

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 32 R 0
提出年月日	令和 4 年 3 月 9 日

設工認に係る補足説明資料

竜巻防護設計の基本方針に関する

建屋開口部の防護について

目 次

1. 概要	1
2. 設計方針	1
3. 開口部等の調査	2
4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査	2

■■■■■については，核不拡散の観点から公開できません。

1. 概要

本資料は、MOX燃料加工施設に対する第1回申請のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-2-4-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」

上記添付書類において、設計飛来物の対策として、竜巻防護対象施設を収納している建屋の外壁部は、十分な厚さを有することにより、貫通や裏面剥離を生じさせない設計としていることを示している。また、外殻となる扉や開口部(以下「開口部等」という。)の内側に竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備がある場合には、フード・風除室または迷路構造とすることにより、竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備に設計飛来物が衝突することを防止できる設計とすることを示している。また、「V-1-1-1-2-5-1-1 燃料加工建屋の強度計算書」にて、主要耐震要素としての壁の配置と、設計飛来物がその外壁に衝突したとしても貫通及び裏面剥離を生じないことを示している。

本資料では、竜巻による飛来物への防護設計として、開口部又は主要耐震要素以外の外壁(以下「外壁」という。)の構造及び対策について補足説明するものである。具体的には、建屋地上部で飛来物の衝突のおそれのある外壁及び建屋外殻に設ける開口部を調査し、それぞれの開口部等に設けられるフード等により適切に中の竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備が防護されていること若しくは竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備に影響が無いことを示すものである。

なお、本資料は、MOX燃料加工施設の第1回申請の対象設備として燃料加工建屋について示すものであるが、後次回の申請において、開口部等を有する建屋を申請する場合には、その内容を含めて記載を拡充していく。

2. 設計方針

「V-1-1-1-2-4-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」において、竜巻防護対象施設を収納する建屋である燃料加工建屋に対する機能維持の方針として、以下のとおりとしている。

(衝突評価)

- a. 建屋の衝突評価については、設計飛来物が建屋の外殻を構成する部材を貫通しない設計とするために、設計飛来物による衝撃荷重に対し、当該部材が設計飛来物の貫通を生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。
- b. 外殻となる扉や開口の内側に竜巻防護対象施設がある場合には、フード・風除室または迷路構造とすることにより、竜巻防護対象施設に設計飛来物が衝突することを防止できる設計とする。
- c. フード・風除室については、設計飛来物の貫通を生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。

(構造強度評価)

- a. 建屋の構造強度評価については、設計飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻防護対象施設を収納する建屋の外殻となる部材自体の脱落を生じない設計とするために、外殻となる屋根及び壁のうち、コンクリートの裏面剥離により収納する竜巻防護対象施設への影響が考えられる箇所については、裏面剥離によるコンクリート片の飛散が生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。

- b. また、竜巻防護対象施設を収納する建屋の倒壊、構成部材の倒壊及び構成部材の脱落を生じない設計とするために、設計荷重(竜巻)に対し、屋根及び耐震壁に終局状態に至るようなひずみ又は応力が生じないことを計算及び解析により確認する。
- c. 外殻となる扉や開口の内側に竜巻防護対象施設がある場合には、フード・風除室または迷路構造とすることにより、竜巻防護対象施設に設計飛来物が衝突することを防止できる設計とする。
- d. フード・風除室については、設計飛来物の裏面剥離を生じない最小厚さ以上であることを計算により確認する。

上記の開口部等の設計方針に係る調査内容について、3. 以降に示す。

3. 開口部等の調査

飛来物が侵入するおそれのある開口部等を以下のとおり調査し竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備に影響を与えないことを確認する。

- 設計飛来物が侵入するおそれのある開口部等から飛来物が侵入し竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備に衝突するおそれがある箇所について、開口入口にフード・風除室が設置され、設計飛来物に対して竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備が防護されていることを確認する。(フード・風除室により侵入防止できる開口部等)
 - フード・風除室により侵入防止できる開口部等については、「4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査」に示す裏面剥離限界厚さの確認をもとに、竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備が防護されていることを確認する。
- フード・風除室がない又は貫通限界厚さ(壁:247mm, 屋根:175mm)を下回るフード・風除室又は外壁が設置されている場合は、設計飛来物が開口から侵入することを想定し、設計飛来物が侵入するおそれのある開口部等から直接見込めるエリアに竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処設備がなく、設計飛来物による影響を受けないことを確認する。(迷路構造が形成されている開口部等)

