

放射性物質を含む溶液の漏えいによる沸騰に関連する機器等の耐震裕度

| 設置建屋 | 設備 | 耐震クラス(※1) | 損傷モード | 単位 | 発生値(a) | 評価基準値(b) | 耐震裕度(b/a) | ミルシート適用/詳細評価による耐震裕度 | 備考 |
|------------------|------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|----------|-----------|---------------------|-------|
| 分離建屋 | 分離建屋 | - | 構造損傷 | | 1.75 × Ss1に対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | 1.75 | - | - |
| | 第6一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 4.37 | - | - |
| | 高レベル廃液供給槽A,B | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 4.91 | - | - |
| | 高レベル廃液濃縮缶A,B | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.10 | 1.80 | ミルシート |
| | 溶解液中間貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 4.21 | - | - |
| | 溶解液供給槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.90 | - | - |
| | 抽出廃液受槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.84 | - | - |
| | 抽出廃液中間貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| | 抽出廃液供給槽A,B | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.51 | - | - |
| | 第1一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 7.37 | - | - |
| | 第7一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 8.42 | - | - |
| | 第8一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| | 第3一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.18 | - | - |
| | 第4一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.90 | - | - |
| 精製建屋 | 精製建屋 | - | 構造損傷 | | 1.75 × Ss1に対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | 1.75 | - | - |
| | プルトニウム濃縮液受槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| | リサイクル槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| | 希釈槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 7.86 | - | - |
| | プルトニウム濃縮液一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 5.36 | - | - |
| | プルトニウム濃縮液計量槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| | プルトニウム濃縮液中間貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 6.21 | - | - |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | - | 構造損傷 | | 1.75 × Ss1に対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | 1.75 | - | - |
| | 硝酸プルトニウム貯槽、一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.31 | - | - |
| | 混合槽A,B | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.35 | - | - |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | 高レベル廃液ガラス固化建屋 | - | 構造損傷 | | 1.75 × Ss1に対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | 1.75 | - | - |
| | 第1高レベル濃縮廃液貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.21 | - | - |
| | 第2高レベル濃縮廃液貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.21 | - | - |
| | 第1高レベル濃縮廃液一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.48 | 3.28 | ミルシート |
| | 第2高レベル濃縮廃液一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.48 | 3.28 | ミルシート |
| | 第1不溶解残渣廃液一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.06 | - | - |
| | 第2不溶解残渣廃液一時貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 2.06 | - | - |
| | 第1不溶解残渣廃液貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.68 | - | - |
| | 第2不溶解残渣廃液貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.68 | - | - |
| | 高レベル廃液共用貯槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.96 | - | - |
| | 高レベル廃液混合槽A | As | 構造損傷 | N/mm ² | | | 1.24 | 2.02 | ミルシート |
| | 高レベル廃液混合槽B | As | 構造損傷 | N/mm ² | 149 | 185 | 1.24 | 2.02 | ミルシート |
| | 供給液槽A | As | 構造損傷 | N/mm ² | 173 | 510 | 2.94 | - | - |
| | 供給槽A | As | 構造損傷 | N/mm ² | 136 | 153 | 1.12 | 2.38 | ミルシート |
| 供給液槽B | As | 構造損傷 | N/mm ² | 173 | 510 | 2.94 | - | - | |
| 供給槽B | As | 構造損傷 | N/mm ² | 136 | 153 | 1.12 | 2.38 | ミルシート | |

※1:耐震バックチェック時の耐震クラスを記載

放射性物質を放出する建屋内火災に関連する機器等の耐震裕度

| 設置 建屋 | 設備 | | 耐震 クラス ※1 | 損傷モード | 単位 | 発生値(a) | 評価 基準値(b) | 耐震裕度 (b/a) |
|-----------|-----------------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 分離建屋 | 建屋 | 分離建屋 | - | 構造損傷 | 1.75×Ssに対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | | 1.75 |
| | 抽出塔セル | 抽出塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 3.06 |
| | | 第1洗浄塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 2.94 |
| | | TBP洗浄塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 3.40 |
| | | 配管 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 2.18 |
| | 分配塔セル | プルトニウム分配塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 2.39 |
| | | 第2洗浄塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 2.73 |
| | | ウラン洗浄塔 | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 5.46 |
| | | 配管 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 1.94 |
| | 分離建屋 一時貯留 処理槽第 1セル | 第6一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 4.37 |
| 精製建屋 | 建屋 | 精製建屋 | - | 構造損傷 | 1.75×Ssに対して地震応答解析を実施し、評価基準値と比較 | | | 1.75 |
| | プルトニウム 精製塔 セル | 第1酸化塔 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 26.70 |
| | | 第1脱ガス塔 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 21.50 |
| | | 第2酸化塔 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 29.66 |
| | | 第2脱ガス塔 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 23.45 |
| | | 抽出塔(パルスレグ) | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 21.10 |
| | | TBP洗浄塔(パルスレグ) | B(S2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 21.10 |
| | | 核分裂生成物洗浄塔(パルスレグ) | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 17.43 |
| | | 逆抽出塔(パルスレグ) | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 15.23 |
| | | ウラン洗浄塔(パルスレグ) | A* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 20.05 |
| | 配管 | A | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 1.68 | |
| | 精製建屋 一時貯留 処理槽第 1セル | 第1一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 5.36 |
| | | 第2一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 5.36 |
| | | 第3一時貯留処理槽 | As | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 6.94 |
| | | 第4一時貯留処理槽 | B* (※2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 9.83 |
| 第5一時貯留処理槽 | | B(S2) | 構造損傷 | N/mm ² | <input type="text"/> | <input type="text"/> | 17.60 | |

※1:耐震バックチェック時の耐震クラスを記載

※2:A*、B*は溶液の放射線分解により発生する水素の爆発を適切に防止するため、構造強度上Asクラスとする施設を示す。

火災区域及び防火ダンパの考え方

1. 火災区域

六ヶ所再処理施設においては、火災により損傷を受けるおそれのある安全上重要な施設を含む小区画を火災区域として設定し、耐火壁、隔壁、間隔、防火戸及び消火装置の組み合わせにより、隣接区域での火災から当該火災区域内への延焼防止を図っている。

セル、室等に火災区域が設定される場合、開口部、並びに換気等による貫通部については以下の対策を施している。

- ① 火災区域の開口部は防火戸とする。
- ② 火災区域の耐火壁を貫通する配管、ケーブルトレイ、電線管及びダクトは耐火シールを施している。
- ③ 火災区域の耐火壁を貫通する給排気ダクトには温度ヒューズ式防火ダンパを設けている。ただし、セルは負圧維持が必要なため、排気側ダクトには防火ダンパは設置していない。

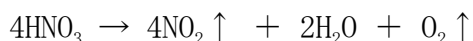
2. 防火ダンパ

六ヶ所再処理施設では、上記の火災区域に関連して設置している防火ダンパのほかに、消防法施行令第 10 条に基づき二酸化炭素消火設備またはハロゲン消火設備を設置し、当該消火対象区画の給気側のダクトに、二酸化炭素またはハロゲン噴出に連動して閉止する防火ダンパ（CO₂ダンパまたは FM ダンパ）を設置している。

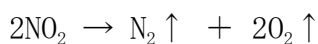
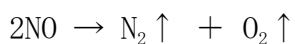
当該ダンパは、対象区画が上記の火災区域の場合は、温度ヒューズも併設した仕様となっている。

温度上昇による硝酸の分解反応

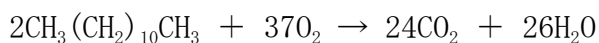
硝酸は135℃以上になると自己加熱反応で分解が継続的に起こることが知られている。硝酸の熱分解は以下の反応式で示すことができる。

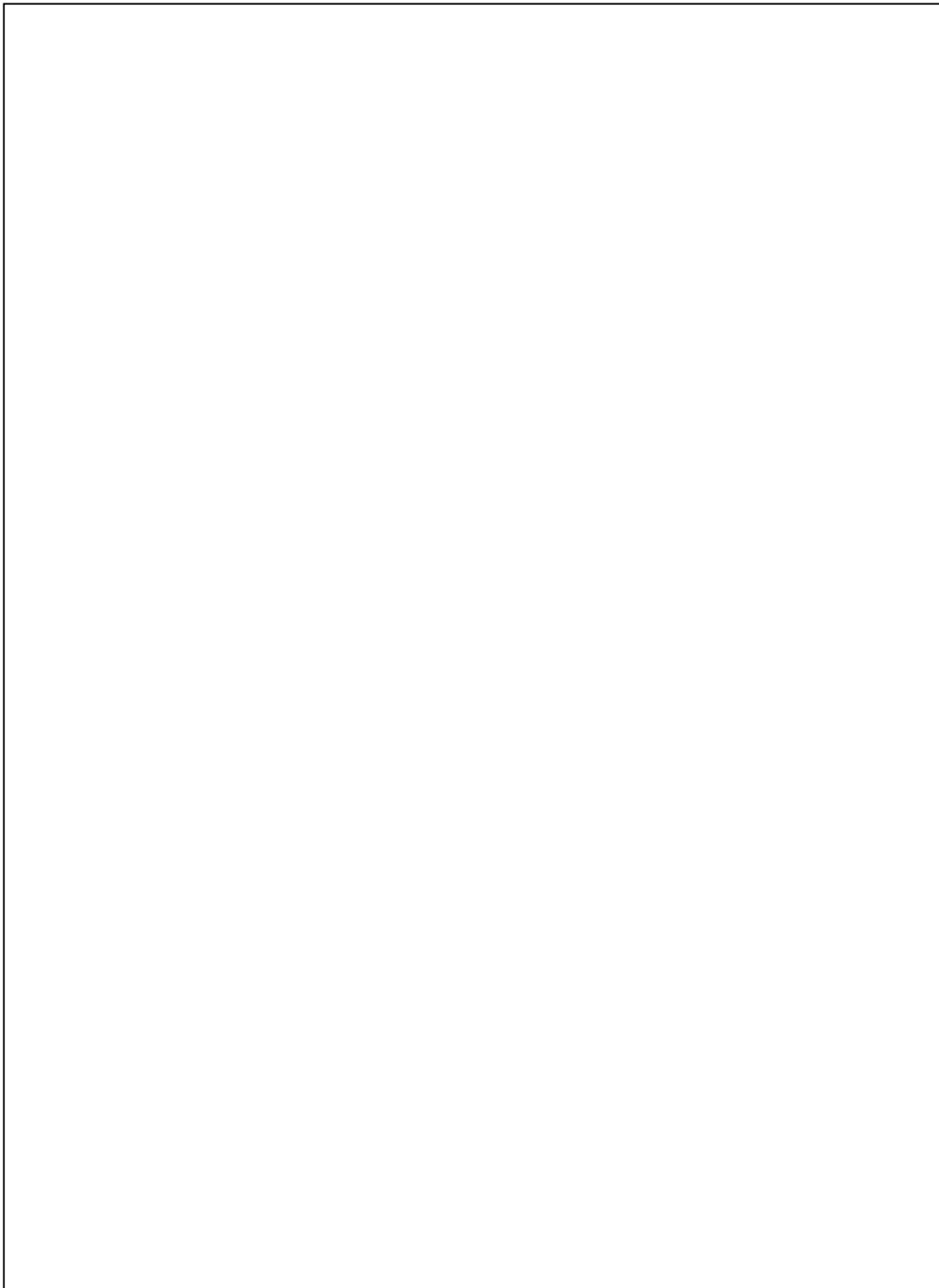


火災により硝酸の温度が上昇した場合、上記の反応の進行により助燃性気体（活性酸素）が供給されるが、ここに還元性物質が共存すると以下の反応も同時に進行し、さらに助燃性気体の供給量が増大する。



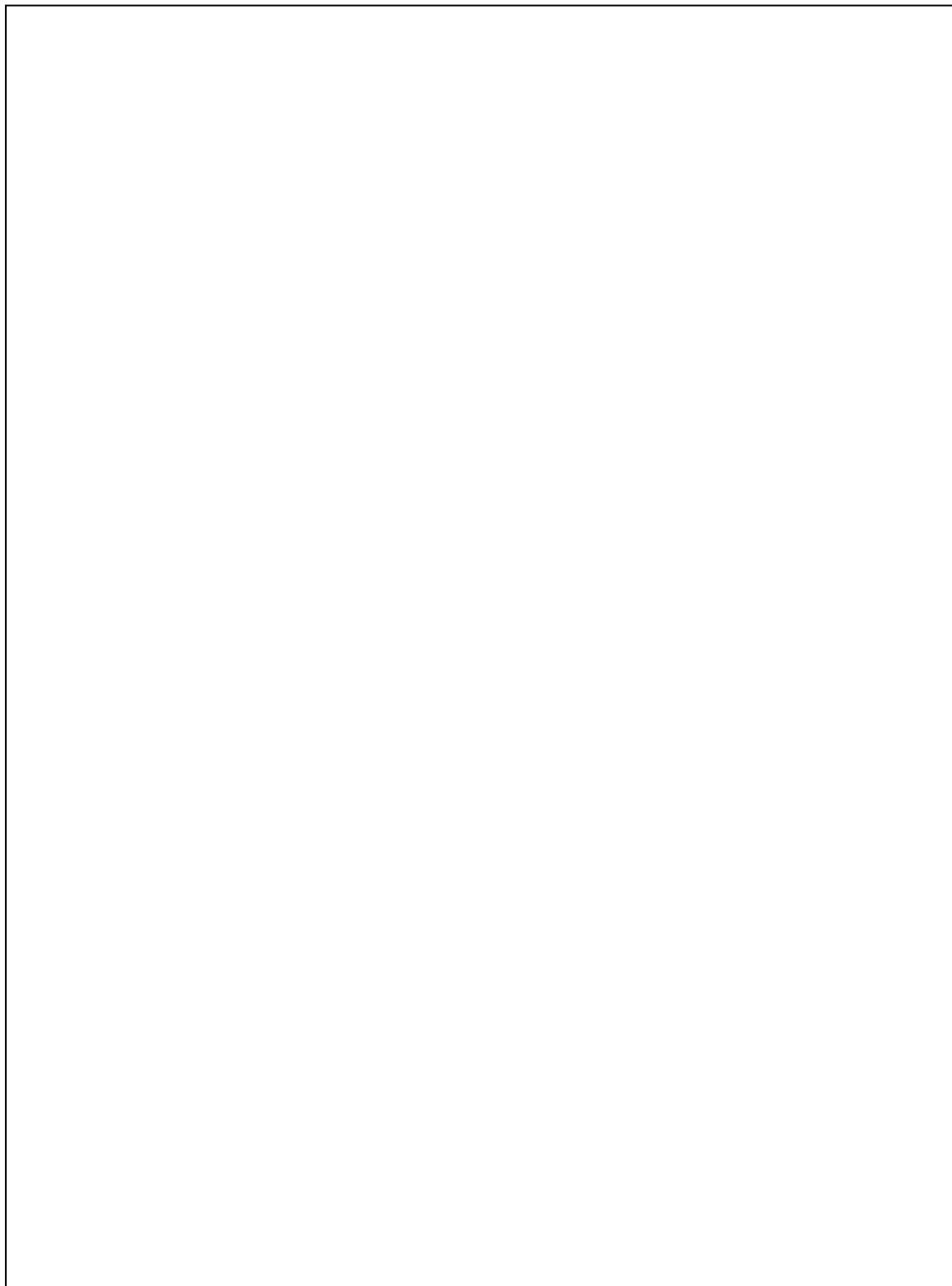
上記のとおり、硝酸が加熱されると酸素を放出する。硝酸に含まれる酸素原子が全て助燃性気体として放出される可能性は低いと考えられるが、保守的に全ての酸素が助燃性気体となると仮定し、有機溶媒（n-ドデカン： $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$ ）1kgの完全燃焼に必要な酸素を放出する硝酸量を算出すると、硝酸、n-ドデカンの分子量、以下の反応式から4.57kgとなる。





