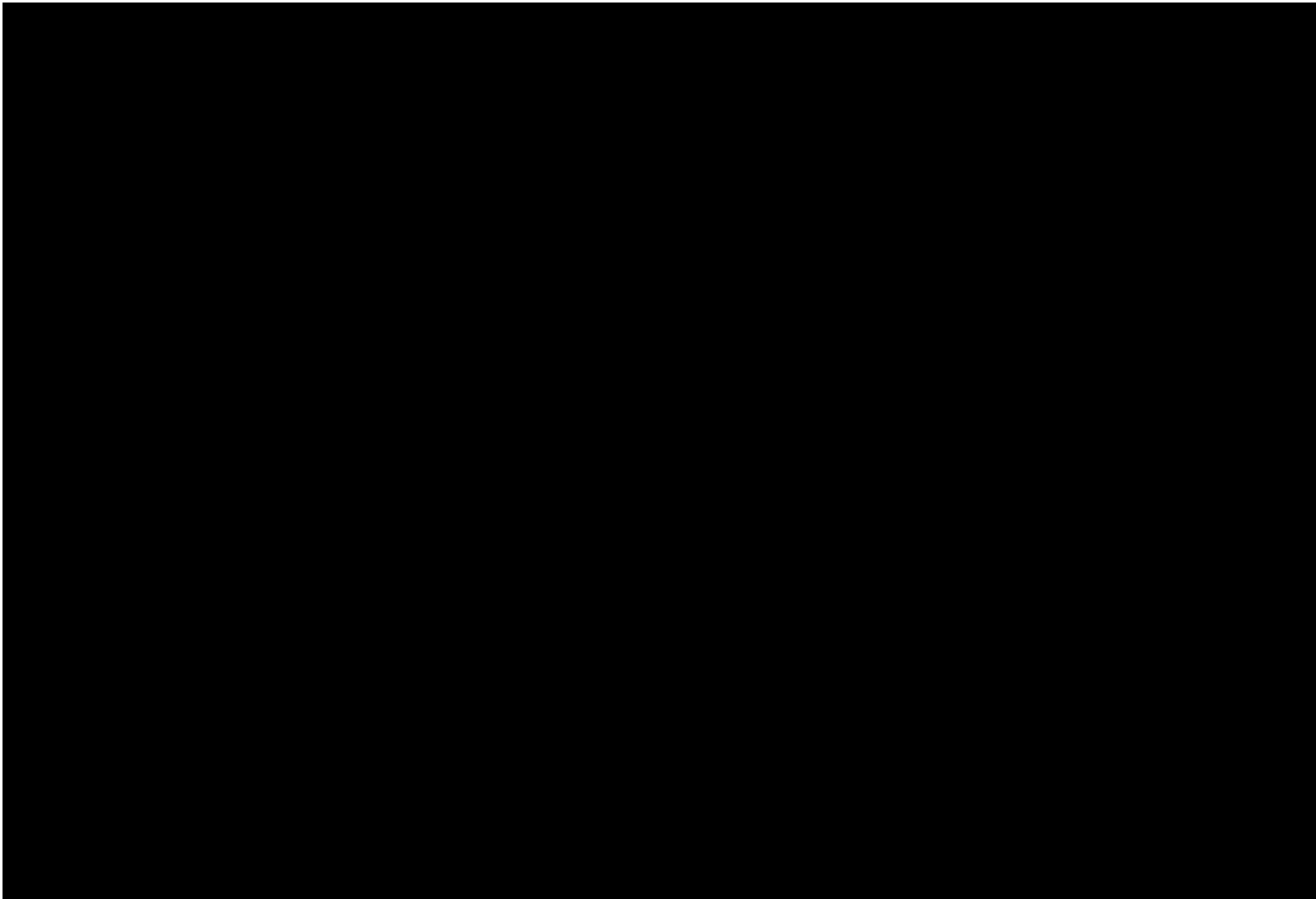
第127図 機器による火災ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地下1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



第128図 機器による火災ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上1階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。



第129図 機器による火災ハザードマップ ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（地上2階）

■ については核不拡散の観点から公開できません。