4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査

裏面剥離限界厚さ(壁:412mm, 屋根:314mm)を下回るフード・風除室又は外壁に対し、設計飛来物が衝突した場合、裏面剥離したコンクリート片が裏面に設置する設備等に影響を与える可能性がある。コンクリートに対する設計飛来物の裏面剥離限界厚さをもとに、竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性がないことを確認する。

以 上

別紙

外竜巻32 【竜巻防護設計の基本方針に関する建屋開口部の防護について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙1	燃料加工建屋	3/9	0	

令和4年3月9日 R0

別紙 1

燃料加工建屋

目 次

1. 概要	1
2. 地上1階の調査結果	1
3. 地上2階の調査結果	5
4. 塔屋階の調査結果	7
5. 竜巻から防護する上で設計上考慮が必要なフード・風除室及び主要耐震要素以外の外壁について	12

1. 概要

補足説明資料本文中の「3. 開口部等の調査」及び「4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査」に基づき、竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性がある建屋地上部の開口部等を調査し、燃料加工建屋による防護が期待できず設計飛来物が侵入するおそれのあるエリア及び貫通はしないが裏面剥離したコンクリート片(以下「裏面剥離物」という。)の飛散を考慮するエリアを整理した。

以下にフロアごとの調査結果を示す。

2. 地上1階の調査結果

地上1階の開口等及び外壁の調査結果を第2-1図に示す。また、開口部等及び外壁を、補足説明資料本文中の「3. 開口部等の調査」及び「4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査」に基づき分類した結果を第2-1表のとおり整理し、2.1章から2.2章に分類ごとの調査結果について詳細を示す。



第2-1図 燃料加工建屋(地上1階：T.M.S.L. 56.80m)の主要な開口部等

第2-1表 燃料加工建屋(地上1階)の主要な開口部等の分類

章	分類	No.
2.1	迷路構造が形成されている開口部等	3, 6, 9
2.2	その他の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10

2.1 迷路構造が形成されている開口部等

第2-1図のうち、開口面積の大きいNo. 6, 9については、設計飛来物が建屋内に侵入することを想定するエリアを設定した。これらのエリアについては開口から見通せる範囲に竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置しない設計とする。

また、第2-1図のうちNo. 3については、第2-3表に示すとおり地下1階のオイルタンク室(444室)に竜巻防護対象施設である非常用所内電源設備の燃料油貯蔵タンクを設置する設計としている。第2-3表の断面図に燃料油貯蔵タンクの配置を示す。燃料油貯蔵タンクの上部は第2-3表の断面図に示すとおり厚さ1300mmのスラブの下に空間を設けており、この空間に竜巻防護対象施設の配管を配置する計画である。配管の配置する計画のエリアを第2-3表の平面図に示す。また、この空間にアクセスするために上部にマンホールを設置するが、マンホールについては燃料油貯蔵タンク及び配管を直接見通せない位置に配置することで、設計飛来物により竜巻防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

第2-3表 燃料加工建屋(地上1階)の開口部等の構造

No.	3	
断面図		<p>■ : 燃料油貯蔵タンクを配置する計画のエリアを示す。</p>
平面図		<p>■ : 竜巻防護対象施設の配管を配置する計画のエリアを示す。</p> <p>■ : 竜巻防護対象施設の燃料油貯蔵タンクを示す。</p> <p>○ : 竜巻防護対象施設の配置計画を踏まえたマンホールの設置位置を示す。</p> <p>※1 : 竜巻防護対象施設を見通せない配置にするため開口直径をφ600mm以下とする。</p> <p>※2 : 竜巻防護対象施設を見通せない配置にするため開口直径をφ900mm以下とする。</p>

2.2 その他の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁




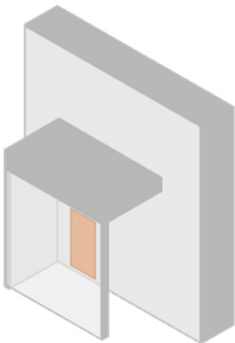
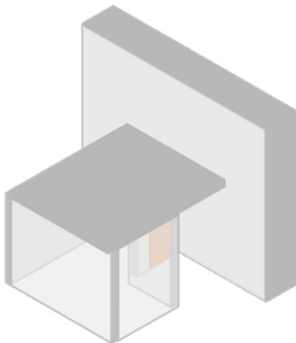
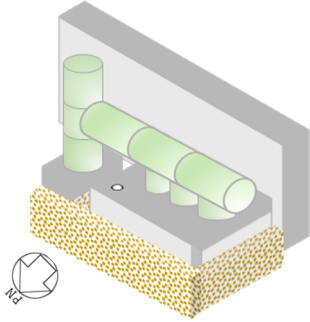
第2-1図のうち、No. 1, 2, 5, 7, 8, 10の開口部等又は主要耐震要素以外の外壁については裏面のエリアに竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処施設を配置する計画はない。これらの開口部等又は外壁の概形を第2-4表に示す。