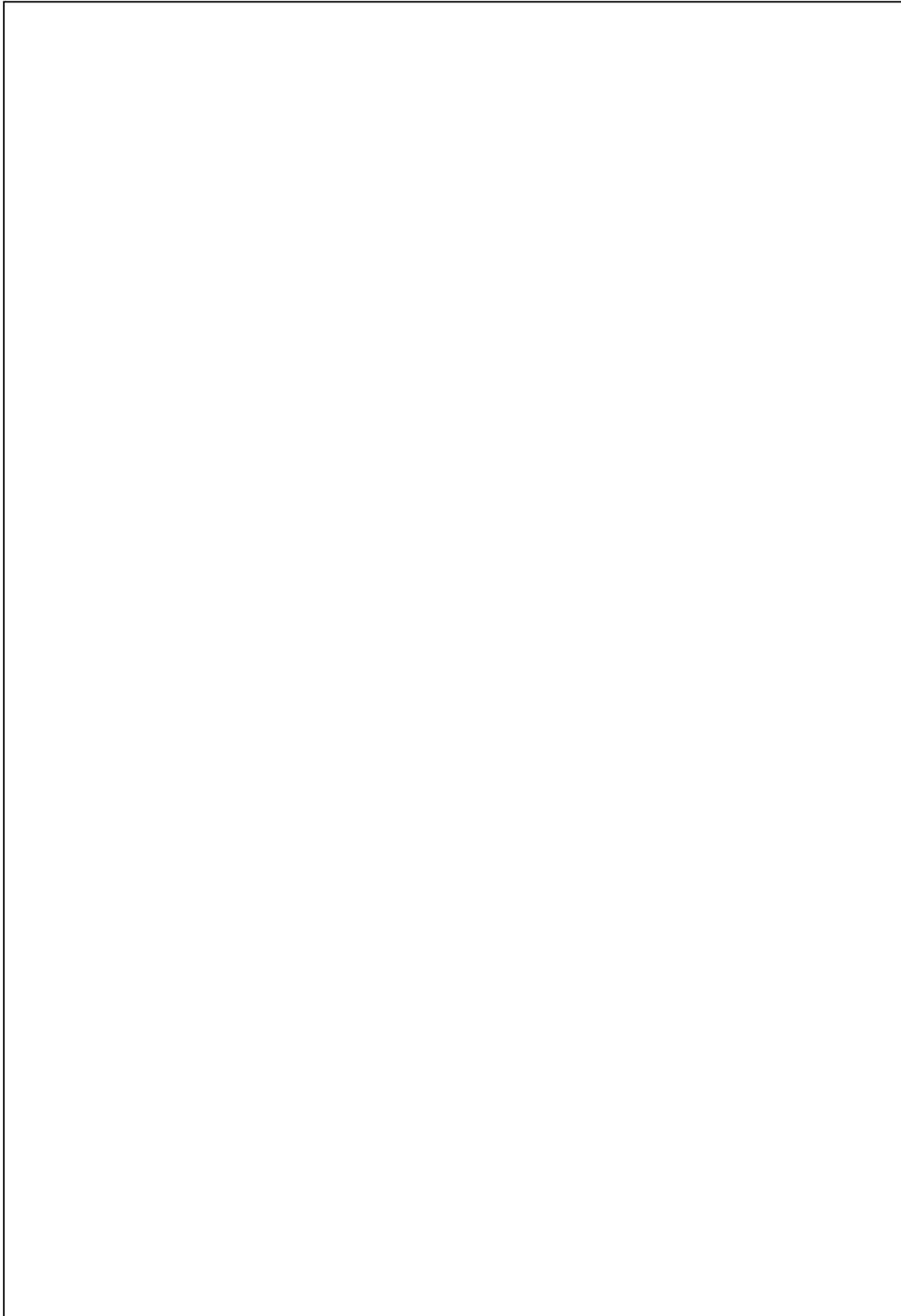
| | |
|---|-------------------------------------|
| ■ | ：助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ：火災区域 |

分離建屋ハザードマップ（地下3階）



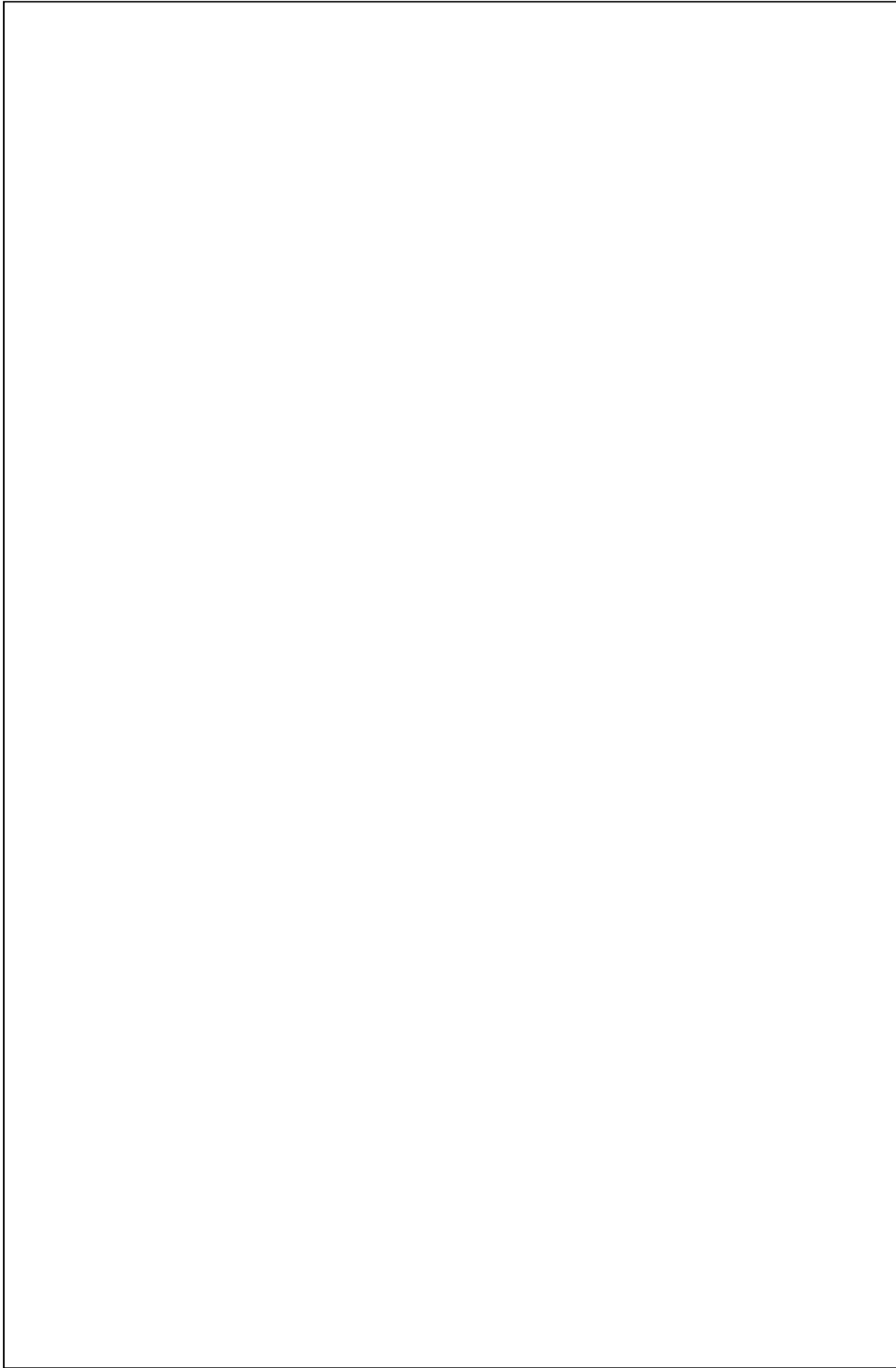
| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

分離建屋ハザードマップ (地下2階)



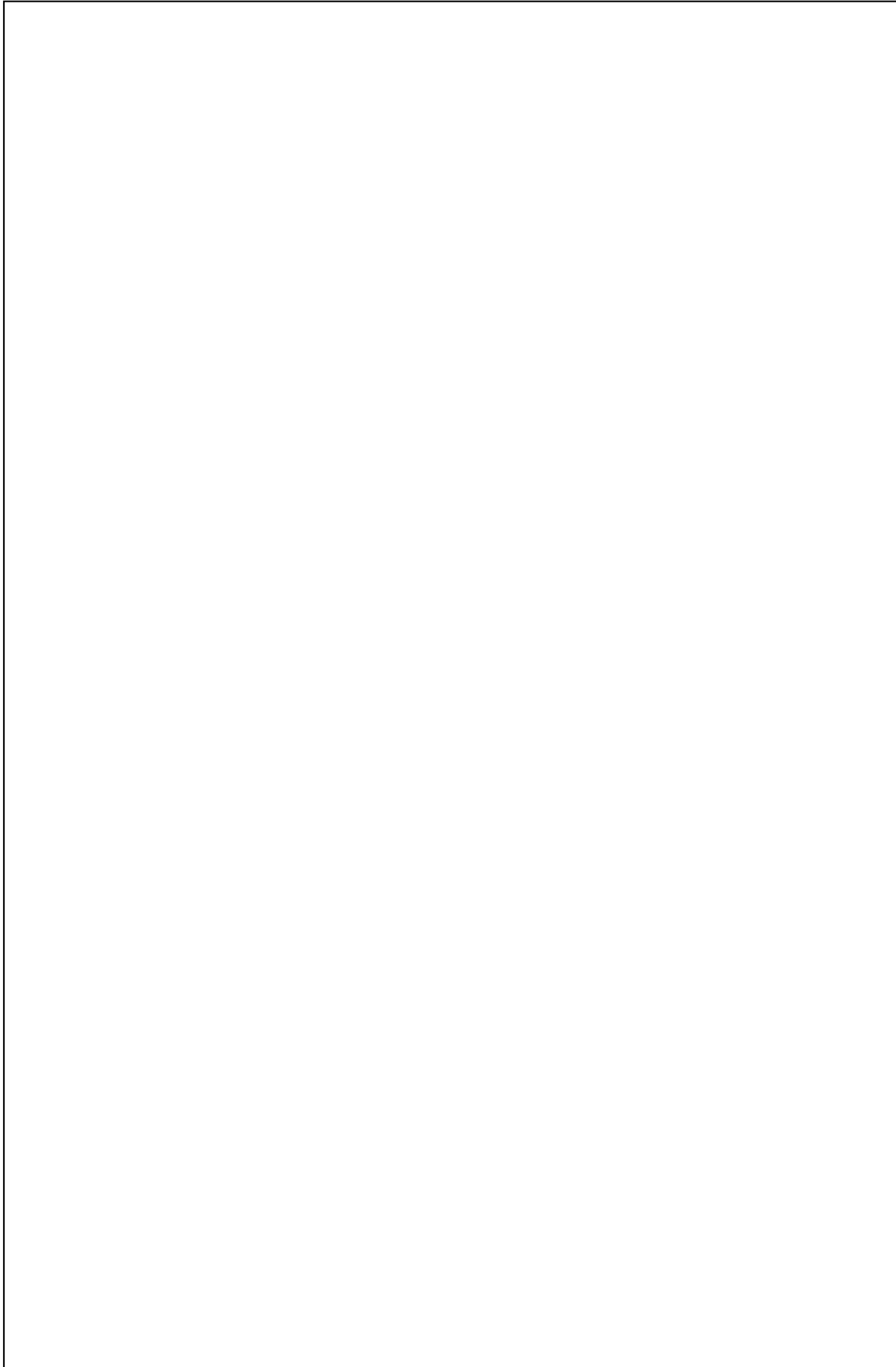
| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | ： 燃焼性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ： 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ： CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ： 火災区域 |

分離建屋ハザードマップ (地下1階)



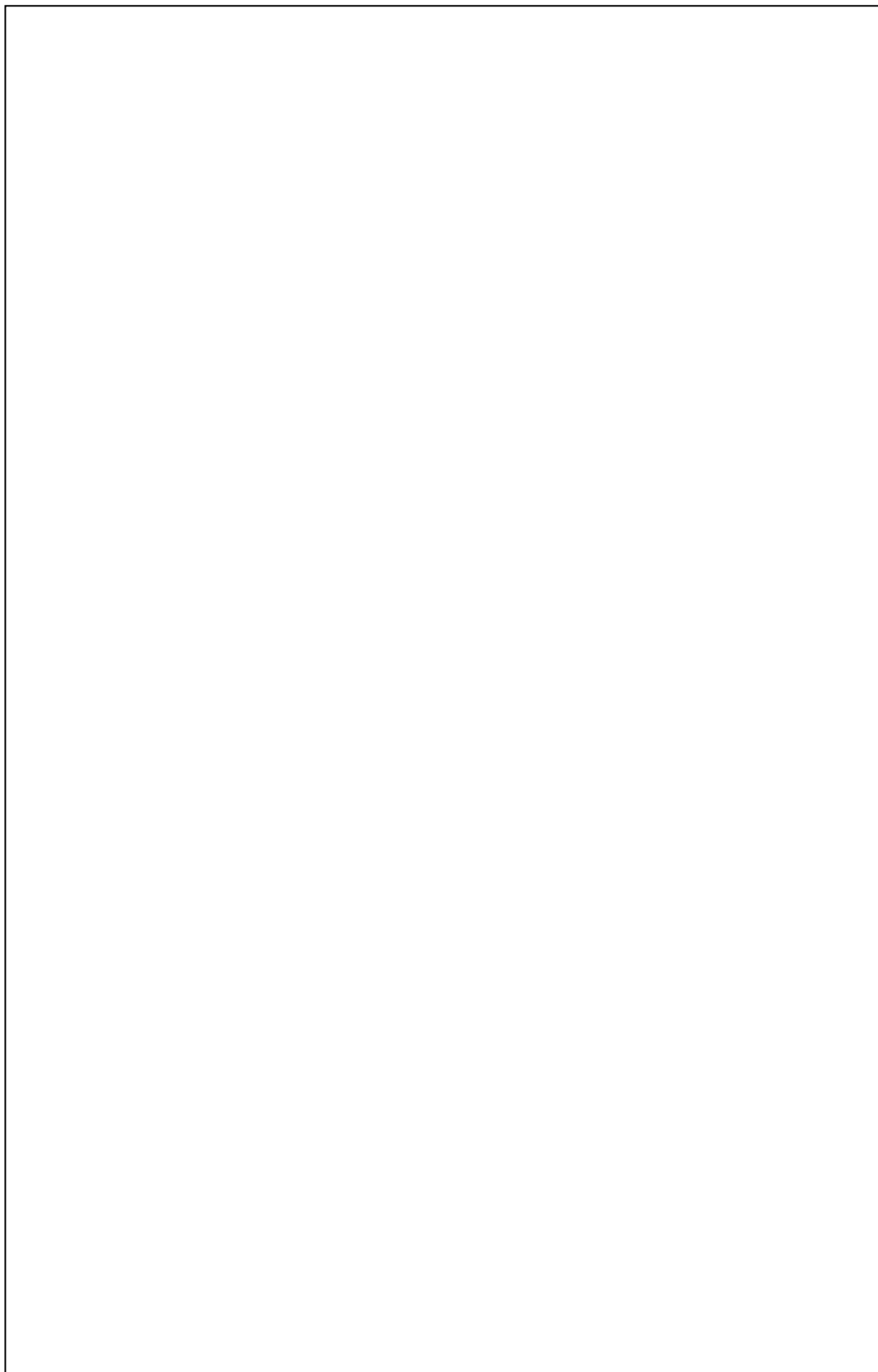
| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |





分離建屋ハザードマップ (地上1階)



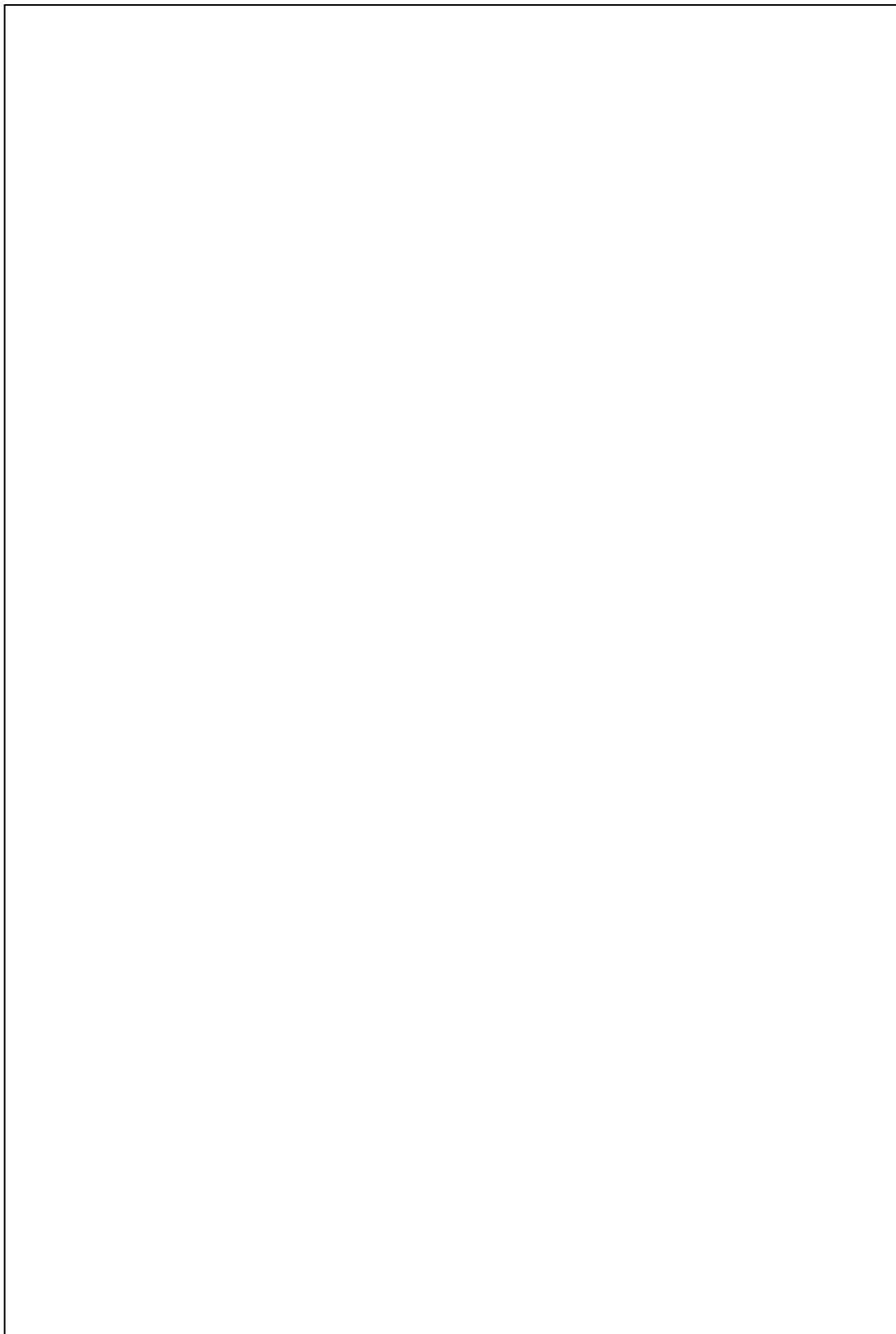
| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | ： 燃焼性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ： 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ： CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ： 火災区域 |





分離建屋ハザードマップ (地上 2 階)



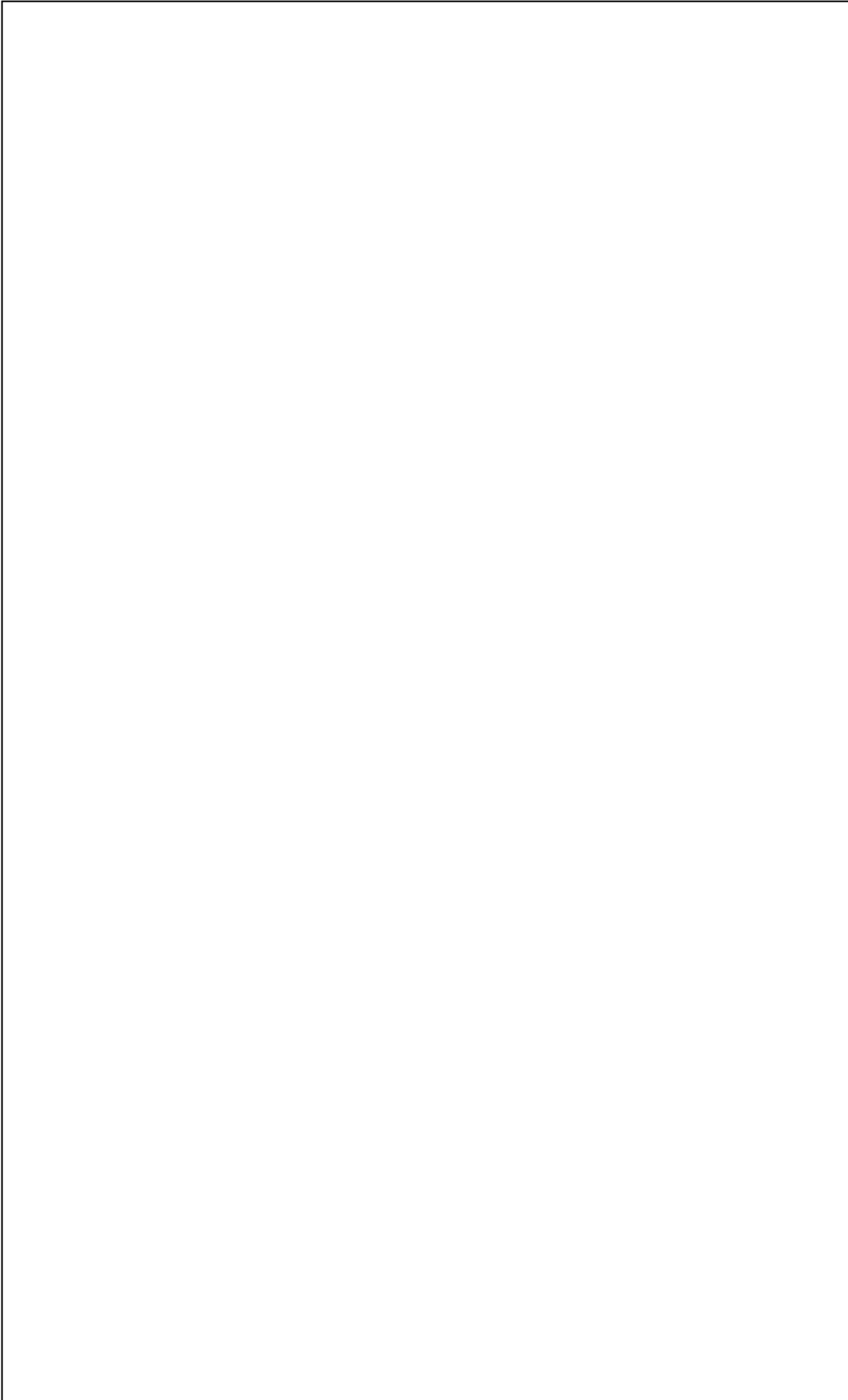
| 建屋内火災に対する設備 | |
|---|--------------------------------------|
|  | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
|  | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
|  | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
|  | : 火災区域 |

分離建屋ハザードマップ (地上3階)



| 建屋内火災に対する設備 | |
|---|--------------------------------------|
|  | : 助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
|  | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
|  | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
|  | : 火災区域 |

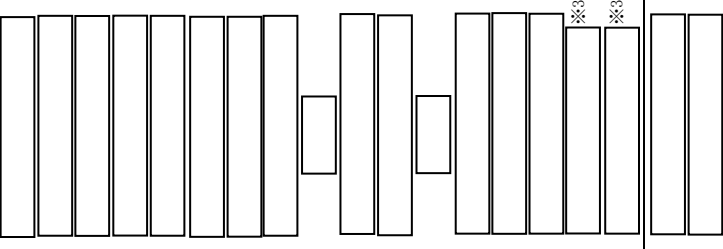
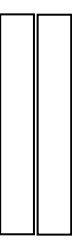
分離建屋ハザードマップ (地上 4 階)



| |
|-------------------------------------|
| 建屋内火災に対する設備 |
| ：助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ：可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ：CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ：火災区域 |

分離建屋ハザードマップ (地上5階)

分離建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（2/7））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³] ^{※1} | 助燃材の燃焼量[m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|------|-------|------------|-----------------------|----------|---|---|----------------------|--|--|---|
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 3.5 | 約 |  | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | 除染配管 | 約 29 | 約 3.2 | 第 1 一時貯留処理槽 ^{※3} 第 2 一時貯留処理槽 ^{※3} 第 5 一時貯留処理槽 ^{※3} 第 6 一時貯留処理槽 ^{※3} 第 8 一時貯留処理槽 ^{※3} |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 1.2 | 約 |  | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | CO ₂ 消火配管 | 約 24 | 約 3.2 | 第 10 一時貯留処理槽 |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

分離建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（3/7））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³]*1 | 助燃材の燃焼量[m ³]*2 | 収納する機器 |
|------|-------|------------|-----------------------|----------|--------------|---------------------------------------|----------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 30 | 約 | | CO ₂ 及びCO ₂ ダンプ | — | — | — | 再生溶媒受槽 溶媒貯槽 廃液受槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 1.0 | 約 | | CO ₂ 及びCO ₂ ダンプ | 除染配管 | 約 34 | 約 3.6 | 第7一時貯留処理槽*3 第9一時貯留処理槽 |

※1:セル外への漏えい無なしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

分離建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（4/7））

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物 量[m ³] | 放射能 量[Bq] | 火災確認のための 温度計等 | 消火設備 の 種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給量 [m ³]*1 | 助燃材で の燃焼量 [m ³]*2 | 収納する機器 |
|----------|-----------|------------|---------------------------|--------------|------------------|--|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 2.0 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | CO ₂ 消火 配管 | 約 46 | 約 11.6 | 低レベル無塩廃液受槽 相分離槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 0.5 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | 溶媒供給槽 |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

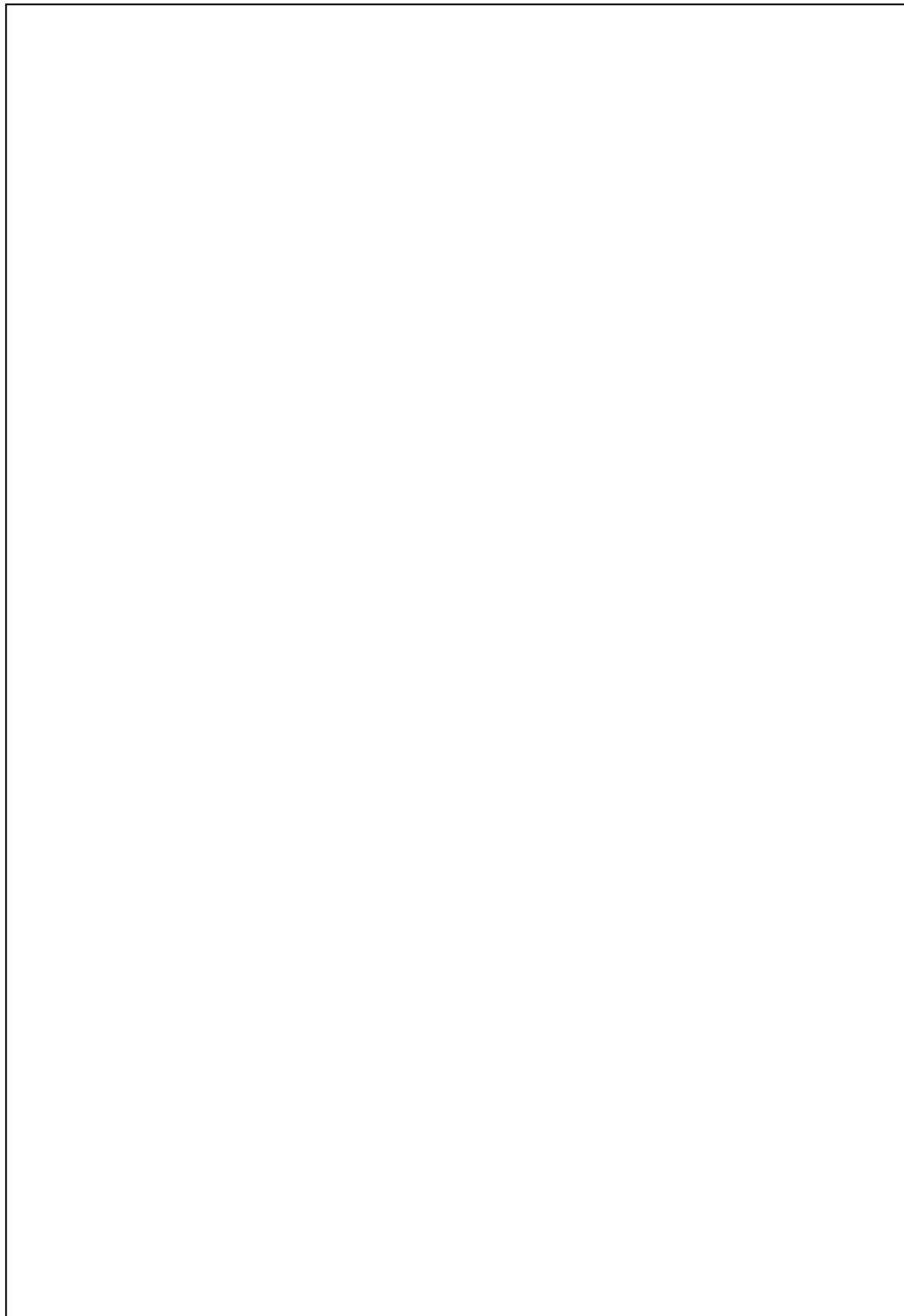
※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