第2-1図のうち、No. 1, 5, 8, 10の開口部等については、扉は風除室を構成する壁により迷路構造となっているため、設計飛来物が直接開口から室内に侵入することはない。また、裏面剥離物が風除室内側に飛散する影響は想定されるが、内側の室には竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処施設を配置する計画はない。また、No. 4の開口部等については、迷路構造を形成するコンクリート板は設計飛来物の衝突による貫通限界厚さ(247mm)及び裏面剥離限界厚さ(412mm)に対して、最小厚さ450mmを有する設計とすることから、室内の設備に影響を与えることはない。

No. 2については、外壁に設計飛来物が衝突し裏面剥離物が室内に飛散することが想定されるが、このエリアに竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから、竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。

No. 7は、第2-4表に平面図及び概形を示すとおり、集合排気ダクト室(447室)の外壁が半分地下に埋まった構造となっている。当該室は気体廃棄物の廃棄設備のダクトが地下1階廊下から当該室を経由して地上部へ貫通する。また、当該室にアクセスするためにマンホールを設置することから、設計飛来物が当該マンホールから侵入すること又は外壁に設計飛来物が衝突し裏面剥離物が室内に飛散することが想定されるが、室内には竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから、竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。なお、気体廃棄物の廃棄設備のダクトは、板厚12mmのステンレス製であり、設計飛来物の衝突によっても、貫通することは想定し難く、たとえ貫通したとしても、その貫通箇所又は本来の排気箇所から排気されるため排気設計に影響を与えることはない。

第2-4表 燃料加工建屋(地上1階)の開口部等の構造

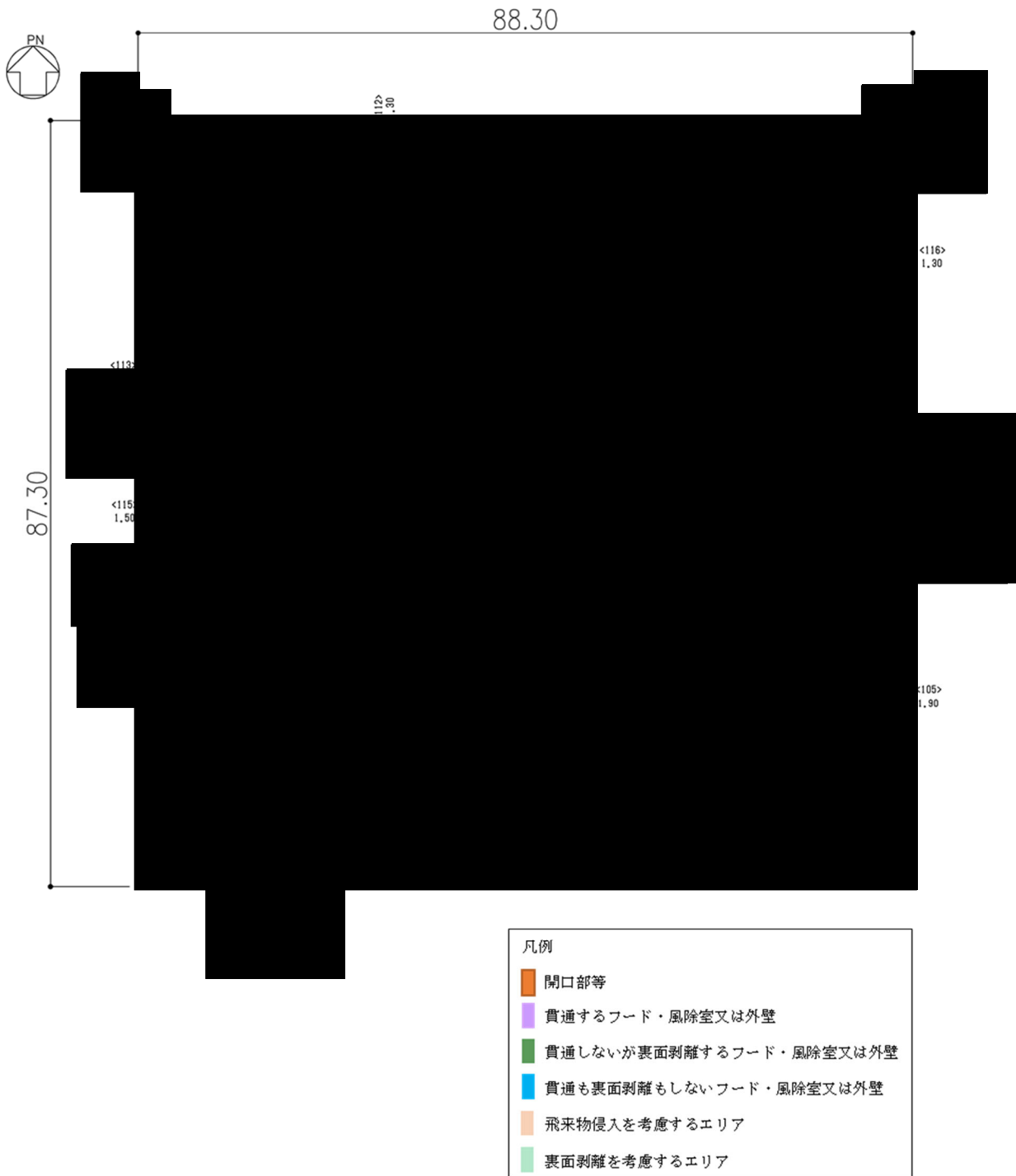
No.	1, 4, 5, 8, 10	2	7
平面図 拡大	 <p>※例示としてNo. 4を示す。</p>		 <p>※集合排気ダクト室(447室)の外壁は半分地下に埋まった構造となっており地下1階部分の構造を本平面図で示す。</p>
構造			 <p>○:マンホールの設置位置 ※当該エリアは気体廃棄物の廃棄設備のダクトが地下1階から地上部へ貫通する。</p>

3. 地上2階の調査結果

地上2階の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁の調査結果を第3-1図に示す。(図中のNo. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9については, 第2-1図に示す風除室等の屋根部に該当することから, 当該箇所の調査結果については「2. 地上1階の調査結果」参照)

地上2階において屋外に面した扉等はないが, 地上2階の北第1ダクト・配管室(601室)及び熱源機械室(602室)の外壁に換気設備等の排気口を外壁から排気している箇所がある。これらの構造については「4. 塔屋階の調査結果」のNo. 11, 18として示す。

また, 固体廃棄物払出準備室(609室)の屋根スラブに非管理区域換気空調設備のダクト貫通部が存在することから, ダクト貫通部の直下は設計飛来物が侵入することが想定されるが, この室には竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。

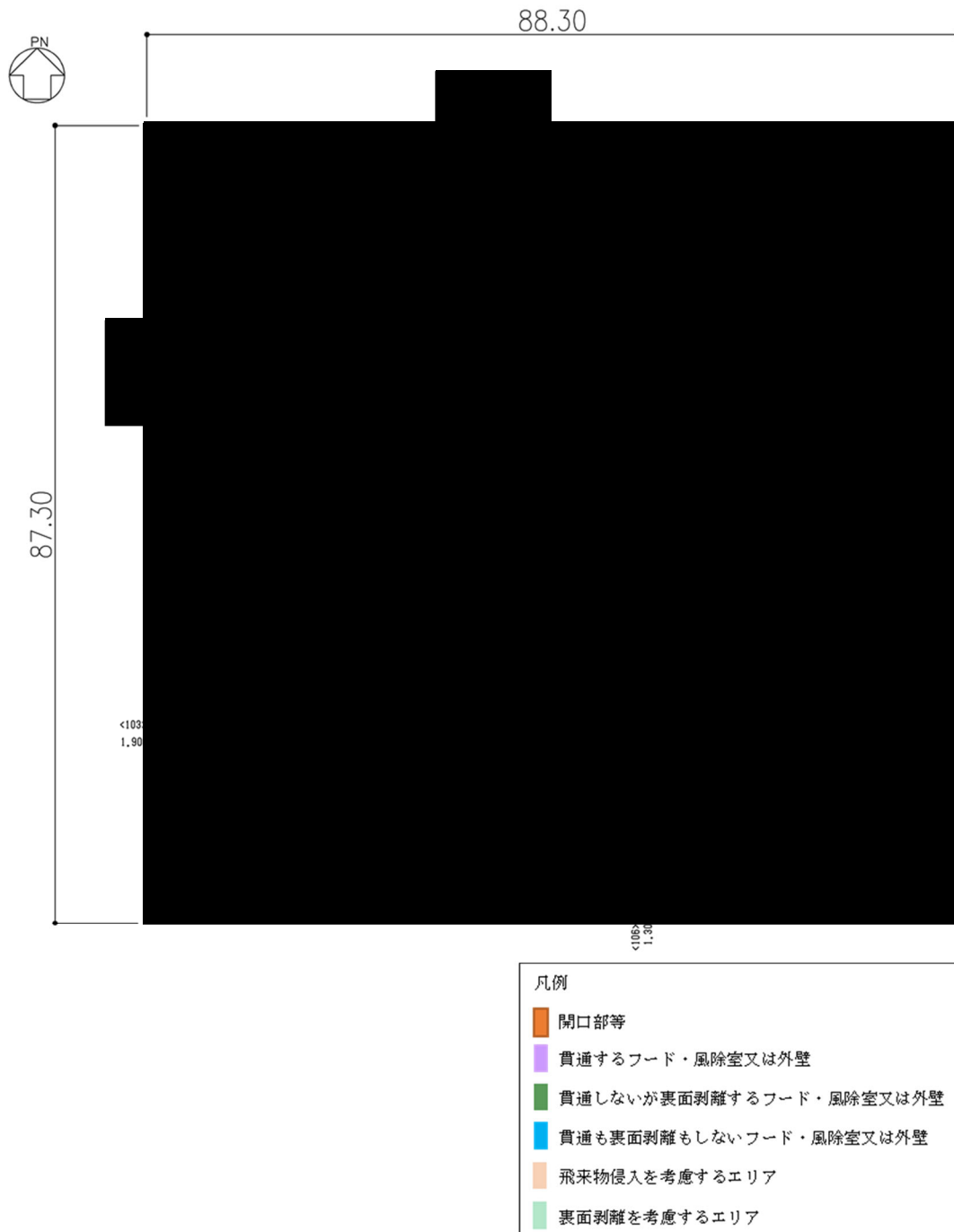


第3-1図 燃料加工建屋(地上2階：T. M. S. L. 62.80m)の主要な開口部等

4. 塔屋階の調査結果

塔屋階の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁の調査結果を第4-1図に示す。

また、開口部等及び外壁を、補足説明資料本文中の「3. 開口部等の調査」及び「4. 主要耐震要素以外の外壁等の調査」に基づき分類した結果を第4-1表のとおり整理し、4.1章から4.3章に分類ごとの調査結果について詳細を示す。