分離建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（7/7））

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物 量[m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のための 温度計等 | 消火設備 の種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給量 [m ³] ^{※1} | 助燃材で の燃焼量 [m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|----------------------|-----------|------------|---------------------------|------------------------|------------------|--|------------------|--|---|--|
| <input type="text"/> | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 4 | 約 <input type="text"/> | 無し | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | 約 11.7 | 第 1 回収硝酸受槽 第 2 回収硝酸 IN 受槽 回収溶媒受槽 回収希釈剤受槽 第 1 回収硝酸 0.1N 調整槽 硝酸ウラニル受槽 |
| <input type="text"/> | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 2 | 約 <input type="text"/> | 無し | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | 約 2.5 | 第 2 回収硝酸 IN 調整槽 A 回収溶媒調整槽 第 2 回収硝酸 IN 調整槽 B 第 2 回収硝酸 XN 調整槽 |

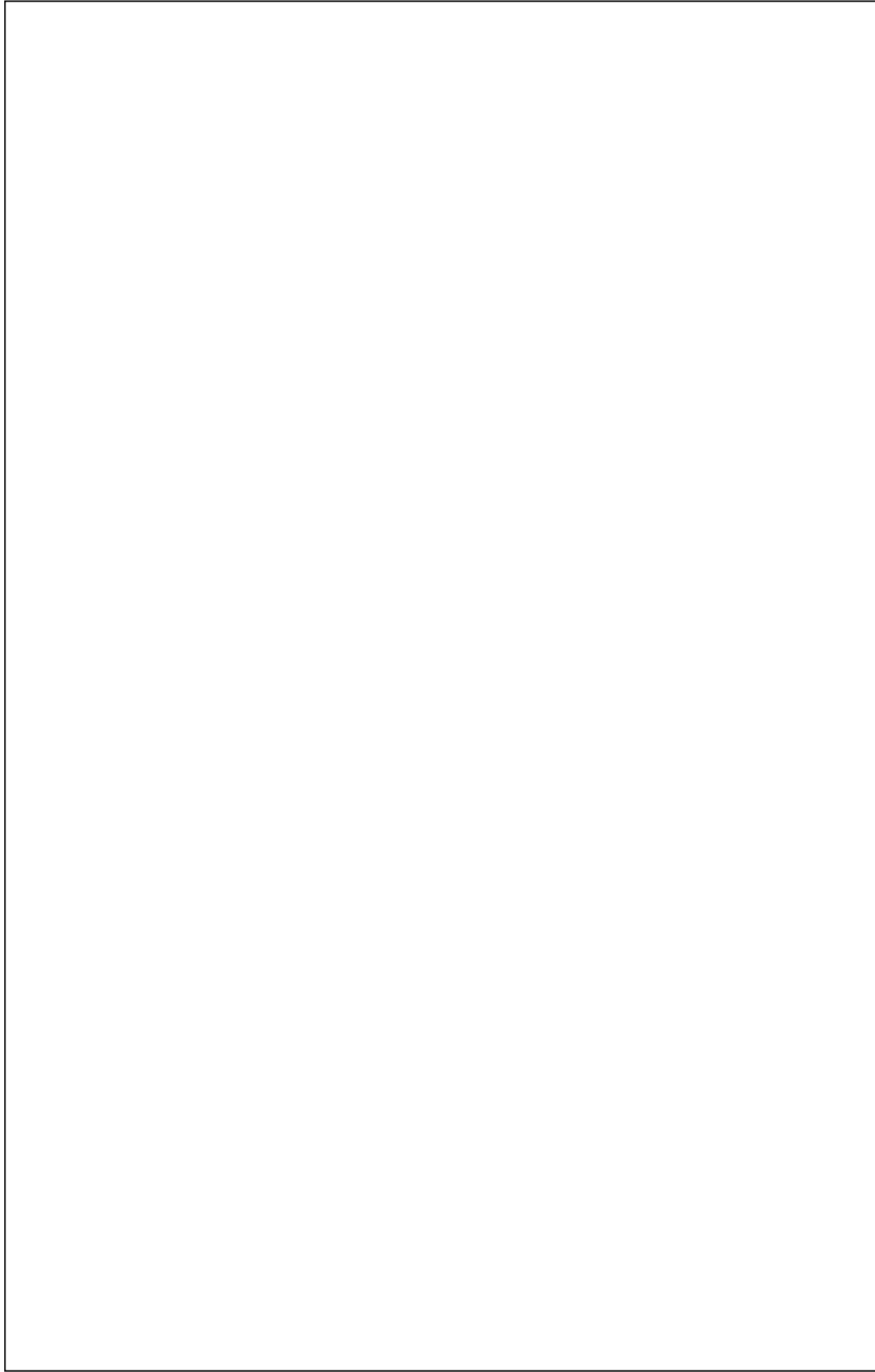
※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量



| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

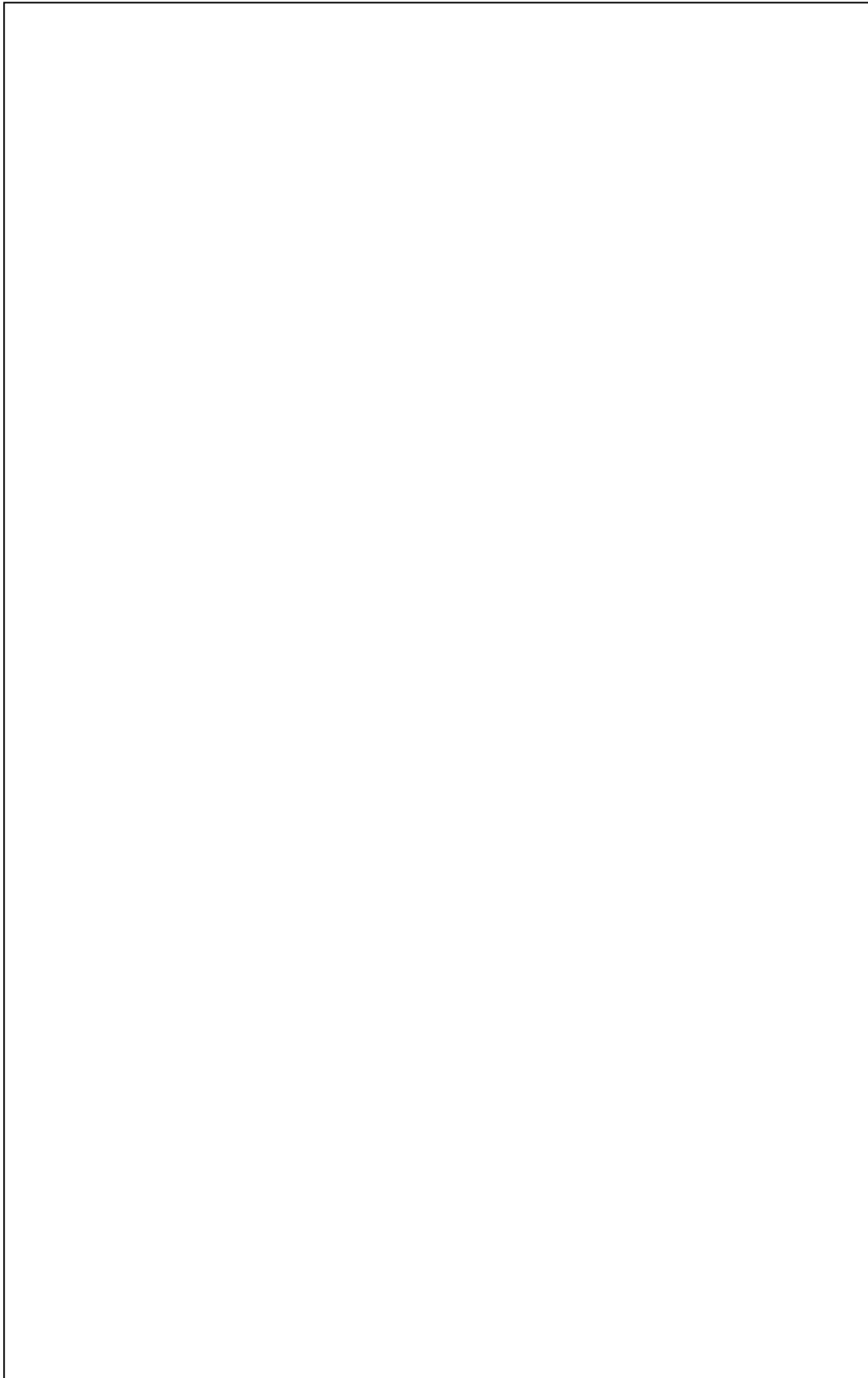
精製建屋ハザードマップ (地下3階)



| | |
|---|-------------------------------------|
| ■ | ：助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ：火災区域 |

建屋内火災に対する設備

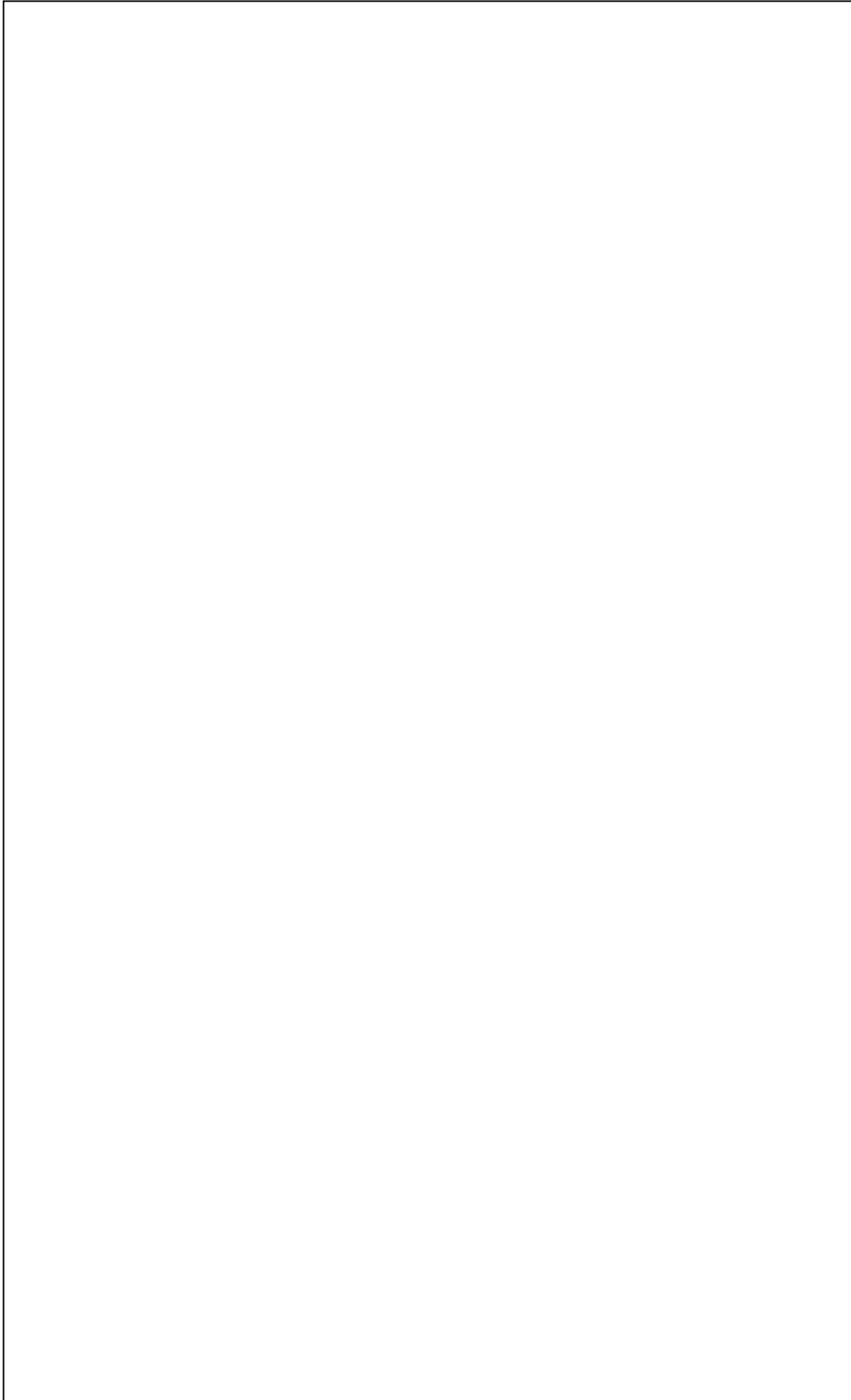
精製建屋ハザードマップ (地下2階)



| | |
|---|-------------------------------------|
| ■ | ：助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ：火災区域 |

建屋内火災に対する設備

精製建屋ハザードマップ (地下1階)



| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

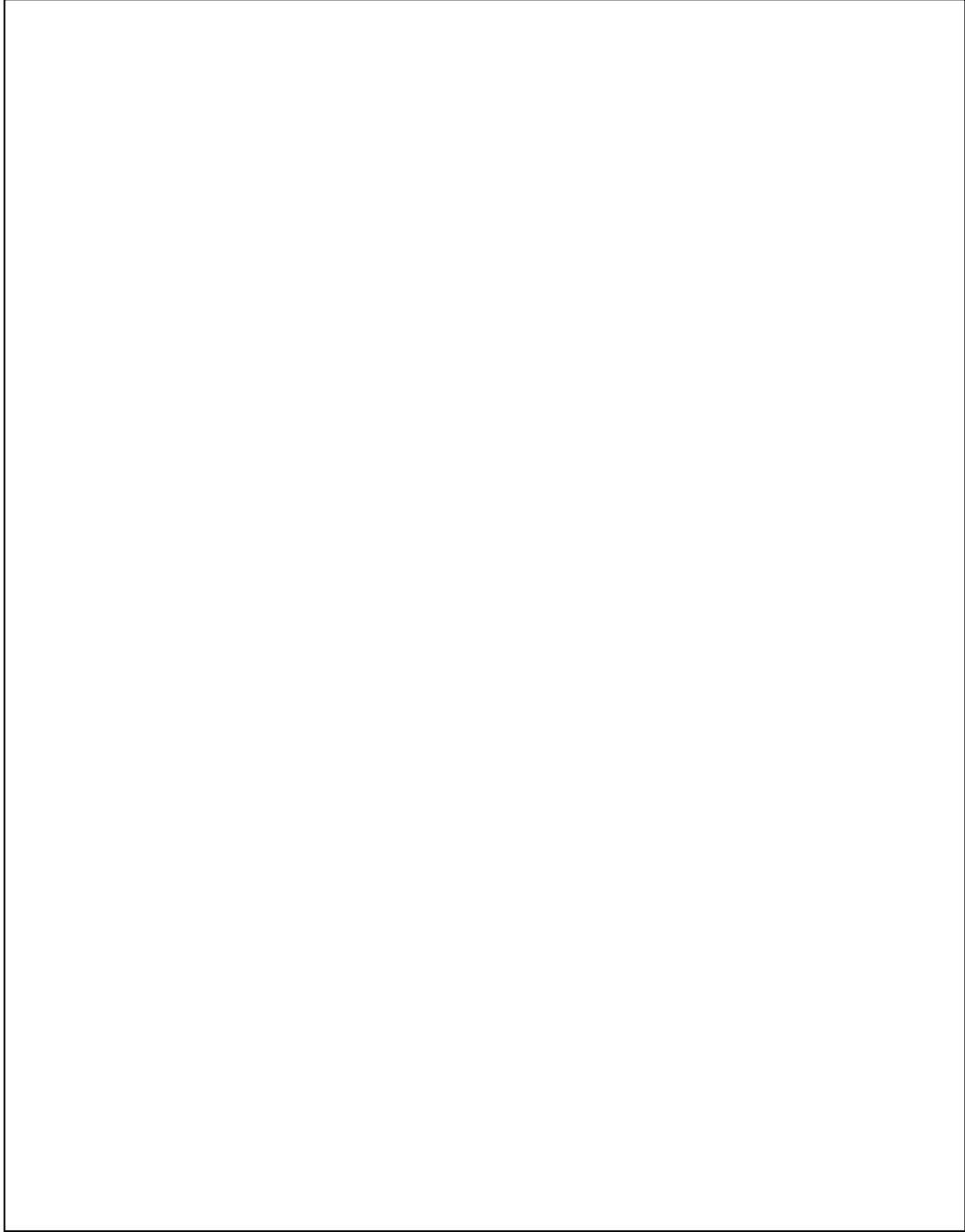
精製建屋ハザードマップ (地上1階)



| | |
|---|-------------------------------------|
| ■ | ：助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | ：CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | ：火災区域 |

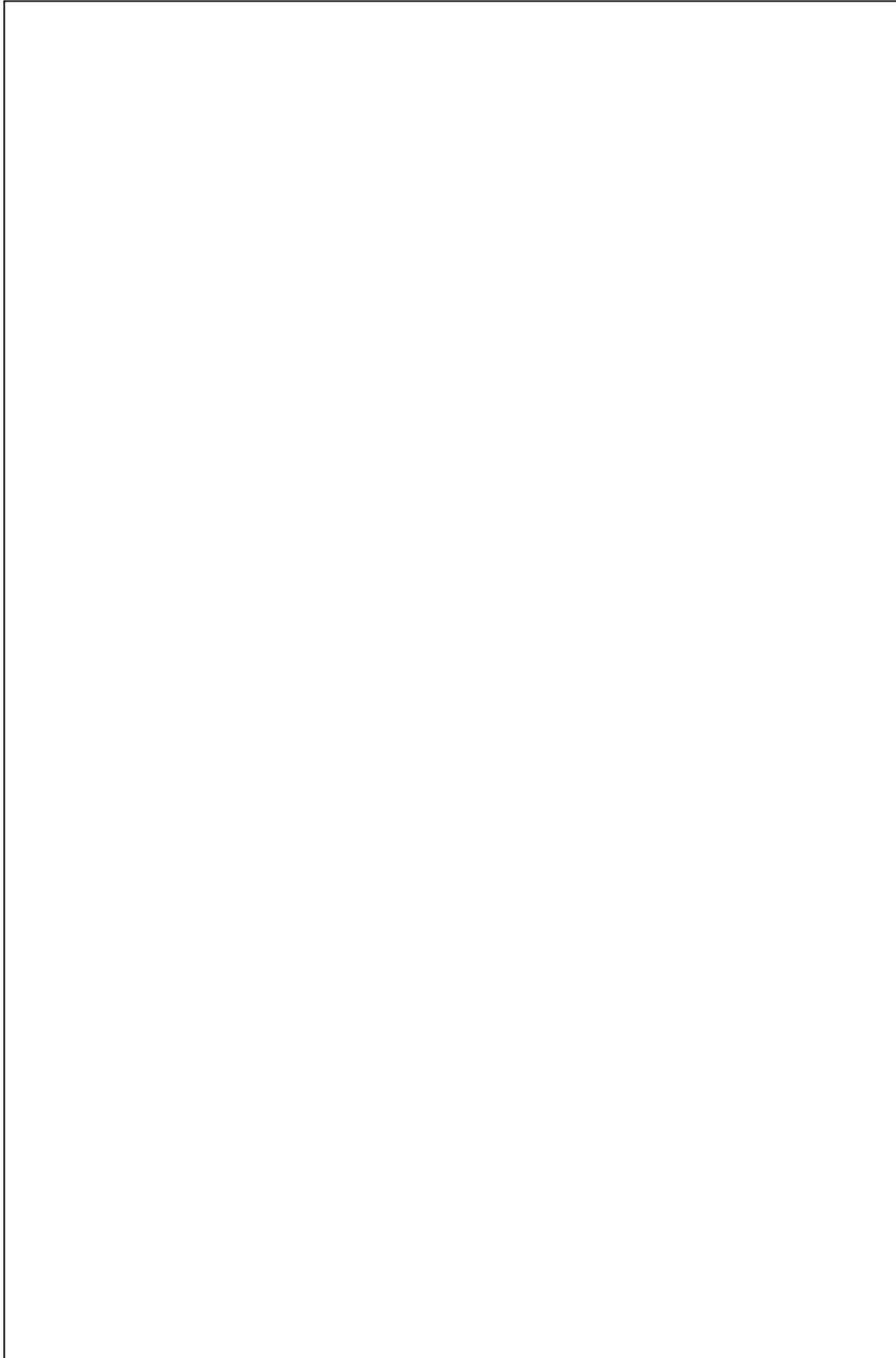
建屋内火災に対する設備

精製建屋ハザードマップ (地上2階)



| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

精製建屋ハザードマップ (地上3階)



| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

精製建屋ハザードマップ (地上 4 階)



| | |
|---|--------------------------------------|
| ■ | 建屋内火災に対する設備 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 火災区域 |

精製建屋ハザードマップ (地上5階)

精製建屋ハザードマップ (可燃物を取扱うセル、室等 (3/10))

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物 量[m ³] | 放射能 量[Bq] | 火災確認のための 温度計等 | 消火設備 の種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給 量 [m ³] ^{※1} | 助燃材で の燃焼量 [m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|-----------|-----------|------------|---------------------------|--------------|------------------|--|--------------------------|--|---|----------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| (つづ き) | | | | | | | | | | |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 溶媒受槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 1.6 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 41 | 約 4.3 | 第 8 一時貯留処理槽 第 9 一時貯留処理槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 2.0 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 122 | 約 11.6 | 低レベル無塩廃液受槽 相分離槽 |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（4/10））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射エネルギー[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³] ^{※1} | 助燃材の燃焼量[m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|------|-------|------------|-----------------------|------------------------|--|---|--------------------------|--|--|---|
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19 | 約 <input type="text"/> | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収溶媒第 3 貯槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 4. 4 | 約 <input type="text"/> | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 68 | 約 0. 1 | 溶媒供給槽 廃有機溶媒残渣中間貯槽 第 1 洗浄器 第 2 洗浄器 油水分離器 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 0. 1 | 約 <input type="text"/> | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | アクリル スプレッ のりのため 試算困難 | 約 0. 1 | 溶媒槽 補助油水分離槽 ^{※3} |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（5/10））

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物 量[m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のための 温度計等 | 消火設備 の 種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給量 [m ³] ^{※1} | 助燃材で の燃焼量 [m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|----------------|-----------|-----------|---------------------------|--------------|--|-----------------|------------------|--|---|--------|
| □ (つづ き) | | | | | □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ ^{※3} □ ^{※3} □ ^{※3} □ ^{※3} | | | | | |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（6/10））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³] ^{※1} | 助燃材での燃焼量[m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|------|-------|------------|--|--|--------------|--|----------------------------------|--|---|-----------|
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | アクテ イブリ ヤラの ため の 試算 困難 | アクテ イブリ の ため の 試算 困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダ ンパ | CO ₂ 消 火 配 管 | アクテ イブリ のため の 試算 困難 | アクテ イブリ のため の 試算 困難 | - |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約0.3 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダ ンパ | CO ₂ 消 火 配 管 | アクテ イブリ のため の 試算 困難 | アクテ イブリ のため の 試算 困難 | 残渣ポ ット |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（8/10））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³] ^{※1} | 助燃材の燃焼量[m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|------|-------|------------|-----------------------|----------|--------------|--|--------------------------|--|--|--|
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 16.1 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 溶媒貯槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 7.3 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 再生溶媒受槽 ^{※3} 溶媒貯槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 0.2 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 12 | 約 0.1 | TBP 洗浄器 ^{※3} プルトニウム洗浄器 ^{※3} |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 0.4 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 7 | 約 0.1 | ウラン逆抽出器 逆抽出液 TBP 洗浄器 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 0.6 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | CO ₂ 消火 配管 | 約 7 | 約 0.1 | 第 1 洗浄器 第 2 洗浄器 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 0.4 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 第 3 洗浄器 |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

※3:安全上重要な施設

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（9/10））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³]*1 | 助燃材の燃焼量[m ³]*2 | 収納する機器 |
|------|-------|------------|-----------------------|----------|--------------|---|--------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 7.7 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | CO ₂ 消火 配管 | 約 275 | 約 0.5 | 第1 洗浄器 第2 洗浄器 第3 洗浄器 油水分離槽 |
| | 赤 | 有機溶媒 硝酸 | 約 7.5 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | CO ₂ 消火 配管 | 約 137 | 約 2.3 | 抽出器 抽出廃液 TBP 洗浄器 核分裂生成物洗浄器 逆抽出器 ウラン溶液 TBP 洗浄器 |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

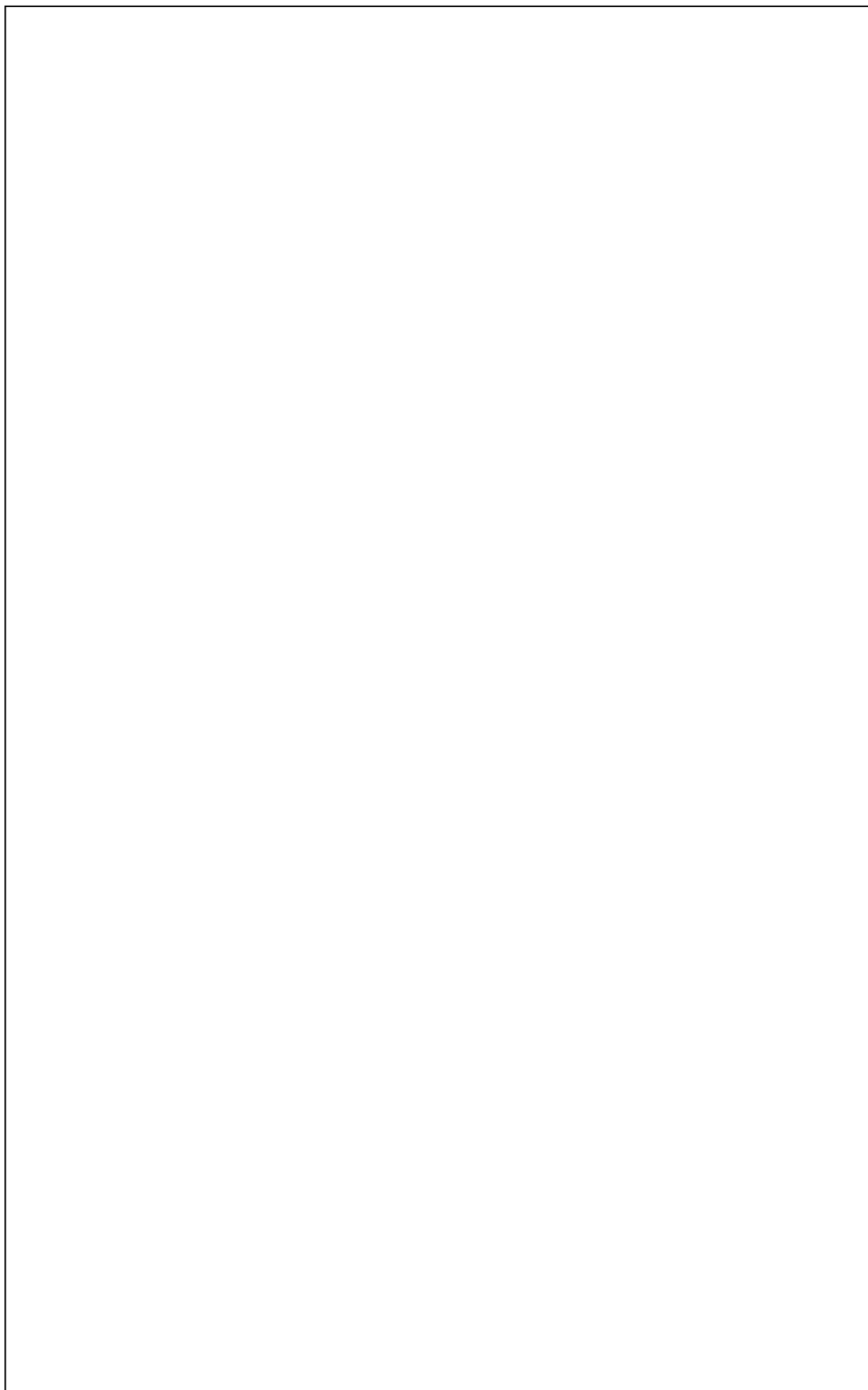
※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

精製建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（10/10））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量[m ³] | 放射能量[Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量[m ³] ^{※1} | 助燃材の燃焼量[m ³] ^{※2} | 収納する機器 |
|------|-------|-------|-----------------------|----------|--------------|--|----------|--|--|--|
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 20 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収溶媒受槽 回収希釈剤受槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収希釈剤第 1 貯槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収溶媒第 1 貯槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 20 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収溶媒中間貯槽 回収希釈剤中間貯槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 7.1 | 約 | 煙感知器（3 基） | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | 回収 TBP80%貯槽 回収 TBP80%調整槽 回収 TBP30%調整槽 回収希釈剤貯槽 |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 0.7 | — | 煙感知器（1 基） | 無し | — | — | — | TBP 貯槽 希釈剤貯槽 |