第4-1図 燃料加工建屋(塔屋階：T. M. S. L. 70.20m)の主要な開口部等

第 4-1 表 燃料加工建屋(塔屋階)の主要な開口部等の分類

章	分類	No
4.1	フード・風除室により侵入防止できる開口部等	11, 12, 13, 18
4.2	迷路構造が形成されている開口部等	16, 17
4.3	その他の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁	14, 15, 19, 20, 21, 22, 23


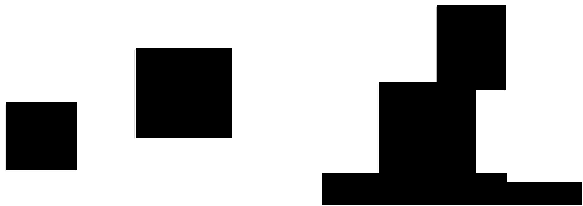
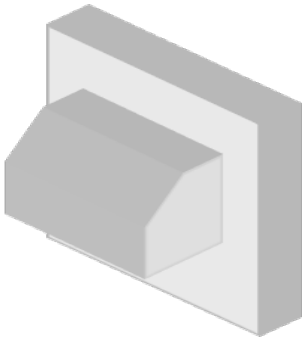
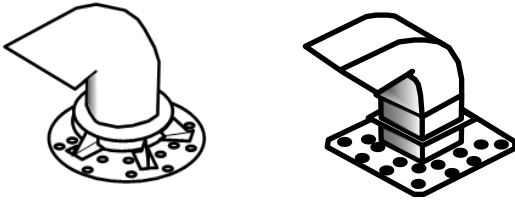
4.1 フード・風除室により侵入防止できる開口部等

第4-1図のうち、竜巻防護対象施設を設置する室に侵入するおそれのある開口部としてNo. 11, 12, 13, 18が該当する。

No. 11, 18の開口部は第4-2表に概形を示すとおりフード構造となっており、設計飛来物の侵入が想定されるダクト貫通部に対し迷路構造を形成している。これらのフードは設計飛来物の衝突による貫通限界厚さ(247mm)及び裏面剥離限界厚さ(412mm)に対して、最小厚さ450mmを有する設計とすることで、地上2階の北第1ダクト・配管室(601室)及び熱源機械室(602室)の竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備が影響を受けることはない。