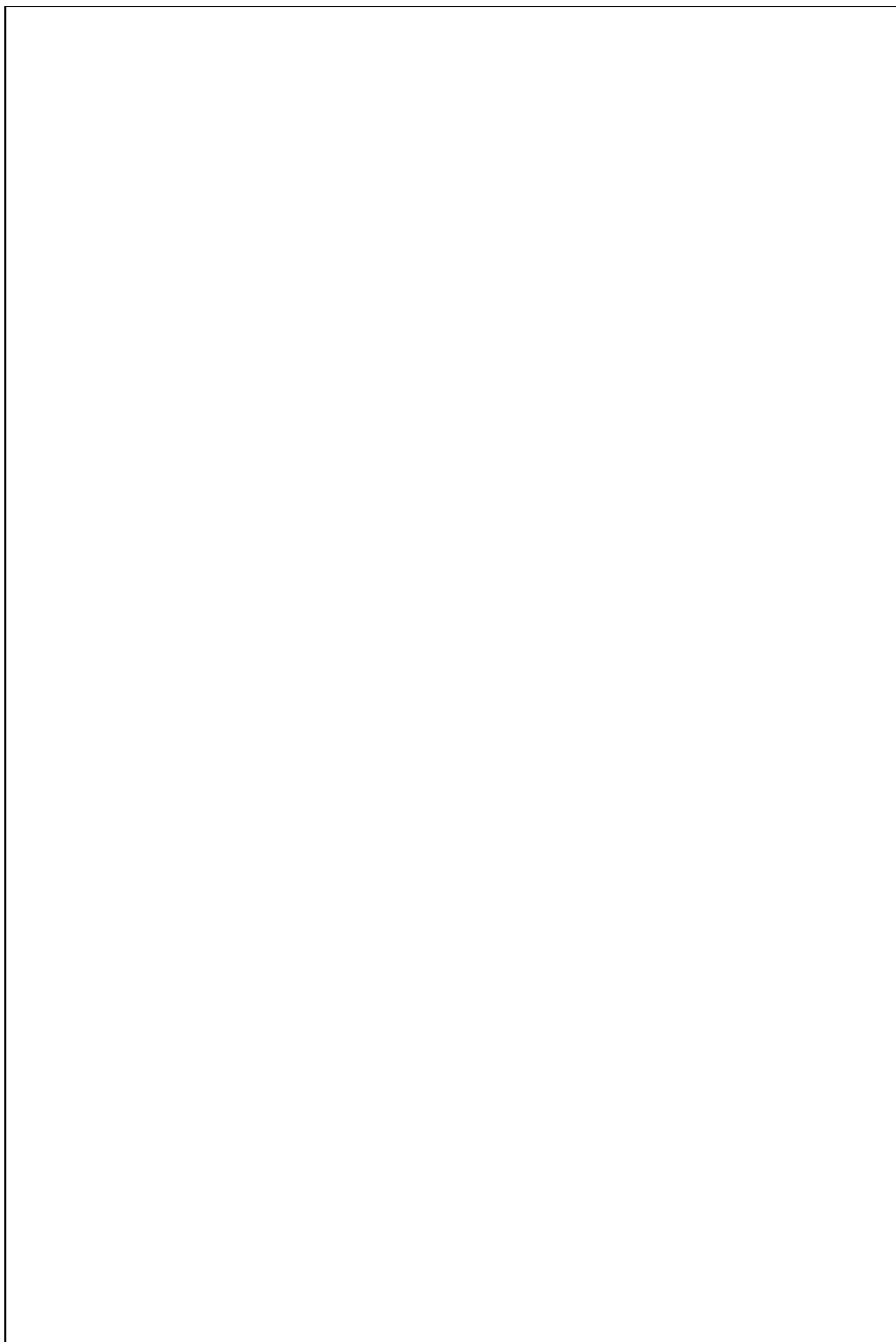
※1: セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2: 硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量



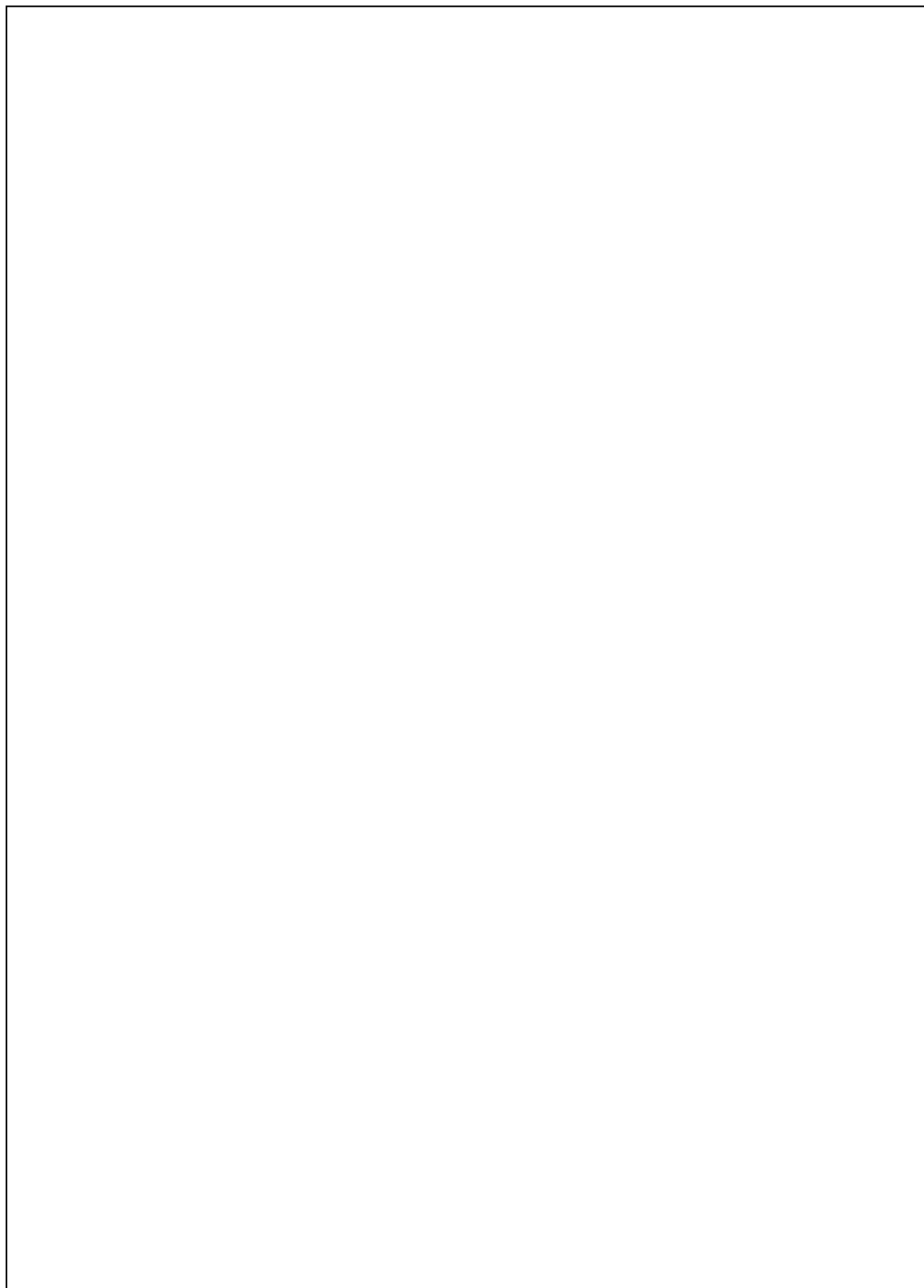
| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（地下2階）



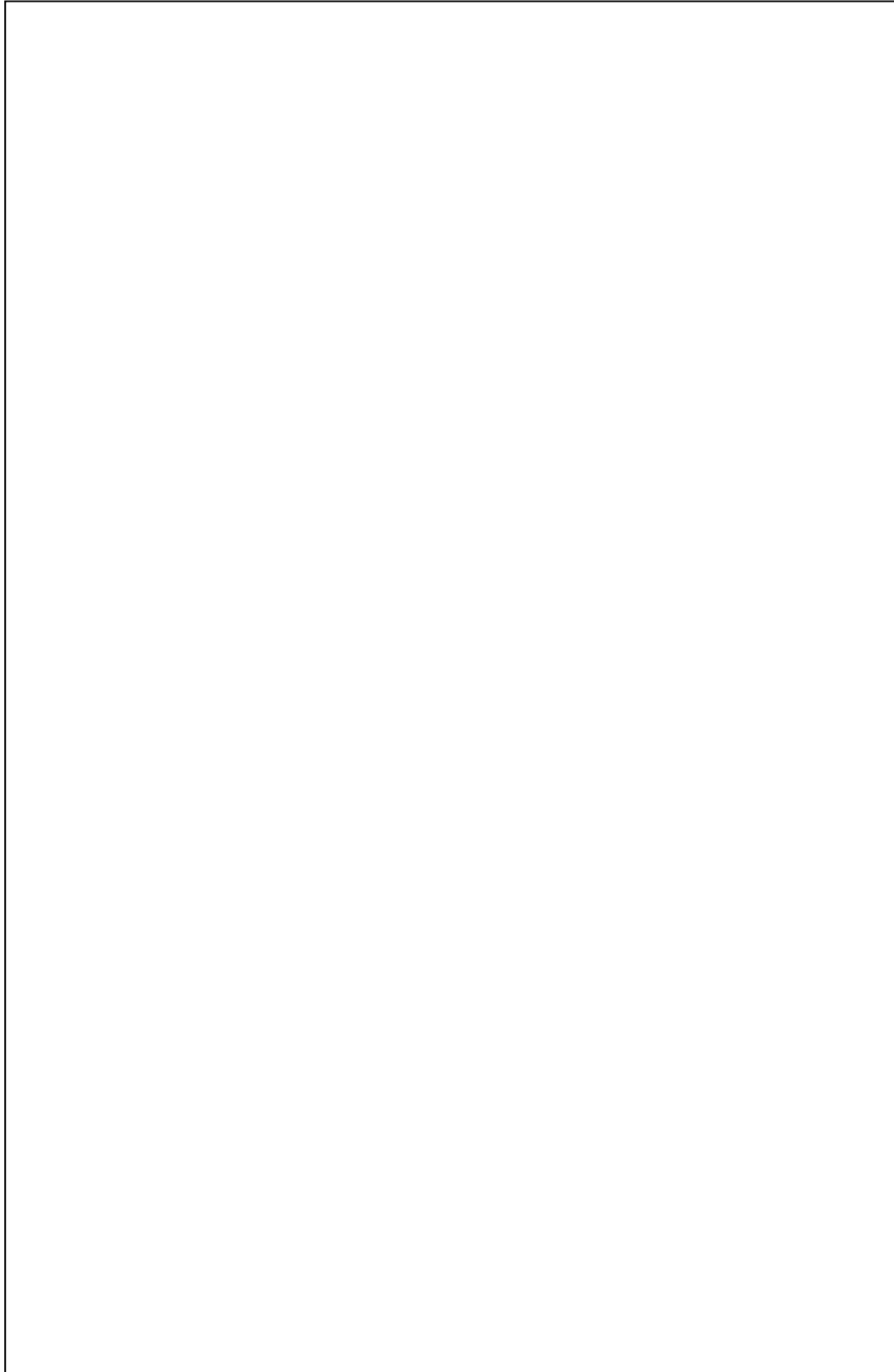
| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 助燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ (地下 1 階)



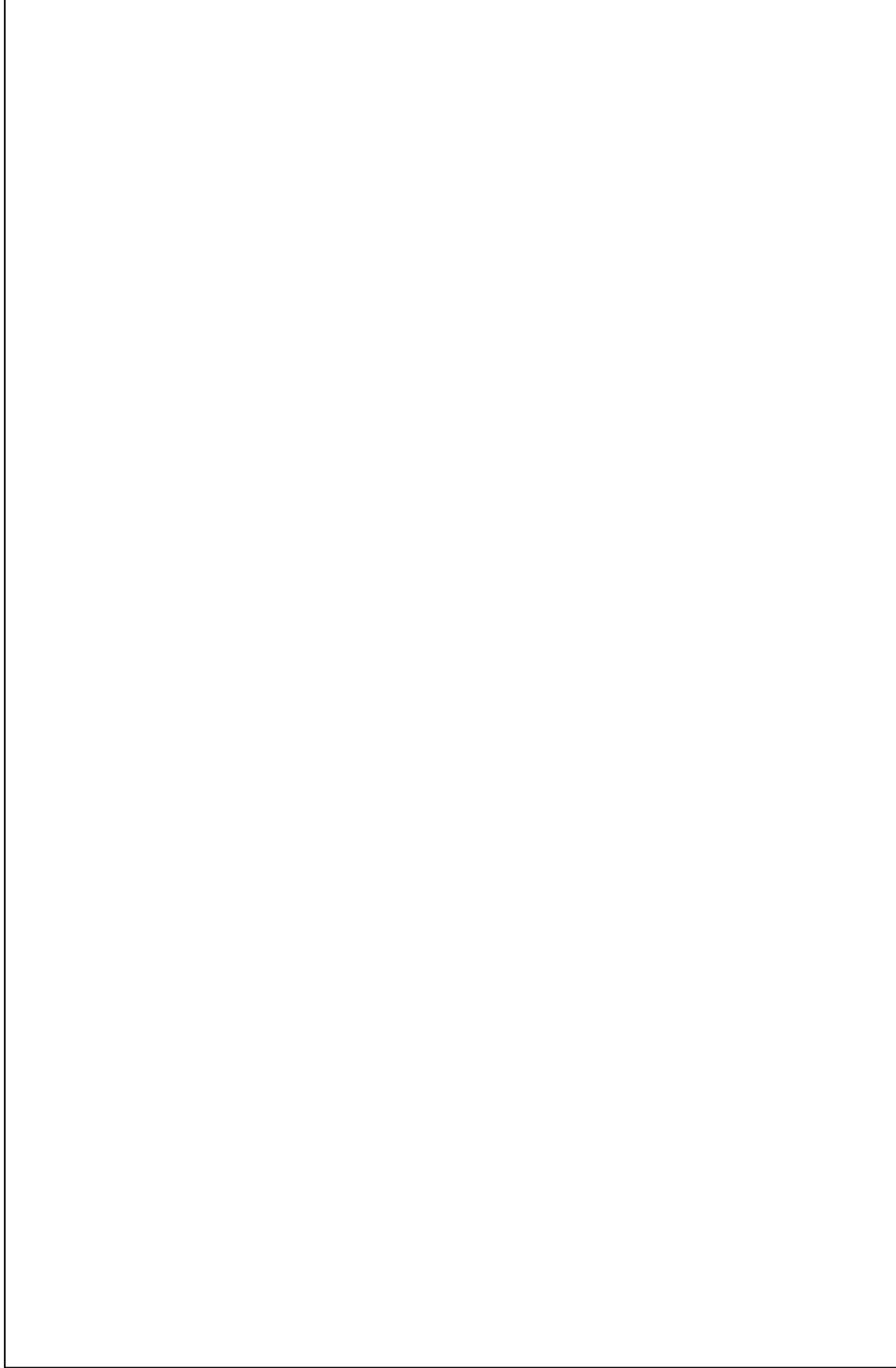
| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（地上1階）