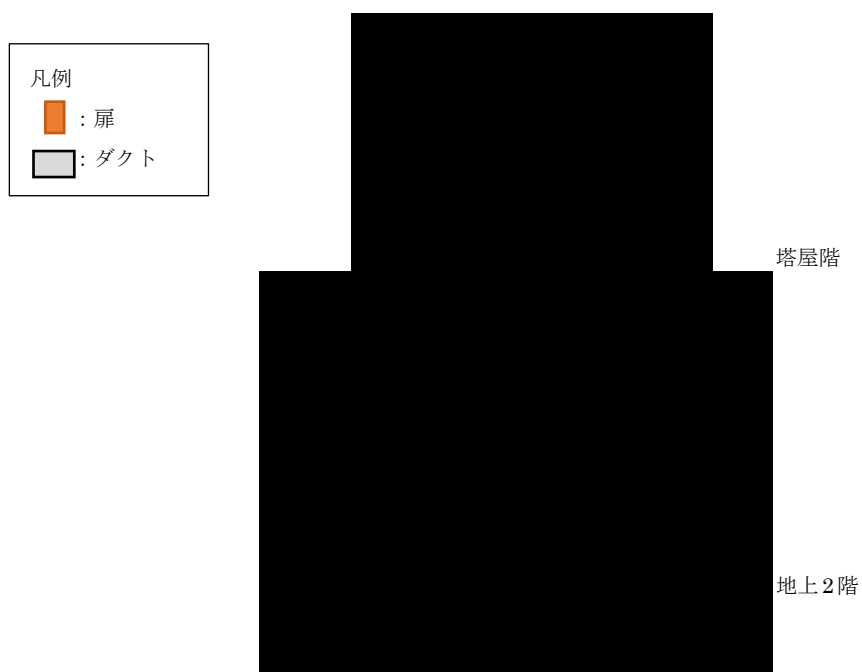
また、No. 12, 13の開口部については、第4-2表に示す非常用所内電源設備の非常用発電機の排気口が接続される。これらの開口部については、排気筒によって設計飛来物の開口部への侵入を防止することにより、建屋内の非常用発電機の安全機能に影響を与えることのない設計とする。強度評価結果は非常用所内電源設備の申請に合わせて説明する。

第4-2表 燃料加工建屋(塔屋階)の開口部の構造

No.	11, 18	12, 13
平面図 拡大	 <p>※例示としてNo. 11を示す。</p>	 <p>No. 12 No. 13</p>
構造		 <p>燃焼空気用排気筒 冷却空気用気筒排気筒</p>

4.2 迷路構造が形成されている開口部等

No. 16, 17の開口部等については、第4-2図に示すとおり、地上2階に竜巻防護対象施設である非常用所内電源設備の非常用発電機に係るダクトを設置する。扉から設計飛来物が侵入することを想定したとしても、塔屋階の扉及び開口部はダクトを直接見通せない構造となっていることから、ダクトに衝突して竜巻防護対象施設の安全機能が影響を受けることはない。なお、No. 17の開口部はフードを設置しており、フードは貫通限界厚さ(247mm)以上のコンクリート厚(300mm)を有することから、No. 17の開口部に直接設計飛来物が侵入することを防止できる。



第4-2図 No. 16, 17の外気取入口の構造


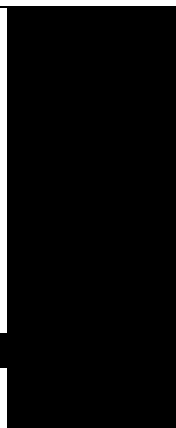
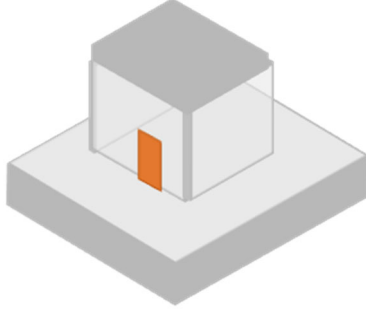

4.3 その他の開口部等及び主要耐震要素以外の外壁

第4-1図のうち、No. 14, 19, 20, 21については、第4-2表に示す通り屋外に面した扉があり、設計飛来物の侵入又は裏面剥離物の飛散が想定されるが、これらのエリアに竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。