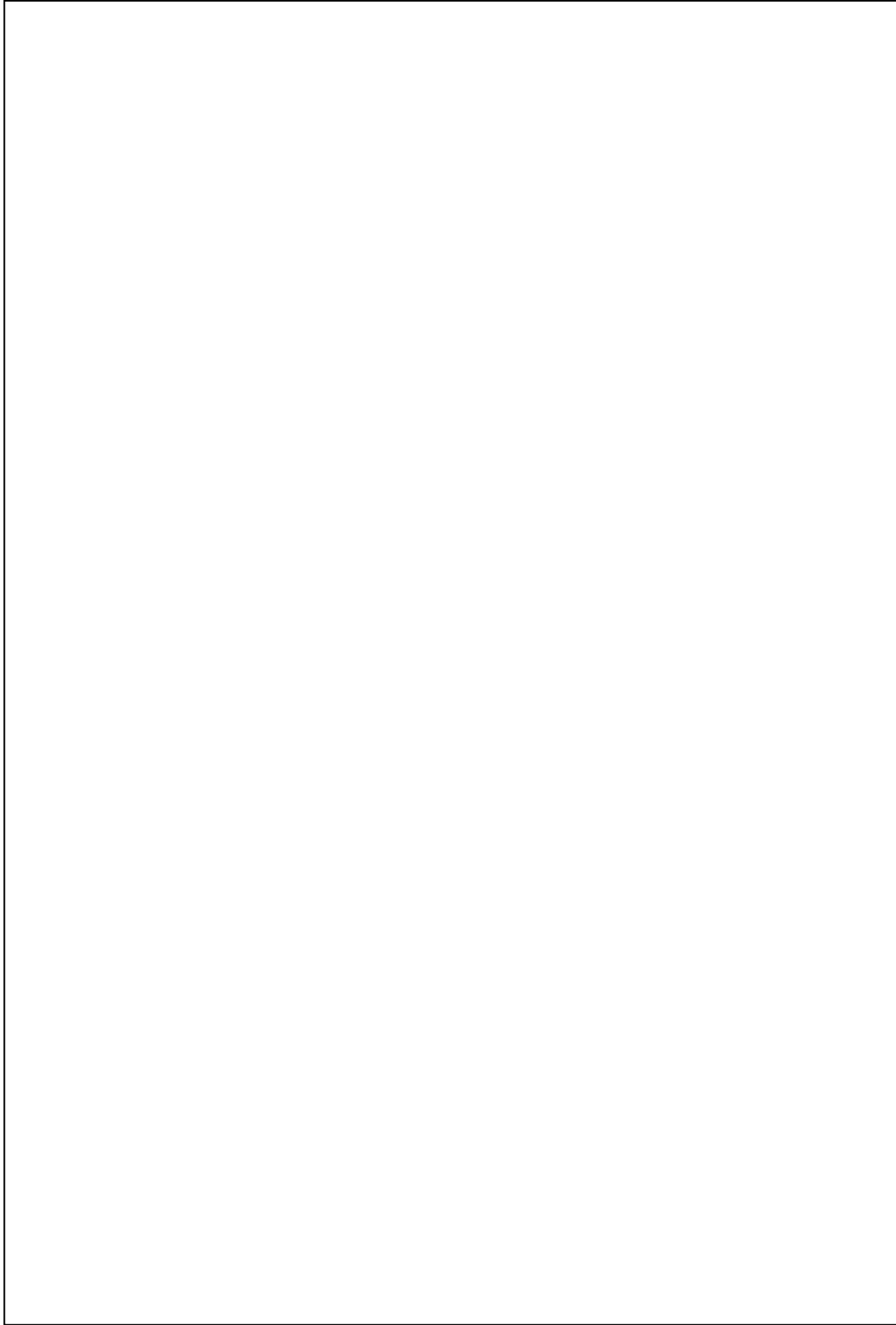
| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ (地上 2 階)



| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ (地上 3 階)



| 建屋内火災に対する設備 | |
|-------------|--------------------------------------|
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : 可燃性気体発生のおそれのあるセルまたは室 |
| ■ | : CO ₂ 消火設備が設置されているセルまたは室 |
| ■ | : 他消火設備が設置されているセルまたは室 |

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ (地上 4 階)

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（1/4））

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物量 [m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のための 温度計等 | 消火設備 の 種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給量 [m ³]*1 | 助燃材で の燃焼量 [m ³]*2 | 収納する機器 |
|----------|-----------|-----------|---------------------------|--------------|------------------|--|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃 棄物のた め試算困 難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（2/4））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量 [m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量 [m ³]*1 | 助燃材での燃焼量 [m ³]*2 | 収納する機器 |
|------|-------|-------|------------------------|-----------|--------------|--|----------|-----------------------------|------------------------------|-------------|
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19.3 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | 廃有機溶媒残渣受槽 B |
| | 黄 | 廃溶媒 | 配管室のため試算困難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 有機溶媒 | 約 19.3 | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | 廃有機溶媒残渣受槽 A |
| | 黄 | 廃溶媒 | 配管室のため試算困難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 廃溶媒 | 配管室のため試算困難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 焼却灰 | 試算困難 | 試算困難 | 煙感知器 (5基) | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 引火性液体 | 微量 | 試算困難 | 無し | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（3/4））

| 部屋番号 | マップ区域 | 内容物種類 | 可燃物量 [m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のための温度計等 | 消火設備の種類 | セル内水供給方法 | セル内水供給量 [m ³]*1 | 助燃材での燃焼量 [m ³]*2 | 収納する機器 |
|------|-------|---------|------------------------|-----------|--------------|--|----------|-----------------------------|------------------------------|--------|
| | 黄 | 廃溶媒 | 約 0.7 | 約 | 無し | 無し | — | — | — | 調整槽 |
| | 黄 | ブタン | 試算困難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 可燃物粉塵 | 試算困難 | 試算困難 | 煙感知器（12基） | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 引火性液体 | 微量 | 試算困難 | 煙感知器（3基） | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |
| | 黄 | 廃溶媒の調整液 | 10 l/h | 約 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | 熱分解装置 |
| | 黄 | 廃溶媒 | 試算困難 | 試算困難 | | CO ₂ 及び CO ₂ ダンプ | — | — | — | — |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

低レベル廃棄物処理建屋ハザードマップ（可燃物を取扱うセル、室等（4/4））

| 部屋 番号 | マップ 区域 | 内容物 種類 | 可燃物量 [m ³] | 放射能量 [Bq] | 火災確認のため の 温度計等 | 消火設備 の 種類 | セル内 水供給 方法 | セル内 水供給量 [m ³]*1 | 助燃材で の燃焼量 [m ³]*2 | 収納する機器 |
|----------|-----------|-----------|---------------------------|--------------|----------------------|--|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | 黄 | 可燃物 粉塵 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(7基) | CO ₂ 及び CO ₂ ダンパ | — | — | — | |
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(1基) | ハロゲン 及び FMダンパ | — | — | — | |
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(4基) | ハロゲン 及び FMダンパ | — | — | — | |
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(5基) | ハロゲン 及び FMダンパ | — | — | — | |
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(1基) | ハロゲン 及び FMダンパ | — | — | — | |
| | 黄 | 可燃物 | 雑固体廃棄物のため試算困難 | 試算困難 | 煙感知器(1基) | ハロゲン 及び FMダンパ | — | — | — | |

※1:セル外への漏えいなしにセル内に供給可能な水の量

※2:硝酸塩に含まれる酸素によって燃焼できる最大の有機溶媒量

換気シミュレータと火災時における換気設備運転方法の検討

1. 換気シミュレータの開発経緯と火災解析について

六ヶ所再処理施設の各建屋は、放射性物質の建屋外部への放出を防止するために、独立した3層の閉じ込め系を有している。一番内側が放射性物質を直接内蔵する貯槽等の排気を行う廃ガス処理設備、二番目がこれら貯槽を収納するセル等の排気を行うセル換気設備、三番目がその外側の区域を排気する建屋換気設備である。それぞれの換気設備は独立しており、内側の塔槽類の負圧が最も深くなるよう、連携して運転している。

一方、再処理施設のそれぞれの建屋は非常に多くのセル、室から構成され、セル換気と建屋換気設備で負圧の逆転が起きないように運転するためには、知識と経験が必要である。さらに、負圧は開口部の開閉作業、排風機の定期的な切り替え等の外乱で影響を受けやすい。そこで、こうした作業前に、建屋内の負圧への影響を定量的に検討できる換気シミュレータを開発し、操業中の安定した負圧状態の維持に万全を期すこととした。

このような大規模な負圧解析システムは世の中に存在しないため、2006年度より解析方法の検討から開始し、現在、安全上重要な施設の建屋すべてを含む7建屋について圧力変動の評価を行うことが可能となり、六ヶ所再処理施設の安定した負圧状態の維持に活用されている。また、本システムでは万一放射性物質が漏えいした場合の建屋内の拡散状況の評価や、今回利用した火災発生時の温度・圧力の伝播も評価できる機能を有している。

本システムの実証性については、これまでの試験運転の中で行ってきた負圧試験のデータで微調整することにより、圧力変動を概ねトレースできるものとなっている。しかし、火災については、採用した2層ゾーンモデルの妥当性は同類のコードで火災実験を用いて確認しているが¹⁾、建屋全体の火災事例がないため、評価結果については、条件の違いによる相対的な影響を把握するに留めることとしている。

今回の検討では、こうした点を認識した上で、換気設備の運転条件の差が火災の進展にどう影響するかの視点から、再処理施設での有効な消火方法を検討した。

2. 換気シミュレータの概要

(1) 圧力計算モデル

換気設備は膨大な換気ネットワークで構成され、圧力制御が行われている。圧力計算モデルにはノード・ジャンクション法を用いている。これは構成要素として

- ・ 体積を模擬する要素（ノード）
- ・ ノード間の圧損抵抗等を模擬する要素（ブランチ）
- ・ 熱伝達要素（構造材）

を用いて換気系統のネットワーク全体をモデル化している。（図 1 参照）

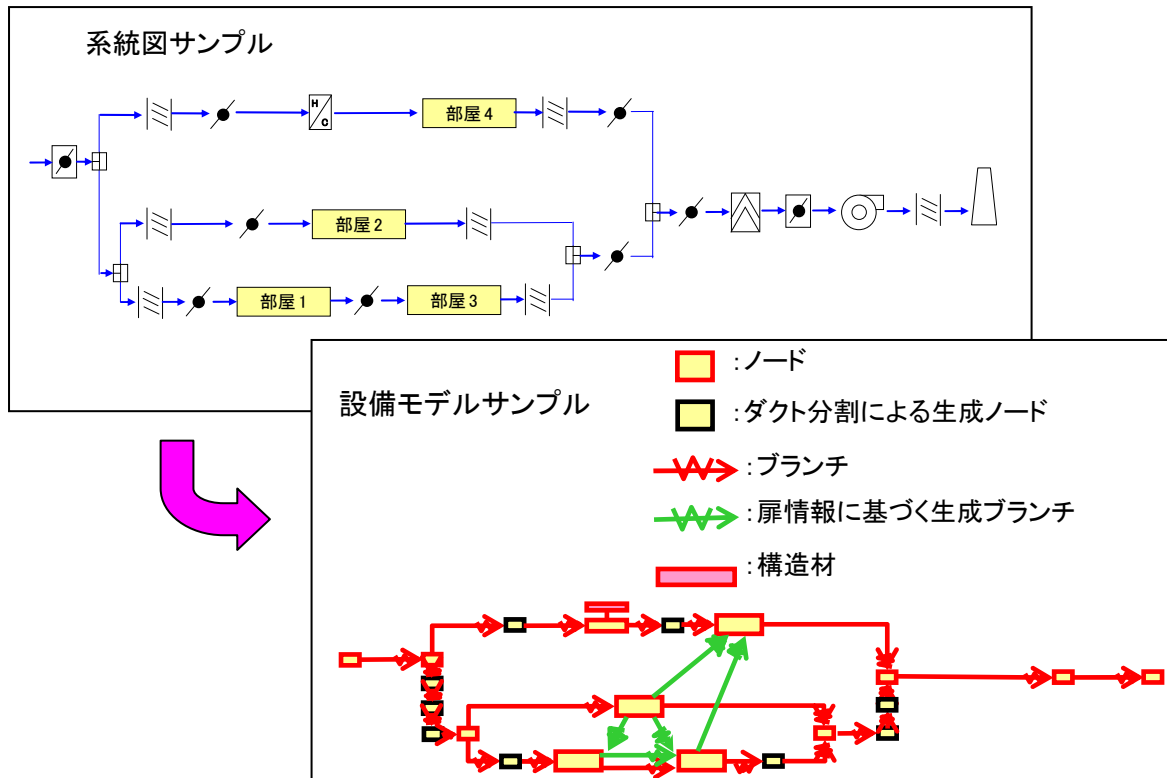


図 1 ノード・ジャンクション法による換気設備のモデル化

この計算モデルは、再処理施設の建屋毎のすべてのセル・室等をおびただしい数のノードでモデル化した非常に大規模なものであるが、過渡計算は実時間を下回る高速性を確保している。基礎方程式としては、ノードに関する空気等の質量収支、エネルギー収支、ブランチに関する流れの運動量収支を連立させ、時間ステップ毎の収束演算による非定常計算を行う。

(2) 火災モデル

火災室では燃焼済みの高温ガスが天井から溜まっていき、上層部は高温層、下層は低温層となる仮定でモデル化した図2に示すような2層ゾーンモデルを用いている。2層ゾーンモデルは、単純なモデルによる高速計算にもかかわらず比較的良好な結果が得られることから火災解析によく用いられているモデルである。火災モデルは上記の圧力計算モデルと連携して計算を行う。

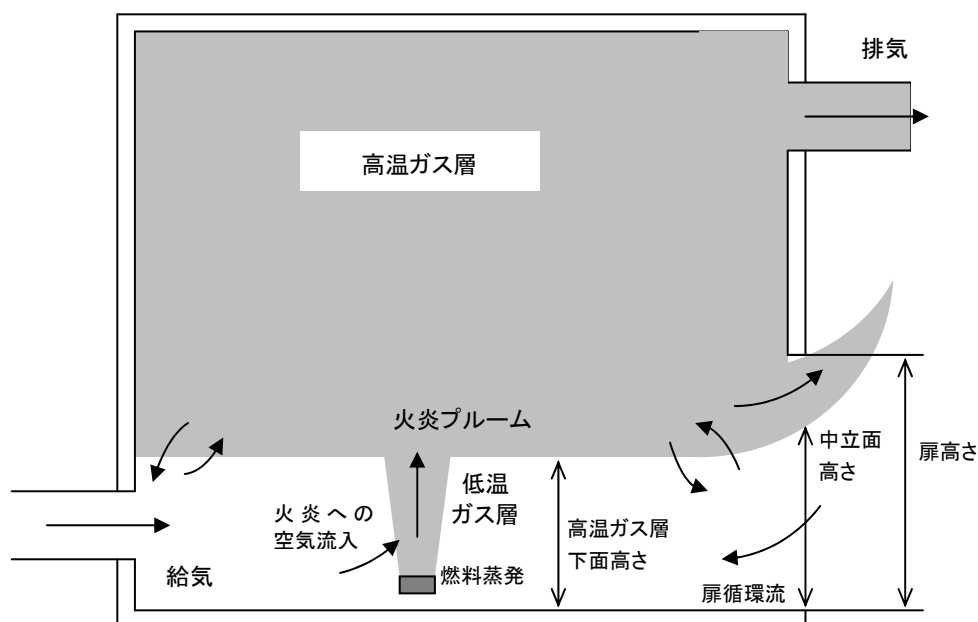


図 2 2層ゾーンモデル

主な計算上のスペックを以下に示す。

- 火炎プルーム（火災による高温空気流れ）の質量流量
Zukoski の実験式²⁾による。（プルームの質量流量はプルーム高さ z と発熱量 Q の式で表される）
- 燃焼速度
燃料蒸発のため燃料表面が受ける放射熱量と燃焼に必要なプルーム内の空気のうち燃焼として小さくなる方で決定する。
- 煤煙の拡散
燃焼に対して一定の割合で煤煙が発生し、空気に随伴して拡散する。部屋での沈降、再浮遊、フィルタでの捕獲、フィルタの目詰まりを考慮する。

(3) システムの特徴

- 管理区域換気設備全体をモデル化しており、実機運転データで圧力損失の誤差を補正することで正確さを高めている
- 700～1700 ノード、1000～2900 ブランチの巨大な換気システムをモデル化しており、実時間の数倍程度高速で計算することが可能
- 換気設備を構成するダンパや送風機、排風機、制御機器の動作を詳細に模擬
- ビジュアルな結果表示により状況表示が容易（各部屋を負圧程度で色替え表示）

3. 換気シミュレータによる火災時の換気設備運転方法の検討

(1) 検討条件

分離建屋で最も多くの有機溶媒 (30m³) を貯留する回収溶媒貯留セル (容量約 540m³) での火災を対象に、以下の 4 ケースの換気設備の運転状態について検討した。

換気設備の運転状態としては、地震等による火災が発生するまでは、通常運転モードで稼動しているため、はじめに、換気設備がその後も正常に運転できている状態を検討の対象とした。その際、火災の進展に最も影響を及ぼすのが当該セルの給気側防火ダンパなので、設計どおり作動するケース①と、作動しないケース②を検討した。

次に、防火ダンパが作動せず、手動でも閉止できない場合は、低換気運転による消火の効果を確認するため、換気設備の運転状態として閉じ込めモードに移行させたケース③を検討した。換気設備は地震等による外部電源喪失時も閉じ込めモードに移行するので、このケースは外部電源喪失時の評価も包含することになる。

さらに、地震等により全交流電源喪失または換気設備の機能喪失、並びに、意図的な換気設備の停止の効果を確認するケース④も検討対象とした。

- ① 建屋換気設備通常運転 (防火ダンパ閉)
- ② 建屋換気設備通常運転 (防火ダンパ開)
- ③ 建屋換気設備閉じ込めモード運転 (防火ダンパ開)
給気系は停止し、排気系の建屋排風機・セル排風機各 1 台は低速運転
- ④ 建屋換気設備全停止 (防火ダンパ開)

なお、上記①の防火ダンパは温度条件 72℃で作動し、閉止時の漏えい率は規制対象ダンパの上限値 1%(1m²当たり漏えい量 5m³) (昭和 48 年建設省告示第 2565 号別記) を用いた。また、③と④の運転員操作は火災発生から 10 分後とした。

(2) 検討結果

有機溶媒の累積燃焼量、フィルタ差圧、火災セル内温度、煤煙濃度の解析結果を、表 1 に示す。煤煙濃度は火災発生から 8 時間後の建屋内拡散の状況を相対的に示したものである。

① 建屋換気設備通常運転 (防火ダンパ閉)

防火ダンパが温度条件 72℃で作動した場合はセルへの給気停止となり、その後の燃焼はほとんど進行せず、その結果、フィルタ差圧も上昇せず、施設

外への放射性物質の放出が抑えられる。燃焼初期に建屋内へ逆流する煤煙の汚染は、建屋換気が稼動しているので希釈され、他のケースに比べて汚染の程度は少ない。このことから、仮に可燃性気体が発生してセル外に漏れいしても、建屋換気による希釈により蓄積のリスクは小さいと考えられる。

② 建屋換気設備通常運転（防火ダンパ開）

防火ダンパが作動しない場合は、セル換気により燃焼が継続するため、溶媒燃焼量はほぼ時間に比例して増える。それに伴いセル換気のフィルタ差圧も上昇し、高性能粒子フィルタの健全性が確認されている 4kPa にこの計算では約 10 時間で到達する結果となっている。また、セル内温度も燃焼とともに上昇し、同じ 10 時間後には 300℃を越す結果となっており、このままの運転状態は許容できない。

一方、高性能粒子フィルタの健全性が維持される 10 時間後の累積燃焼量は約 700kg なので、対象となる溶媒量がこれに比べて充分少ないことが火災時に確認できる場合は、必要に応じて換気を維持することも、消火の選択肢として考えられる。

なお、8 時間後の建屋内煤煙濃度は、他のケースに比べ、すべての換気設備が通常通り稼動しているので汚染の程度が少ないが、上記のように 10 時間後にフィルタが閉塞してしまうと、建屋内汚染が急速に進むことになる。

③ 建屋換気設備閉じ込めモード運転（防火ダンパ開）

上記②の状況を打開する方策として、中央制御室から低換気運転である閉じ込めモードへの切り替えを実施した場合の評価を行った。閉じ込め運転モードとは、気圧変動要因の発生や外部電源喪失のような換気設備に何らかの外乱が発生した場合、最小限の負圧維持を目的とした緊急避難的運転方法である。具体的には、給気系は停止し、排気系の建屋排風機、セル排風機各 1 台は低速運転とし、換気量を最小化する運転方法であり、中央制御室での一連の切替え操作が自動化されているものである。

評価結果は、火災発生後 10 分で閉じ込めモードに切り替えた場合、セルへの給気流量の低下により、上記②に比べて累積燃焼量が 3 分の 1 程度に抑制されるというものである。これにより、セル内温度の上昇も同様に緩和される結果となっている。また、フィルタ差圧については、累積燃焼量が②に比べて 3 分の 1 程度の改善に対して、換気風量の低下が大きく寄与するためフィルタ差圧の上昇が非常に小さく、建屋全体としての閉じ込め機能が長時間に渡って維持される結果となった。したがって、給気側のダンパが閉止できない場合は、外部への放射性物質の放出が回避でき、その間に消火活動に必

要な時間を確保できる閉じ込めモードへの切り替えは、有効と考えられる。

④ 建屋換気設備全停止（防火ダンパ開）

建屋換気設備の運転を火災発生から 10 分後に全停止した場合も、その後の燃焼はほとんど進行せず、その結果、セル内温度の上昇も抑制される結果となっている。しかし、8 時間後の煤煙濃度の結果からわかるように、換気による空気の流れがないため、他のケースに比べ火災初期の急激な圧力上昇により建屋内へ広がった汚染は改善されない。

なお、解析例の分離建屋は換気を止めた場合、接続されている前処理建屋からのインリークが若干あるので、火災発生後しばらくはその寄与による燃焼が続くとの結果となっている。

4. まとめ

換気シミュレータによる火災解析を行い、防火ダンパの動作状態との関係で、建屋換気設備の運転方法について検討を行った。こうした知見をもとに、設計の想定を超える火災発生時の対応方法を取り纏めることとする。

参考文献

- 1) 玉内義一, 瀬川智史, 林芳昭, 松岡伸吾, 黒須勝也, “六ヶ所再処理工場の確率論的安全評価, (III)セル内有機溶媒火災 (内的事象) ”, 日本原子力学会誌, Vol. 10, No. 3, p. 170-184 (2011)
- 2) Zukoski, E. E., “Development of a Stratified ceiling layer in the early stages of a closed-room fire”, Fire and Materials, Vol 2, p54-62, (1978)

表 1 換気シミュレータの解析結果(1/2)

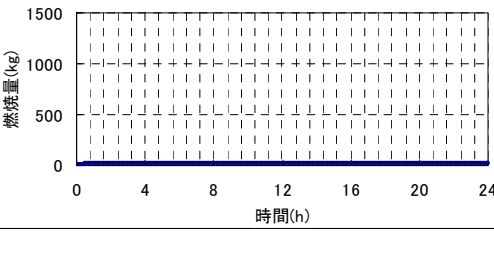
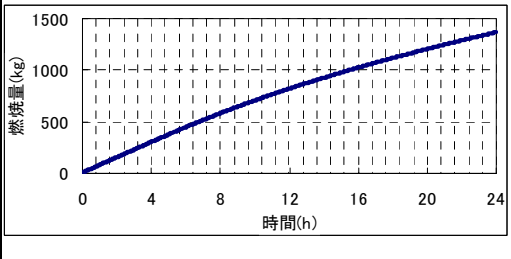
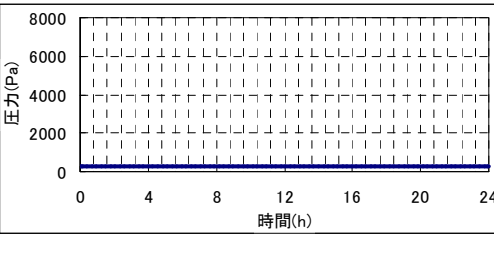
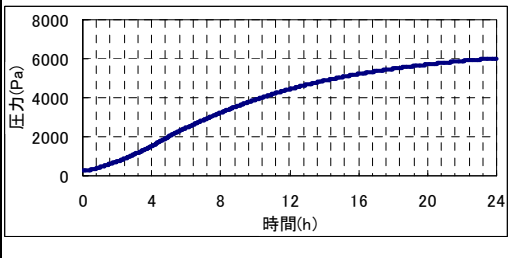
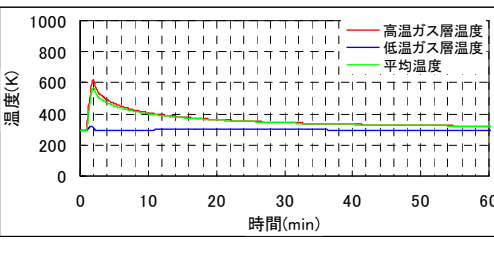
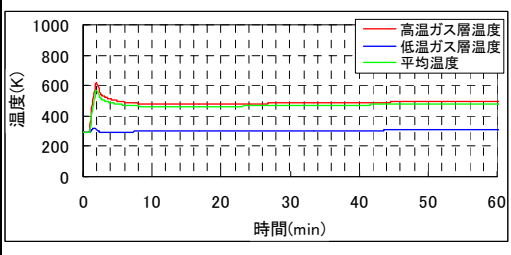
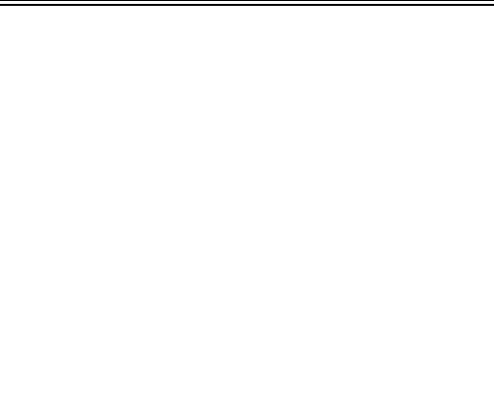
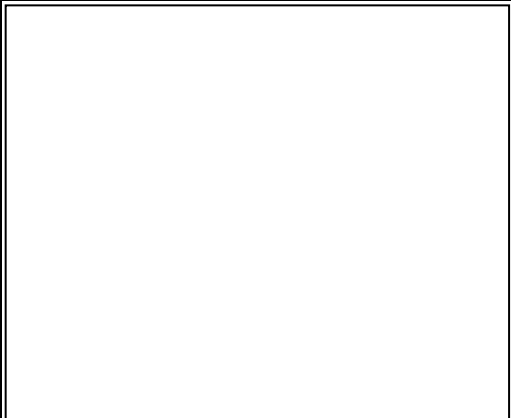
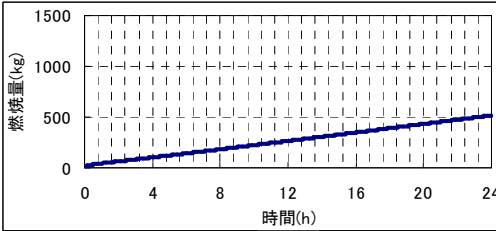
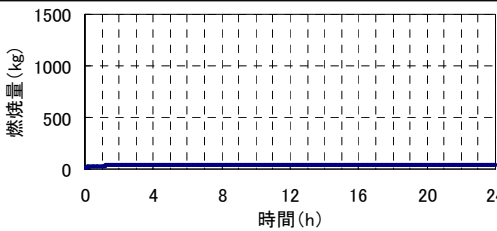
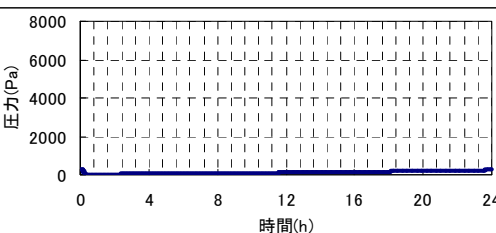
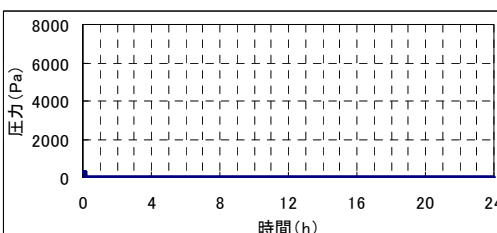
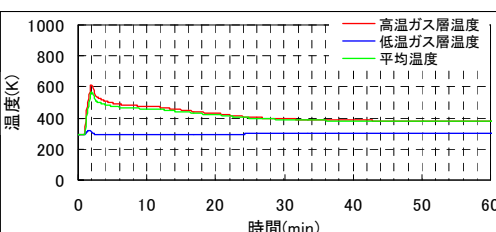
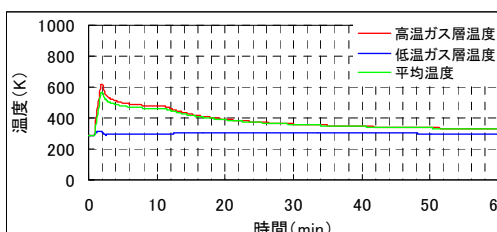


| | | |
|--|--|---|
| <p>換気設備の 運転条件</p> <p>項目</p> | <p>換気設備通常運転</p> <p>建屋送風機 : 2 台運転 建屋排風機 : 2 台運転 グローブボックス・セル排風機 : 2 台運転</p> <p>セル給気側防火ダンパ 温度 (72℃) で閉止</p> | <p>換気設備通常運転</p> <p>建屋送風機 : 2 台運転 建屋排風機 : 2 台運転 グローブボックス・セル排風機 : 2 台運転</p> <p>セル給気側防火ダンパ 不作動</p> |
| <p>有機溶媒の累積 燃焼量 [kg]</p> <p>(24 時間)</p> |  |  |
| <p>フィルタ差圧 [Pa]</p> <p>(24 時間)</p> |  |  |
| <p>高温ガス層温度 低音ガス層温度 平均温度 [K]</p> <p>(60 分間)</p> |  |  |
| <p>煤煙濃度 [相対表示]</p> <p>(8 時間後)</p> |  |  |

表 1 換気シミュレータの解析結果(2/2)

| 換気設備の 運転条件 項目 | 閉じ込めモード運転 建屋送風機 : 2 台停止 建屋排風機 : 1 台低速運転 グローブボックス・セル排風機:1 台低速運転 セル給気側防火ダンパ 不作動 | 換気設備全停止 建屋送風機 : 2 台停止 建屋排風機 : 2 台停止 グローブボックス・セル排風機:2 台停止 セル給気側防火ダンパ 不作動 |
|--|--|--|
| 有機溶媒の累積 燃焼量 [kg] (24 時間) |  |  |
| フィルタ差圧 [Pa] (24 時間) |  |  |
| 高温ガス層温度 低音ガス層温度 平均温度 [K] (60 分間) |  |  |
| 煤煙濃度 [相対表示] (8 時間後) |  |  |