また、No. 15の開口部として、非管理区域換気空調設備のダクト貫通部が存在する。ダクト貫通部の形状は、第4-2表の冷却空気用気筒排気筒と類似した形状である。「3. 地上2階の調査結果」に示したとおり、当該ダクトを貫通して、直下の固体廃棄物払出準備室(609室)に設計飛来物が侵入することが想定されるが、当該室には竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。

また、No. 22, 23の開口部等については、第4-3表に示す構造となっており、扉又は開口から設計飛来物及び裏面剥離物が飛散したとしても侵入が想定される範囲に竜巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備を配置する計画はないことから巻防護対象施設及び常設重大事故等対処設備に影響を及ぼす可能性はない。

第4-3表 燃料加工建屋(塔屋階)の開口部等の構造

No.	14, 19, 20, 21	22, 23
平面図 拡大	 <p>※例示としてNo. 21を示す。</p>	
構造	 <p>※例示としてNo. 21を示す。</p>	

5. 竜巻から防護する上で設計上考慮が必要なフード・風除室及び主要耐震要素以外の外壁について

「2. 地上1階の調査結果」から「4. 塔屋階の調査結果」に示す調査結果より、竜巻防護対象施設又は常設重大事故等対処施設を配置し、建屋のフード・風除室により設計飛来物の侵入を防止出来る開口部はNo. 11, 18, 設計飛来物の侵入が想定されるが建屋内側を迷路構造として防護する開口部等はNo. 3, 6, 9, 16, 17である。

章	分類	No.
5.1	フード・風除室により侵入防止できる開口部等	11, 18
5.2	迷路構造が形成されている開口部等	3, 6, 9, 16, 17

それぞれの開口部等に対する防護設計を以下の設工認申請書において示す。

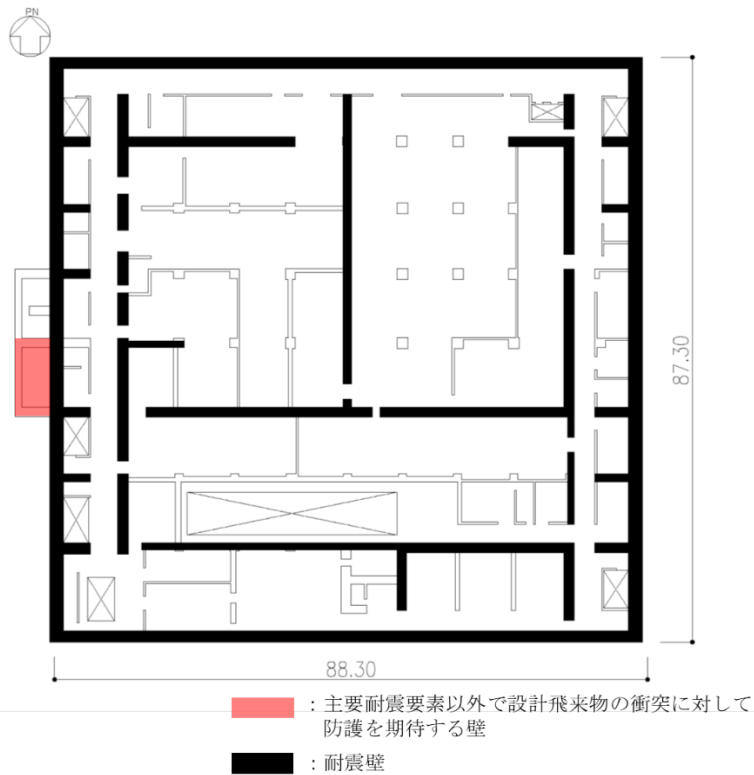
5.1 フード・風除室により侵入防止できる開口部等

No. 11, 18 の開口部に設置するフードについては、「V-1-1-1-2-5-1-1 燃料加工建屋の強度計算書」の「2. 基本方針」の中で地上2階北第1ダクト・配管室(601室)及び熱源機械室(602室)に面する外壁に設置すること、「5. 強度評価結果」の中で、フード・風除室の評価結果として、貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを上回ることを示す。

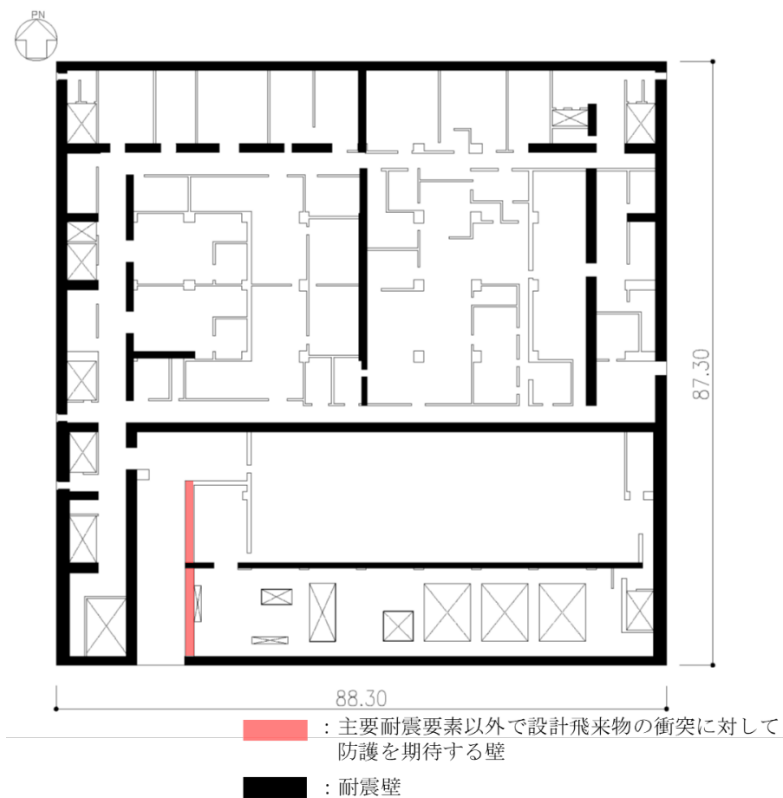
5.2 迷路構造が形成されている開口部等

「V-1-1-1-2-5-1-1 燃料加工建屋の強度計算書」において、耐震壁のせん断ひずみ評価に期待する建屋の主要耐震要素を図示する。その図において、主要耐震要素以外の壁としてNo. 3, 6, 9, 16, 17の壁を示す。添付する図の抜粋を第5-1図に示す。

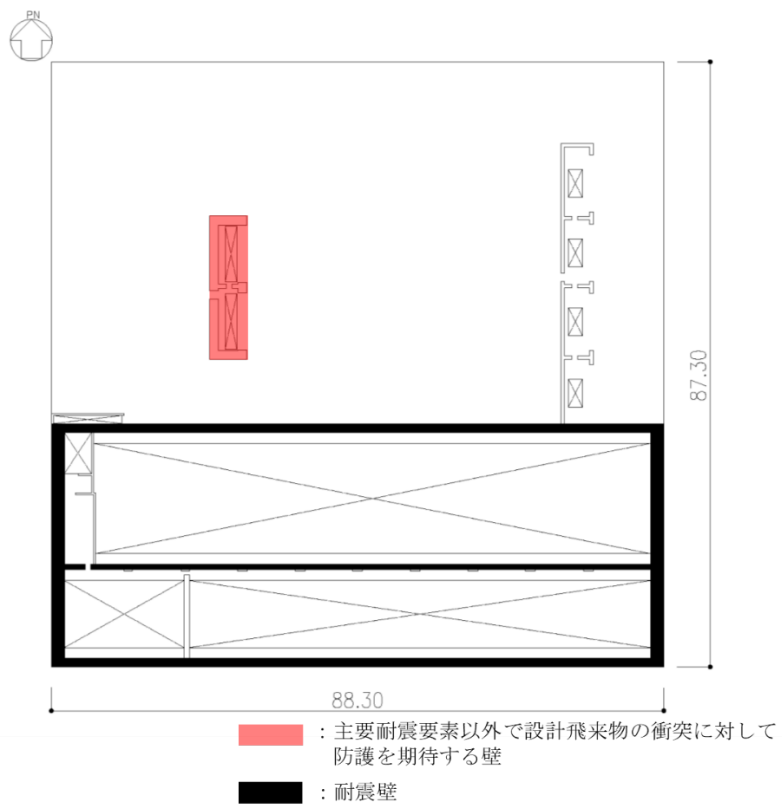
これらの壁については他の主要耐震要素の外壁と併せて「5. 強度評価結果」の中で、壁及び屋根の評価結果として、貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを上回ることを示す。



第 5-1 図(1/3) 燃料加工建屋 耐震壁の位置(T. M. S. L. 50. 30m)



第 5-1 図(2/3) 燃料加工建屋 耐震壁の位置(T. M. S. L. 56. 80m)



第 5-1 図 (3/3) 燃料加工建屋 耐震壁の位置 (T. M. S. L. 70. 20m)

以上